

IIVG Papers

Veröffentlichungsreihe des Internationalen Instituts
für Vergleichende Gesellschaftsforschung

Wissenschaftszentrum Berlin

Die Auswirkungen neuer Technologien
für Beschäftigte und deren Organisationen

von Harley Shaiken

IIVG/dp/80-207

Publication series of the International Institute
for Comparative Social Research - SP II
Wissenschaftszentrum Berlin
Steinplatz 2, D 1000 Berlin 12
030 / 313 40 81

Vorbemerkung

Der vorliegende Beitrag von H. Shaiken wurde für das Internationale Institut für Vergleichende Gesellschaftsforschung (IIVG) des Wissenschaftszentrums Berlin erarbeitet. Die englische Originalfassung (IIVG dp79-202) wurde von Herrn Harbort übersetzt. - Aspekte dieses Aufsatzes finden sich in dem Interview, das von der Zeitschrift "Der Gewerkschafter" (Heft 7/80, S. 21ff.) mit dem Autor geführt wurde, unter der Überschrift: "Die neue Technologie kann benutzt werden, um die Arbeiter zu beherrschen."

Zusammenfassung

Der Aufsatz von Harley Shaiken konzentriert sich auf einen Problemaspekt bei der Einführung von NC-Technologien: den Verlust an individueller und kollektiver Kontrolle über den Arbeitsprozeß.

Die zentralen Thesen lauten,

- a) daß NC-Technologien zu einer Zentralisierung der Job-Control des Management führe und dessen Dispositionsmöglichkeiten über die konkreten Bedingungen der Arbeitsverausgabung erweitere,
- b) daß diese Zentralisierung eine Schwächung der individuellen und kollektiven Formen der Kontrolle darstelle, welche die Arbeiter selbst über diese Bedingungen haben; die Einführung der NC-Technologie führe den Prozeß der Enteignung der Arbeiter von selbsttätig Entscheidungsfunktionen fort, den der Taylorismus eingeleitet hätte,
- c) daß sich die Dominanz des Kontrollaspekts gegenüber anderen Aspekten der NC-Technologie (Effizienz-Steigerung u.a.) an der Art der Einführung dieser Technologie durch das Management zeige. Die Formen der Anwendung der Technologie seien nicht sachzwanghaft determiniert, sondern durch die betrieblichen Herrschaftsbeziehungen bestimmt.
- d) NC-Technologien führen als Element einer umfassenden Reorganisation des gesamten Produktionsablaufes zu einer Konzentration und vertikalen Integration der Teilprozesse.

Mit der Darstellung des Verlustes von Kontrollmöglichkeiten und Kompetenz der Arbeiter spricht Shaiken einen in der bundesrepublikanischen Diskussion weitgehend vernachlässigten Wirkungsaspekt der NC-Technologien an. Die hierzulande vor allem diskutierten Probleme der Freisetzungseffekte bzw. Lohneinbußen (Abgruppierungen) treten demgegenüber aufgrund des US-amerikanischen Erfahrungshintergrunds des Autors zurück. Da die Existenz einer Arbeitnehmer-Interessenvertretung in den Betrieben der USA nicht gesetzlich garantiert ist, haben die Kontrollmöglichkeiten der Belegschaft über den Arbeitsprozeß und die darauf basierende Kompetenz und Bereitschaft zur Organisierung einer betrieblichen Gegenmacht einen entscheidenden Stellenwert für eine Arbeitnehmerpolitik.

Harley Shaiken

DIE AUSWIRKUNGEN NEUER TECHNOLOGIEN FÜR BESCHÄFTIGTE UND
DEREN ORGANISATIONEN

Vorwort

Die Automatisierung stellt Arbeiter und Arbeiterbewegung vor neue ernste Probleme. Bisher ging es für die Arbeiter bei der Einführung neuer Technologien in erster Linie darum, einen Anteil an der höheren Arbeitsproduktivität zu erhalten und die Gefahr der Arbeitslosigkeit abzuwehren. Zu diesen bleibenden Problemen kommt nun eine weitergehende Bedrohung durch moderne Computer-Technologien: Die damit ermöglichte Umorganisation der Arbeit gibt dem Management eine völlig neue und umfassendere Kontrolle über den Produktionsprozeß, die die Kontrolle der Arbeiter über ihre Arbeitsbedingungen (job control) unterläuft und die Position der Gewerkschaften gefährdet.

Ich möchte die Auswirkungen neuer Technologien auf die Struktur der Arbeitsplätze anhand eines auf den ersten Blick sehr begrenzten Teilbereiches untersuchen, nämlich am Beispiel der numerisch gesteuerten (NC-)Maschinen in der Metallindustrie. Numerische Steuerung einer Werkzeugmaschine bedeutet, daß die Maschinenfunktionen nicht vom Arbeiter, sondern durch vorkodierte Instruktionen gesteuert werden. Das qualitativ Neue an dieser Form der Automatisierung ist der Versuch, den menschlichen Input bei hochqualifizierten und breit gefächerten Arbeiten mit kleinen Stückzahlen zu eliminieren. Bisher machte die Automatisierung die Fertigkeiten der Arbeiter überflüssig, indem diese Fertigkeiten sozusagen in die Maschinen eingebaut wurden, was sich allerdings nur für die Fertigung großer Stückzahlen rentierte. Jetzt heißt das Ziel: "Übertragung menschlicher Intelligenz auf die Maschine". (1)

Flexibilität und Reichweite dieser NC-Technologie bewirken, daß diese Neuorganisation der Arbeit sich weit über den Werkstattbereich hinaus auswirkt. In gewissem Sinne stellt dies

ein Paradigma für die Auswirkungen der Computer-Technologie auf den Stellenwert von Arbeit in unserer Gesellschaft dar. Damit stellt sich die allgemeinere Frage nach dem Charakter von Technologien.

Technologie ist für uns die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf die Lösung von Problemen. Eine zentrale Aufgabe für Technologie am Arbeitsplatz ist eine Produktivitätssteigerung, d.h. mit gleichem oder geringerem Arbeitseinsatz mehr Waren zu produzieren. Im Sinne dieser Produktivitätssteigerung ist einer der Parameter für die Auswahl technologischer Methoden die Ausweitung von Management-Kontrolle über den Produktionsprozeß selbst. Da es also um die Ausweitung von Herrschaft geht, führt die Entwicklung technologischer Veränderung ganz konsequent zur herrschenden Anwendung der NC-Technologie. Wäre das Ziel eine Ausweitung der Kontrolle der Arbeiter, dann könnte die Technologie in einer anderen Richtung entwickelt werden. Unter den herrschenden Bedingungen aber wird die Ausschaltung der Kreativität der Arbeiter als "unausweichlich und fortschrittlich" hingestellt.

Die vorliegende Untersuchung beschäftigt sich mit den Auswirkungen einer neuen Technologie auf die Arbeiter am Arbeitsplatz. Daher liegen die Geschichte der numerischen Steuerung und die ökonomischen Auswirkungen auf die Gesamtgesellschaft weitgehend außerhalb unseres Themas. Ebenso werden Alternativen nicht diskutiert, die die menschliche Kreativität nutzbar machen und den einzelnen mehr Gestaltungsmöglichkeiten geben. Das heißt aber nicht, daß es solche Alternativen nicht gibt; zu ihrer Darstellung bedarf es aber einer eingehenderen Analyse sowohl der Technologie als auch der Gesellschaft.

Ich möchte hier vier Aspekte der Auswirkungen von numerischer Steuerung auf den Arbeitsplatz diskutieren.

1. NC ist Teil eines Managementsystems, das die Kontrolle über den gesamten Arbeitsprozeß zentralisiert.
2. Als Folge davon wird die individuelle und kollektive Macht der Arbeiter geschwächt.
3. Das Management ist sich über das Potential dieser neuen

Technologie im Klaren und implementiert sie sehr geschickt für den größten langfristigen Nutzen.

4. Dieser Prozeß kann zwar auf Gewerkschaftsebene nicht kontrolliert werden, aber bestimmte wichtige Maßnahmen könnten den Arbeitern Fortschritte bringen und dazu führen, daß die speziellen Anwendungsformen von Technologie in unserer Gesellschaft hinterfragt werden.

1. NC als Instrument der Zentralisierung von Management-Kontrolle über den Arbeitsprozeß

NC erfüllt eine grundlegende ökonomische Funktion, indem sie die Produktion in Kleinserien automatisiert. In den USA machen Kleinserienteile 36 Prozent des Produktionsanteils am Brutto-sozialprodukt aus. 75 Prozent davon werden in Kleinserien von weniger als 50 Stück hergestellt. (2) Die herkömmliche Automatisierung ist an diesem arbeitsintensiven Bereich weitgehend vorbeigegangen, weil die Automatisierung kleiner Stückzahlen nicht wirtschaftlich war. Die tatsächliche Nutzung von NC heute schöpft die Möglichkeiten dieses neuen Automatisierungstyps bei weitem nicht aus. Obwohl die Gründe dafür weitgehend außerhalb unseres Themas liegen, zeigen schon einige grobe Statistiken den Einfluß von NC: Während weniger als 2 Prozent aller heute benutzten Werkzeugmaschinen numerisch gesteuert sind, sind sie wegen der Produktivitätssteigerung und Kostensenkung weit wichtiger, was sich in einem Anteil am Produktionsvolumen von 28,7 Prozent ausdrückt. (3)

Ich glaube, es ist wichtig, NC als Teil eines Systems zur Zentralisierung der Management-Verfügungsgewalt über den gesamten Arbeitsprozeß zu sehen. Numerische Kontrolle ist in sich eine computerisierte Methode zur Steuerung von Einzelmaschinen. Im Verbund mit anderen Computersystemen ermöglicht NC einen direkten Weg vom Reißbrett des Designers im Konstruktionsbüro bis hin zur eigentlichen Produktion eines Teils, ohne daß menschliche Fertigkeiten dazwischengeschaltet sind. Dieses System funktioniert auch, wenn sich die Entwürfe weitgehend verändern oder die Anzahl der zu produzierenden Teile stark variiert.

NC automatisiert Arbeitsvorgänge, die früher von Menschen erbracht wurden, in jenem einzigartigen Zusammenwirken von Hand und Kopf, welches wir 'Fertigkeiten' nennen. An einer Einzelmaschine ergeben sich weitreichende Auswirkungen für die Tätigkeiten des Maschinenbedieners. Wenn NC zum Bestandteil eines computerisierten Arbeitsplatzes wird, werden auch zahlreiche andere Fertigkeiten, wie z.B. die des Zeichners, überflüssig. Die Eliminierung der notwendigen Fertigkeiten der Arbeiter ist jedoch nur ein Teil der Neuorganisation des Managements, welche zu einer neuen Herrschaft über den Gesamtarbeitsprozeß führt. Wollen wir genauer verstehen, wie NC sich für die Arbeiter auswirkt, dann müssen wir analysieren, wie die Betriebsführung reorganisiert wird.

Ich betrachte die Verbindung von Konstrukteuren in Ingenieurbüros mit der eigentlichen Metallbearbeitung in der Werkstatt durch ein Computersystem als "vertikale Integration" des Arbeitsplatzes. NC ermöglicht aber auch eine "horizontale Integration" der Werkstatt selbst durch die computerisierte Kontrolle der einzelnen Werkzeugmaschinen und die zentralisierte Überwachung von elementaren Funktionen wie z.B. der Arbeitsplanung. Beide Formen der Integration bilden zusammen eine computer-integrierte Produktionsweise.

Die meisten gegenwärtigen Anwendungen von NC beinhalten keine so weitreichende Integration des Arbeitsplatzes. Es ist aber wichtig, den beträchtlichen Machtzuwachs zu erkennen, der durch diese Technologie ermöglicht wird. Die folgenden Beispiele sind keine isolierten "Vorzeige"-Fälle, sondern typische Alltagsbeispiele, die die Funktionsweise der neuen Kontrolle illustrieren, welche das Management über den Produktionsprozeß selbst in schwierigsten Anwendungsbereichen erzielen kann.

Der Computer verändert nicht den Charakter des Managements, aber er verändert die Art und Weise, wie das Management seine Funktionen ausüben kann. Management ist eine Herrschaftsbeziehung auf der Grundlage von Entscheidungen, Befehlen und Kontrolle der Ausführung dieser Befehle. Es ist ein geschlossener Kreislauf, da die Instruktionen zur Werkstatt und die Informationen zum Management gehen. Vor der Anwendung von Com-

putern bei der Kleinserienfertigung hatte dieser Regelkreis eine gewisse Ähnlichkeit mit dem elektrischen Leitungssystem in alten Häusern. Überlastungen im System ließen zu den unpassendsten Zeiten die Sicherungen durchschlagen. Einige dieser Überlastungen waren durch die Technik bedingt, z.B. die Überwachung laufender Arbeiten oder der Lagerbestände. Andere resultierten aus der entscheidenden Abhängigkeit von den Fertigkeiten der Arbeiter, die in bestimmten Situationen nicht sehr kooperationsfreudig waren. Numerische Kontrolle versucht unter anderem, den Maschinenbediener von seiner Rolle als Unterbrecher des Regelkreises zu "befreien".

Beginnen wir mit einer Betrachtung der Auswirkungen von NC auf die Fertigkeiten der Maschinenbediener in der Werkstatt. "Maschinenbediener" ist ein Oberbegriff für ein breites Spektrum von Arbeitern, die mit verschiedenen Maschinen Metalle bearbeiten. Ich beziehe mich in erster Linie auf hochqualifizierte Facharbeiter in der Kleinserien- und Prototyp-Herstellung, weil diese Bereiche am schwierigsten zu automatisieren sind und deswegen am besten geeignet, die Möglichkeiten der NC-Technologie anschaulich vor Augen zu führen. Wenn gewisse Abschnitte dieser Darstellung etwas zu technisch erscheinen, so sind sie doch notwendig für ein weitergehendes Verständnis der Komplexität dieser Prozesse, die durch numerische Steuerung automatisiert werden sollen. Schließlich muß jede theoretische Analyse der Auswirkungen von Computern für die Produktion gemessen werden an der Alltagswelt der spanabhebenden Tätigkeiten.

Der Maschinenbediener benutzt eine Werkzeugmaschine, wie z.B. eine Fräsmaschine, um überflüssiges Material von einem Stück Metall zu entfernen, bis es in Form und Größe mit einem gegebenen Vorbild übereinstimmt. Die rotierende Schneide an der Maschine formt das Metall, aber das Endprodukt ist weitgehend das Ergebnis der Fertigkeiten des Arbeiters. Es handelt sich hier um eine geistige Fertigkeit, die sorgfältige Planung, Erfindungsgabe und genaue Urteilsfähigkeit erfordert. Aber es ist auch eine Fertigkeit von Hand und Auge, die oftmals eine schnelle Reaktion auf unvorhergesehene Abweichungen erfordert.

In der Tat setzt die Produktion eines Teiles die sorgfältige Planung sowohl vor als auch während der eigentlichen Metallbearbeitung auf der Maschine voraus. Die Komplexität der Planung für ein bestimmtes Teil entzieht sich oft demjenigen, der mit den Verhältnissen in der Werkstatt nicht vertraut ist. Die Entscheidung darüber, wie ein bestimmtes, kompliziertes Teil herzustellen ist, beinhaltet oft die Berechnung komplizierter Winkel sowie die genaueste und feinste Einstellung von Werkzeug und Werkstück. Wenn der Maschinenbediener entschieden hat, wie ein Teil herzustellen ist, legt er die Reihenfolge der Arbeitsgänge fest, wählt die passenden Schneidewerkzeuge aus und stellt die Drehgeschwindigkeit sowie den Vorschub ein. Danach beginnt er mit dem eigentlichen Bearbeitungsprozeß, wobei er die Schneide auf einer von ihm bestimmten Bahn bewegt. Für den Maschinenbediener in der Herstellung von Prototypen bedeuteten technologische Veränderungen bisher immer erhöhte Leistung und Genauigkeit der Werkzeugmaschine, veränderten aber nicht grundlegend die erforderliche Planung.

Im eigentlichen Bearbeitungsprozeß erfordert es langjährige Erfahrung, um alle möglichen Komplikationen vorherzusehen und eventuell auf sie reagieren zu können. Eine nur geringfügige Veränderung in der Farbe des Spans kann bedeuten, daß sich das Werkstück verzieht; ein leicht veränderter Ton der Maschine kann ein schlechtes Produkt bedeuten; ein Rattern der Maschine kann zu Ausschuß führen.

Zusätzlich zu seinen Fertigkeiten an der Maschine spielt der Maschinenbediener noch eine entscheidende, kaum erwähnte Rolle beim Design. Seine Fertigkeiten stellen die Vermittlungsinstanz dar für die Umsetzung der Vorstellungen des Konstrukteurs in ein fertiges Teil. Bei der Herstellung eines Prototyps in der Werkstatt ist es beispielsweise ein alltägliches Bild, wenn ein Ingenieur mit einem Stapel Zeichnungen zum Maschinenbediener kommt und ihn fragt, ob dieses oder jenes machbar sei. Der Maschinenbediener studiert die Pläne eingehend, sieht den Ingenieur an und sagt, naja, so und so kann man das wohl machen, aber nicht so, wie es hier steht. Dann nimmt er vielleicht seinen Bleistift und korrigiert die Zeichnungen und macht prak-

tisch einen neuen Entwurf auf der Grundlage seiner praktischen Erfahrungen. Das Management bezahlt für dieses Wissen mit einer Abhängigkeit vom Urteilsvermögen und der Kooperation des Maschinenbedieners. Wenn die Arbeiter sich schikaniert fühlen arbeiten sie oft "nach Vorschrift". Und ironischerweise betrachtet das Management diese "Weigerung, Entwürfe zu korrigieren", als gleichbedeutend mit Sabotage.

Ein schwerwiegendes Problem bei der Kontrolle über den Arbeitsprozeß basiert auf der Tatsache, daß das Management erst mit dem Maschinenarbeiter reden muß, bevor es mit der Werkzeugmaschine arbeiten kann. Selbst die genauesten Instruktionen werden noch vermittelt durch die unabhängige Beurteilung eines Facharbeiters. Numerische Steuerung verändert diese Situation grundlegend. Die Entscheidungen, die bisher die Maschinenbediener aufgrund ihrer Erfahrungen und Fertigkeiten trafen, werden jetzt auf einem Band gespeichert oder direkt in einen Minicomputer eingegeben, der die Funktionen der Werkzeugmaschine steuert. Die Planung der Arbeitsschritte der Maschine, die Führung der Schneide auf einer bestimmten Bahn und die Regulierung der Bedingungen, unter denen das Material bearbeitet wird, wie z.B. die Drehgeschwindigkeit und der Vorschub, gehen ein in dieses Programm. Die zentrale Kontrolle über die Werkzeugmaschine geht über an diejenigen, die die Instruktionen vorbereiten, und nicht mehr an die Maschinenbediener. In der Theorie der numerischen Steuerung hat der Maschinenbediener lediglich noch die Funktion, die Maschine zu be- und entladen und sie im Falle einer Störung anzuhalten.

In der Praxis gibt es eine wichtige Unterscheidung zwischen den Planungsfähigkeiten des Maschinenbedieners, wozu auch die Arbeitsplanung und die Führung des Schneidewerkzeugs gehören, und den Korrekturfähigkeiten (feedback skills), d.h. Reaktionen auf tatsächliche Bearbeitungsbedingungen. Diese Unterscheidung ist entscheidend, denn wir wollen die Auswirkungen von NC in der Praxis untersuchen und nicht den Idealfall der Theorie. Die Planungsfähigkeiten können durch numerische Steuerung ohne weiteres automatisiert werden, wobei natürlich der Maschinenbediener auch als Vermittlungsglied für

das Design entfällt. Die Korrekturfähigkeiten sind schon schwieriger zu automatisieren, da die Metallbearbeitung sehr viele unberechenbare Variablen enthält. Das bedeutet, daß bei der Herstellung von Prototypen der Maschinenbediener immer noch eine große Überwachungsfunktion behält. Je größer die Stückzahlen der Fertigung werden, desto wichtiger wird auch diese Überwachungsfunktion des Arbeiters, da der Bearbeitungsprozeß optimiert werden kann. Die erfolgreiche Automatisierung der Planungsfähigkeiten führt durchaus zu qualitativen Verbesserungen, auch wenn die Korrekturfähigkeiten nie vollständig automatisiert werden können.

Die grundlegenden Planungsentscheidungen werden vom Teile-Programmierer gemacht, der das Design eines Teils in eine Sprache kodiert, mit der die Funktionen der Werkzeugmaschine gesteuert werden. Der Programmierer stanzt entweder von Hand einen Lochstreifen für die Durchführung eines einfachen Programms oder er benutzt eine computer-unterstützte Sprache, wie z.B. APT (Automatic Programmed Tool), um die Schneide einer komplizierten, 5-achsigen Werkzeugmaschine zu führen. Der Programmierer erhält die Informationen, die er in eine maschinenlesbare Sprache kodiert, von einer Konstruktionszeichnung des betreffenden Teils. In anderen Fällen kann er jedoch auch die Beschreibung eines Teils von einem Computer erhalten - was weitreichende Folgen hat, die wir an anderer Stelle diskutieren werden.

Der Entzug der Kontrolle des Maschinenbedieners über die Werkzeugmaschine erreicht auf technologischem Wege, was Frederick W. Taylor durch die Reorganisation der Arbeit erreichen wollte: eine drastisch reduzierte Abhängigkeit von den Fähigkeiten der Arbeiter. Die Zeitschrift Iron Age, ein führendes Wochenmagazin für Manager, zieht eine Parallele zwischen NC und Taylor:

"Numerische Kontrolle ist mehr als eine Methode zur Steuerung von Maschinen. Es handelt sich um ein System, eine Produktionsmethode. Sie beinhalten vieles von dem, was Frederick Winslow Taylor, dem Vater des 'scientific management', vorschwebte, als er in den

1880er Jahren seine Untersuchungen über die Kunst der Metallbearbeitung begann. 'Unser ursprüngliches Ziel,' so schrieb Taylor, 'war es, die Kontrolle über den Arbeitsplatz aus den Händen der vielen Arbeiter zu nehmen und sie vollständig in die Hände des Managements zu legen...'. " (4)

Als eine solche Produktionsmethode beinhaltet numerische Steuerung sehr viel mehr als nur Entscheidungsbefugnisse der Arbeiter zu reduzieren und sie den Programmierern zu übertragen. Sie ist die erste Stufe einer vertikalen Integration des Arbeitsplatzes, deren Ziel es ist, alle kreativen Entscheidungen soweit wie möglich in den Bereich des Design-Management der Produktionshierarchie zu verlegen. Auf dem Weg zu diesem Ziel werden die Fertigkeiten vieler Arbeiter einfach eliminiert. Es ist das Ziel des Managements, jeden unkontrollierten Input in dem System zu eliminieren. Kontrolle über die Produktion wird erreicht auf Kosten der Kreativität und Unabhängigkeit der großen Mehrzahl der Arbeiter, die aus dem Entscheidungsprozeß und der Produktionskontrolle ausgeschlossen werden, die sie vorher besaßen.

In einer Technologie, die so reich an Abkürzungen ist, wird diese vertikale Integration des Arbeitsplatzes oft CAD oder Computer Aided Design genannt. Diese Technologie verlegt nicht nur den Ort der Entscheidungsfindung von der Werkstatt in die höheren Ebenen des Managements; sie resultiert außerdem in einer Integration solcher Managementfunktionen wie Design und Produktion. In der Vergangenheit fungierten die Ingenieurteams in den Bereichen Produkt-Design und Produktionsplanung fast wie unabhängige "Fürstentümer". Heute dagegen können viele Entscheidungen darüber, wie ein Teil hergestellt werden soll, bereits auf der Stufe der Planung von einem integrierten Management-Team getroffen werden.

Mit der Anwendung von CAD-Methoden werden das Design und die Programmierung der Werkzeugmaschine, die das betreffende Teil herstellen soll, zentralisiert. Der Designer sitzt vor einem TV-ähnlichen Bildschirm und zeichnet mit

einem Lichtschreiber das Teil auf den Schirm. Dieser Bildschirm ist verbunden mit einem Computer, mit dem der Konstrukteur zusammenarbeitet. Er kann einzelne Ansichten des Teils vergrößern für eine genauere Betrachtung, verkleinern für eine bessere Perspektive, das Teil drehen, Linien begradigen und die Daten auf viele andere Arten manipulieren. Wenn der Entwurf fertig ist, programmiert der Konstrukteur die Produktion dieses Teils auf einer NC-Maschine. Er simuliert das Schneidewerkzeug mit dem Lichtstift und zeichnet den Umriss des Teils auf den Bildschirm, wobei der Computer automatisch den Weg der Schneide auf der Maschine programmiert. Der Konstrukteur bekommt einen - völlig neuartigen - Eindruck von der genauen Herstellung des Teils.

Als Teil eines größeren Computersystems ermöglicht numerische Steuerung noch viel mehr als die bloße Automatisierung der Fertigkeiten des Maschinenarbeiters. Bestimmte Teile, die bisher entweder gar nicht oder nur mit großen Schwierigkeiten und aufwendiger Handarbeit hergestellt werden konnten, können mit numerischen Steuerungsmethoden maschinell hergestellt werden. Die einzige Voraussetzung ist eine mathematische Beschreibung der Form, die dann vom Computer in Maschinenbewegungen umgesetzt wird. Ein Beispiel hierfür sind die komplexen Konturen eines Turbinenschaufelblattes für ein Düsentriebwerk.

Während die Welt der Manager auf der Ebene des Designs ausgeweitet und integriert wird, werden andere Fähigkeiten innerhalb des Produktionsprozesses reduziert oder vollständig eliminiert. Die Programmierung wird entweder - wie wir gesehen haben - in den Designprozeß selbst integriert oder buchstäblich in die Steuerung der Werkzeugmaschine eingebaut. Die Programmierer, die die Maschinenarbeiter in der Kontrolle der Maschinen ablösen, werden selber kontrolliert. Dr. Edwin N. Nilson, Manager für technische und Management-Datensysteme bei den Pratt & Whitney Flugzeugwerken, faßt den Trend so zusammen:

"Gegenwärtig gibt es Versuche, die Konstrukteure ihre Geometrie in APT beschreiben zu lassen, z.B. um die Arbeit der Programmierer zu erleichtern. Wie wir jedoch bereits gesehen haben, werden APT und andere verwandte Programmiersprachen unter Umständen sogar völlig verschwinden." (5)

Wenn die Programmierung in die Werkzeugmaschinensteuerung oder den Computer selbst eingebaut wird, dann wird die Grundkonfiguration eines häufig produzierten Teils in einem sogenannten "geschlossenen System"

über
oftmals in die Software einbezogen. Der Designer, der Programmierer oder selbst der Maschinenarbeiter ruft mit einer Code-Nummer das Teil aus dem Computer ab, gibt auf Anweisung des Computers die jeweiligen gewünschten Dimensionen ein, und dann wird das programmierte Magnetband zur Steuerung der Werkzeugmaschine automatisch hergestellt.

Ebenso werden die Zeichner und Designer verschwinden, die bisher die Vorstellungen der Chefkonstrukteure in detaillierten Plänen ausgearbeitet haben. In einigen Fällen macht die Arbeit des Konstrukteurs am Bildschirm eine Zeichnung sogar überflüssig. Und wo sie doch erforderlich ist, kann sie von numerisch gesteuerten Zeichenautomaten hergestellt werden.

Auf den ersten Blick hat die Integration der Fertigkeiten des Maschinenbedieners in den Design-Prozeß vielleicht kaum Auswirkungen für den Maschinenbediener. In gewisser Hinsicht kann es dem Maschinenbediener egal sein, wo seine Fertigkeiten jetzt ausgeübt werden, wenn er selbst sie nicht mehr braucht. In einem weitergehenden Sinne: Wenn seine Fertigkeiten Teil des Design-Prozesses sind, dann erfordert die Wiederaneignung dieser Fertigkeiten einen Input und Kontrolle auf der Ebene des Designs - eine viel

weitergehende Herausforderung als die bloße Wiederaneignung von Programmieraufgaben.

Die vollständige vertikale Integration des Produktionsprozesses, vom Designer bis zum fertigen Teil, existiert nur in wenigen Fällen und wird nie zur völligen Automatisierung aller Fabriken führen. Aber es ist bedeutsam, daß Elemente einer solchen vollständigen Integration bereits heute große Bedeutung haben, und der allgemeine Trend ist unverkennbar. Der nächste Entwicklungsschritt besteht darin, bereits bestehende Systeme zu einem einheitlichen Ganzen zusammenzuschließen. Als bereits etablierte Technologie verändert das Computer Aided Design so verschiedene Bereiche wie eine kleine Werkstatt oder einen Industriegiganten wie General Motors.

Eine kleine Maschinenbaufirma, die ich in Detroit besuchte, benutzt ein Computer Aided Design System in einem Werk mit weniger als 100 Beschäftigten. Der praktisch vollautomatische Programmierer kann in etwa 6 1/2 Stunden 106 Maschinensteuerbänder herstellen. Vor der Einführung von NC wurden statt der Steuerbänder Schablonen benutzt, deren Herstellung jeweils über eine Stunde in Anspruch nahm. (6)

Ein Besuch im ausgedehnten General Motors Technical Center und im benachbarten Fisher Body Engineering Center bei Detroit zeigen, bis zu welchem Ausmaß diese Technologie die Arbeitsweise des größten Industriekonzerns der Welt verändern könnte. Die Konstrukteure sind überaus stolz, daß sie das größte Computer Center in den USA in ihrem Keller haben. Hieran angeschlossen sind Bildschirmgeräte, wie ich sie bereits erwähnt habe. Dieses System wurde bei über 75 Prozent aller Entwürfe des Design Departments für die großen GM-Automobile des Jahres 1977 verwendet. Über 90 Prozent aller GM-Modellformen wurden mit einer Kombination dieses Design-Prozesses mit der NC-Technologie hergestellt. (7)

Bei diesen Formen handelt es sich um komplizierte Stahlformen, die oft mehrere Tonnen wiegen und dazu benutzt werden, die Karosseriebleche auszustanzen. Die NC-Maschinen für die Herstellung dieser Formen können heute direkt mit dem Design-Prozeß gekoppelt werden. Es stimmt zwar, daß in der Vergangenheit nur wenige Maschinenfacharbeiter, "Formenmacher", benötigt wurden, um alle diese Formen für den Konzern herzustellen, aber es geht hier nicht nur um die Anzahl der betroffenen Arbeiter, sondern um das Kontrollprinzip.

Betrachten wir kurz den Herstellungsprozeß dieser Formen und die Implikationen für die Kontrolle durch das Management. Eine riesige Maschine, ein sogenannter Digitizer, tastet die Konturen eines Tonmodells des Autos ab und speichert alle komplexen Oberflächenmerkmale der Karosserie im Computer. Auf der Grundlage dieser Daten arbeiten Ingenieure an Design, Konstruktion und Produktion. Einige Ingenieure vollenden mit ihren Lichtschreibern am Bildschirm das Design der Karosserie, andere prüfen ihre Struktureigenschaften und wieder andere entwerfen die Formen, welche die Teile produzieren sollen. Wenn eine solche Form fertig entworfen ist, können Programmbänder hergestellt werden, die die NC-Maschinen in allen entsprechenden GM-Werken steuern.

Paradoxe Weise kann diese zentralisierte Kontrolle über Design und Produktion durch dezentralisierte Abteilungen ausgeübt werden. In diesem Fall erwächst die zentralisierte Kontrolle aus dem Datenspeicher des Computers und nicht aus dem Standort der Benutzer. Soweit es für die Kontrolle wichtig ist, sind alle GM-Manager und Ingenieure durch den Computer und das Telefonnetz an einem Ort zusammengezogen. Der Computer weiß nicht, ob der Ingenieur, der ihn gerade benutzt, direkt im Gebäude über ihm im Technical Center bei Detroit sitzt oder im Opel-Werk bei Frankfurt arbeitet. Wenn einige Einzelheiten des Designs z.B. effektiver auf Werksebene ausgearbeitet werden können, dann haben die Werksingenieure Zugang zum Computer und können so das Design vollenden sowie Programmbänder näher am eigentlichen Arbeitsprozeß herstellen.

In einem der größten Produktionswerke der Welt, etwa 60 Meilen von Detroit entfernt, können zwei Ingenieure mit diesem System sieben riesige Maschinenzentren mit zwei Schichten programmieren und gleichzeitig andere Designarbeiten erledigen. Früher haben mehr als sieben Programmierer in mühsamer Einzelarbeit einige dieser Programmbänder von Hand hergestellt, bis dann das Programmieren durch den zentralen Datenspeicher in den Design-Prozeß integriert wurde. Die Design-Arbeit an den Formen kann schon beginnen, bevor das eigentliche Teil überhaupt fertig entworfen ist, weil derselbe Datenspeicher sowohl vom Formen-Designer als auch vom Teile-Konstrukteur benutzt wird.

Die Produktivitätszuwächse sind erstaunlich. Die notwendige Zeit vom Design bis zum fertigen Prototypen eines Wagens schrumpfte von 51 Wochen im Jahre 1971 auf 32 Wochen 1978. Dieser Gewinn ist noch beeindruckender, wenn man bedenkt, daß auch 1971 schon computerisierte Methoden angewandt wurden und daß das Modell des Jahres 1978 sehr viel komplizierter war. Bei einigen Anwendungsarten wurden 40 Stunden manueller Zeichenarbeit auf 20 Minuten reduziert, wobei NC-gesteuerte Zeichenautomaten die digitalisierten Daten des Tonmodells benutzten. (8)

Diese Einheit von Design, Konstruktion und Produktion, die durch den Computer ermöglicht wird, gibt dem Management neue Kontrolle über die Arbeit. Obwohl eine derartige Integration in einer so großen Organisation wie GM heute noch lange nicht voll verwirklicht ist, hat der Präsident von General-Motors, E.M. Estes, die Zukunftspläne des Konzerns so umrissen:

"Eine interne Studie ergab kürzlich, daß die Anwendung von Computern in der Produktion hinter den Anwendungsgebieten in Design und Datenverarbeitung bei GM zurückgeblieben ist. Aber die Studie kam zu dem Schluß, daß die Anwendung von Computern in der Produktion um rund 400 Prozent ausgeweitet werden wird in den nächsten 5 Jahren bis 1982, gegenüber nur 40 Prozent Wachstum bei den Design-Funktionen und

9 Prozent Wachstum bei der Datenverarbeitung. Ich glaube, man kann mit ziemlicher Sicherheit sagen, daß in den nächsten zehn Jahren etwa 90 Prozent aller neuen GM-Produktionsmaschinen und Montagewerke von Computern gesteuert sein werden. Das bedeutet aber nicht, daß Menschen durch Computer ersetzt werden, sondern vielmehr, daß Computer unseren Beschäftigten eine bessere Arbeit ermöglichen werden." (9)

"Die Arbeit unserer Beschäftigten verbessern" bedeutet aber im Klartext die Minimierung ihrer Kontrolle über den Arbeitsplatz.

Die vertikale Integration der Produktion vom Design bis zur Montage ist gekoppelt mit einer horizontalen Integration der Werkstatt selbst. Die Kontrolle der maschinellen Bearbeitung durch NC-Maschinen ist kombiniert mit der computer-gesteuerten Überwachung anderer Werkstattaktivitäten; wo sich die Arbeit befindet, was die Arbeiter machen, usw. In einer Fabrik, in der viele verschiedene Teile hergestellt werden, kann selbst ein so einfaches Problem wie die Kenntnis darüber, wo sich ein bestimmtes Teil befindet, ungeahnte Ausmaße annehmen. In einem Flugzeugwerk können bis zu 150 000 Teile zirkulieren. Eine genauere Kontrolle darüber, wo sich bestimmte Teile befinden, gibt dem Management außerdem eine noch vollständigere Kontrolle über die Tätigkeiten der Arbeiter und die Zeiten, die sie dafür benötigen. Kurz, verschiedene Formen von Management-Kontrolle fallen zusammen zu einer allgemeinen Kontrolle.

Für das Management schafft eine computer-integrierte Produktionsweise eine einheitlichere und kontrolliertere Fabrik. Es ist eine der Ironien des Taylorismus, daß die vollständige Fragmentierung des Arbeitsprozesses auf der anderen Seite auch eine komplizierte, zersplitterte Management-Hierarchie schafft. Immer neue Zuständigkeitsebenen und Verantwortungsüberschneidungen schaffen eindrucksvolle Organisationsdiagramme, aber auch eine umständliche Befehlshierarchie. Der Computer erzeugt neue Qualifikationsanforderungen für das

Management, während die Qualifikationen der Maschinenbediener immer mehr abgebaut werden.

Joseph Harrington, der führende Management-Berater auf dem Gebiet der numerischen Steuerung, beschreibt die Auswirkungen von NC auf den "managerial process" fast schon poetisch:

"... oberhalb der Ebene der Meister wird jeder in einem weitgehend nicht-unterteilten Entscheidungsfindungsprozeß arbeiten. Die alten Unterteilungen werden sich unter den unwiderstehlichen Anforderungen der neuen Technologien auflösen und innerhalb des Unternehmens wird ein freier Informationsfluß stattfinden." (10)

Harrington vergleicht die neue Gewalt von Managern über den Produktionsprozeß mit der Kontrolle, die ein Handwerker in vorindustrieller Zeit über den Produktionsablauf hatte.

"Ganz offensichtlich wird das neue System nicht von einer einzelnen Person dominiert werden, wie es z.B. der Handwerker in der vorindustriellen Zeit war, sondern dieselben Verantwortlichkeiten werden jetzt von einer integrierten Gruppe von Leuten übernommen."
(11)

Die Frage, ob diese integrierte Kontrolle aber auf hierarchische Weise ausgeübt wird und die Arbeiter beherrscht oder auf demokratische Weise ihre Kontrollmöglichkeiten eher vergrößert, ist eine gesellschaftliche Frage, nicht so sehr eine technische. Diese neue Einheit der Manufaktur macht es notwendig, nicht nur über Arbeiterkontrolle, sondern über Kontrolle über den Betrieb selbst zu sprechen.

2. Die Schwächung der Kontrolle der Arbeiter über den Arbeitsprozeß

Die durch die Numerische Steuerung bewirkte Reorganisation der Arbeit schwächt die Macht der Arbeiter grundlegend, sowohl individuell als auch kollektiv. Bei der Arbeit ist der Arbeiter gleichzeitig Individuum, Teil einer Arbeitsgruppe, und womöglich Gewerkschaftsmitglied. Als Individuum kann er auf verschiedene Weise darauf reagieren, daß seine Fertigkeiten nicht mehr gebraucht werden. Für die Arbeitsgruppe und die Gewerkschaft bedeutet dieses "Ende der Unentbehrlichkeit" seiner Fertigkeiten die Unterminierung einer wichtigen historischen Grundlage für Kontrolle am Arbeitsplatz und schwächt die Macht der Gewerkschaften im Betrieb. Das Management wird von dieser Fessel befreit und gewinnt dadurch eine wichtige neue Flexibilität und Kontrolle durch computer-integrierte Produktionstechnik.

Die Auswirkungen dieser Abwertung der Fertigkeiten für den einzelnen Arbeiter können verheerend sein. Ich habe in England mit einem Maschinenfacharbeiter in einem Werk der Luftfahrtindustrie gesprochen, der 17 Jahre lang hochqualifizierter Facharbeiter war und Spaß an seiner Arbeit hatte. Während der letzten 6 Monate hatte er eine NC-Drehbank bedient und war sehr frustriert. Er beschrieb seine Misere sehr anschaulich: "Ich habe 17 Jahre lang in diesem Beruf gearbeitet. Das Wissen ist immer noch in meinem Kopf, die Fertigkeiten sind immer noch in meinen Händen, aber beides wird nicht mehr gebraucht. Ich gehe nach Hause und fühle mich unbefriedigt, als ob ich nichts getan hätte. Ich habe das Bedürfnis zu arbeiten, zu Hause irgendetwas zu tun." (12) Kreative Energie wird der hierarchischen Kontrolle geopfert.

Ein anderer Arbeiter in Detroit sah die Auswirkungen von NC auf sein Leben ganz anders. Er war 20 Jahre lang Formenmacher in einer großen Automobilfabrik gewesen und sah NC als einen "leichten Job" und war nur zu glücklich, keinen Einfluß mehr auf seine Arbeit nehmen zu brauchen. Auf die Frage, wie er persönlich NC beurteile, antwortete er:

"Ob ich mich schlecht fühle nach der Arbeit?
Die Antwort lautet: Nein. Ich komme ja nicht zur Arbeit, um mich zu amüsieren. Ich komme einfach und kriege dafür mein Geld. Davon abgesehen gibt es schon Mittel und Wege, die Langeweile zu bekämpfen." (13)

Für einige Arbeiter sind die Arbeitsbedingungen sowieso so schlecht, daß die Dequalifizierung, die durch numerische Steuerung bewirkt wird, keinen Grund zur Aufregung darstellt. Die Arbeiter, die sich um ihre eigenen Fertigkeiten keine großen Gedanken machen, sind der Meinung, daß ihnen der Machtzuwachs für das Management durch die Anwendung computerisierter Methoden auch egal sein kann. Aber da haben sie natürlich Unrecht, denn Kontrolle ist Kontrolle, und wenn Arbeiter auf sie verzichten, dann ist das immer zu ihrem Schaden.

Numerische Steuerung ermöglicht eine umfassendere Kontrolle der Arbeiter durch Technologie auch in den Bereichen, in denen bisher selbst die besten sozialen Kontrollen versagt haben. Gelernte Werkzeugmacher gehören traditionell zu den militantesten und bestorganisierten Arbeitern in der Automobilindustrie. Diese hochqualifizierten Arbeiter bauen die Werkstückaufnahmen und die Formen für die Karosseriebleche. Ein Teil ihrer Macht beruht auf der Tatsache, daß die Komplexität und Vielfalt ihrer Arbeit eine effektive Automatisierung verhindert haben, was ihnen ein gewisses Maß an Kontrolle am Arbeitsplatz in einem besonders zentralen Bereich der Produktion gab. Ihr Einfluß ist umso größer, als sie nicht nur ihre eigene Arbeit, sondern das Funktionieren eines ganzen Automobilwerks beeinflussen können. Der Versuch, diese Arbeiter allein durch die Anwendung von Taylormethoden

der Zergliederung der Arbeit und Neuorganisation der Werkstatt in den Griff zu bekommen, erwies sich also als besonders untaugliches Mittel.

Die Zergliederung der Arbeit in der Fabrik war oft verbunden mit der Auslagerung von Arbeiten an kleine "Hinterhof-Werkstätten", in denen der Besitzer selbst für strikte Disziplin und hohes Arbeitstempo sorgt, indem er oft selbst mit seinen Leuten zusammen arbeitet. Diese zusätzliche Kontrolle bewirkt nicht nur niedrigere Produktionskosten, sondern bildet auch einen Anhaltspunkt für die Leistungsbeurteilung der Arbeiter in großen Automobilwerken. Die Arbeiten wurden zwar aus anderen Gründen an diese Werkstätten vergeben als wegen dieser weiterreichenden Kontrolle über die Arbeit (z.B. wegen niedrigerer Kosten durch niedrigere Löhne), aber ohne Zweifel war dies ein wichtiger Grund dafür, daß eine Firma ihre eigenen Kapazitäten nicht weiter ausbaute. Während der Versuch, die Produktion durch die Auslagerung von Arbeiten zu kontrollieren, eine Kostensenkung bewirkte, so hatte er doch den Nachteil, die direkte Kontrolle im eigenen Hause über eine wichtige Stufe des Produktionszyklus dafür zu opfern. NC trägt zur Lösung dieses Problems bei, indem sie die Arbeit selbst dequalifiziert, also beherrschbarer macht durch die Anwendung von Technologie. Diese ausgeweitete Kontrolle betrifft nicht nur die Maschinenarbeiter selbst, sondern auch die Organisationsform des gesamten Produktionszweiges. Wenn es kostenmäßig vorteilhaft ist, können Arbeiten immernoch nach außen gegeben werden, aber die kleinen Betriebe verlieren den Kostenvorteil, den sie durch eine strengere Kontrolle ihrer Arbeitskräfte erzielten.

Neben den Werkzeugmachereien dienen auch kleine, nicht gewerkschaftlich organisierte Werkstätten in Detroit, die andere Teile für die Automobilindustrie produzieren, dem Management als Erprobungsfeld für weitere Anwendungsmöglichkeiten von Numerischer Steuerung. In einer Werkstatt, in der sowohl herkömmliche wie auch NC-Maschinen benutzt werden, beschwer-

te sich der Werksleiter über kollektive Arbeitszurückhaltung bei den Maschinenbedienern. Die konventionellen Maschinen werden von hochqualifizierten Maschinenbedienern bedient, die eine jahrelange Ausbildung hinter sich haben. Es ist nicht ungewöhnlich, an einer Bohrmaschine, einer besonders komplexen Werkzeugmaschine, einen Arbeiter bei einer Tasse Kaffee sitzen zu sehen, während er auf einem Arbeitsbogen sorgfältig die erforderlichen Arbeitsschritte plant. Die weitgehend unqualifizierten Arbeitskräfte, die von der Werksleitung für die Bedienung der NC-Maschinen vorzugsweise eingestellt werden, kommen vorbei und sehen das Verhalten dieses Maschinenbedieners bei seiner Arbeit und die Kontrolle dieses Arbeiters über seine Leistung. Wenn dieselbe Arbeit später an einer NC-Maschine gemacht wird, dann versuchen die betreffenden Arbeiter auch schon mal, diesem Vorbild nachzueifern, einschließlich der obligaten Tasse Kaffee usw., und sie ärgern sich darüber, daß sie für einen niedrigeren Lohn weitaus mehr Teile produzieren. (14)

Die Druckindustrie stellt für die Arbeiterbewegung ein abschreckendes Beispiel dafür dar, wie sich die Abschaffung der Kontrolle am Arbeitsplatz für die Macht der Gewerkschaften auswirken kann. Computerisierte Prozesse vernichteten nicht nur Arbeitsplätze, sondern beseitigten auch den Einfluß der übrigen Arbeiter. Verlagsherren sind heute oft bereit, den Arbeitern Anstellung auf Lebenszeit zu garantieren als Ausgleich für die erstaunlichen Zuwächse an Produktivität und Kontrolle durch die neue Technologie.

In einem besonders drastischen Beispiel stellte die liberale Washington Post moderne Druckmaschinen auf, wobei sie beabsichtigte, die gewerkschaftlichen Einflußmöglichkeiten zu umgehen. Die Post lernte 55 nicht gewerkschaftlich organisierte Angestellte für die Bedienung dieser Druckmaschinen in einer Art "Intensivkurs für Streikbrecher" an. In einem von dem Management heraufbeschworenen Streik übernahmen dann 25 leitende Angestellte die Arbeit von 125 Druckern. Die Gewerkschaft war ausgeschaltet. (15)

Die Drucker sind nur die Vorhut bei der Entmachtung am Arbeitsplatz durch neue Technologie. Der frühere Kommentator für das Ressort "Arbeitswelt" der New York Times, A.H. Raskin, glaubt, daß große Teile der Arbeiterbewegung vor einem ähnlichen Schicksal stehen: "Trotz der beträchtlichen ökonomischen und politischen Erfolge der Gewerkschaften verschiebt sich das Machtgleichgewicht - und das Management weiß das. In keinem anderen Industriezweig ist die Zukunft so deutlich sichtbar wie im Zeitungsgeschäft, wo die einst so mächtige Druckergewerkschaft durch die Computertechnologie in die Knie gezwungen wird." (16)

Es mag sein, daß dieser Prozeß in der Metallverarbeitung weit weniger dramatisch verläuft, aber die Strukturveränderungen sind genauso weitreichend. Numerische Steuerung bedeutet für das Management weltweit eine erhöhte Flexibilität. Zum Beispiel ist eine Autofirma nicht mehr so abhängig von einem großen Pool hochqualifizierter Maschinenfacharbeiter, um die Werkzeuge für die Produktion ihrer Automobile herzustellen; das Design kann weitgehend in zentralisierten Hauptbüros ausgeführt werden und die notwendigen Daten werden über das Telefonnetz an die Fabriken weitergeleitet, für die der Arbeitsmarkt am günstigsten ist. Wenn in Deutschland ein Streik stattfindet, dann können die Formen für den neuen FIESTA-Pkw in Spanien fertiggestellt werden.

Bei einem so komplexen Produkt wie dem "Tooling" eines Automobils ist eine Firma natürlich nicht von heute auf morgen unabhängig von den Qualifikationen/Fertigkeiten ihrer Belegschaft. Die Ortsgebundenheit der Millionen von Dollar teuren Kapital-Ausrüstung ist allein schon eine bedeutende Schranke für eine ungehinderte Mobilität der Produktion. Trotzdem wird ein beträchtliches und nutzbares Ausmaß an Flexibilität erreicht durch die Alternativen, die die neue Technologie bietet.

Wir können die Möglichkeiten der Zukunft ablesen an einem Ereignis, welches auf einer früheren, bereits überholten Entwicklungsstufe von NC auftrat. 1972/73 begann eine Autofirma mit der Arbeit an den Formen für einen kleinen Luxuswagen, der auf dem internationalen Markt mit Mercedes konkurrieren sollte. Der größte Teil der Arbeiten für diese Formen wurde an Werkstätten in der Nähe von Detroit ausgelagert, anstatt sie in den zahlreichen Zweigwerken der Firma in aller Welt herzustellen. Ein Streik in diesen Werken in der Gegend von Detroit im Jahre 1973 drohte die Einführung des neuen Modells hinauszuzögern. Da ein Großteil der Design-Informationen im Computer gespeichert war, konnte der Konzern die Daten an ein eigenes Werk transferieren und die Formen auf NC-Maschinen herstellen, ohne die laufenden übrigen Arbeiten zu verzögern. Es brauchte keinerlei Material, keine Pläne aus den bestreikten Detroit Werken geholt zu werden, um diese umfangreiche Transaktion durchzuführen.

In neuerer Zeit hat die Gewerkschaft UAW (United Autoworkers) mit den Autofirmen Abkommen geschlossen, in denen die Auslagerung von Arbeiten an Werke außerhalb der Firma Streikgrund ist, wenn UAW-Mitglieder im "Lay-Off"-Status sind. Man kann sich unschwer vorstellen, wie ein solches, mühsam ausgehandeltes Abkommen in der Praxis erfolgreich unterlaufen werden kann.

Die Auswirkungen der NC-Technologie werden allerdings von einer Reihe technischer und sozialer Probleme begrenzt. Erstens ist NC relativ neu und leidet noch unter vielen "Kinderkrankheiten". Obwohl die Zuverlässigkeit des Systems verbessert wurde, bleibt die Komplexität des eigentlichen Metallbearbeitungsprozesses ein schwieriges Problem. Zweitens bildet der Kampf der Arbeiter um die Erhaltung einer gewissen Kontrolle über ihr Arbeitsleben immer noch ein gewaltiges Hindernis für das Management bei der Anwendung dieser Technologie.

Die Entwicklung der numerischen Steuerung ist bestimmt

von den Bedingungen dieser technischen und sozialen Realitäten. Automatisierung ist nicht ein bestimmtes Ereignis, sondern ein dynamischer Prozeß. Die Probleme, vor denen die NC-Technologie heute steht, bestimmen die Entwicklung von morgen genauso wie die Entwicklung heutiger Technologie eine Antwort auf eine frühere Generation von Problemen war. Das Management sucht sich aus den vorhandenen technischen Lösungsmöglichkeiten diejenigen aus, die seine Autorität über den Arbeitsplatz ausweiten und den unabhängigen Input der Arbeiter eliminieren.

3. Managementstrategien zur Einführung der NC-Technologie

Die NC-Technologie hat die frühen überspannten Erwartungen der Werkzeugmaschinenhersteller nicht voll erfüllt, die gesagt hatten, daß jeder, der einen Knopf drücken kann, auch eine NC-Maschine bedienen könne. Ein kritisches Problem bei den ersten Anlagen bestand in der elektronischen Zuverlässigkeit der Steuereinheiten und den Schwierigkeiten bei eventuell anfallenden Reparaturen. Aber wichtige Fortschritte auf dem Gebiet der Mikroelektronik führten zu hochgradig verbesserten Steuersystemen wie z.B. CNC (Computer Numerical Control), die viel zuverlässiger und im Falle von Fehlfunktionen reparaturfreundlicher sind. Ein schwieriges Problem ist aber auch die Komplexität des Metallbearbeitungsprozesses selbst. Selbst die kompliziertesten Formen der maschinellen Bearbeitung lassen sich verhältnismäßig leicht programmieren, die Probleme beginnen jedoch in dem Moment, wo die Schneide zum erstenmal das Metall berührt. In gewisser Hinsicht ist es das gleiche Problem, als wolle man ein Auto per Fernsteuerung auf der Autobahn fahren lassen. Mit einer guten Karte kann man verhältnismäßig leicht eine günstige Strecke planen (wenn man auch einen Vorteil bei der Streckenauswahl hat, wenn man die Strecke schon einmal selbst "mit der Hand" gefahren ist). Das Problem taucht auf, wenn man keine Möglichkeiten hat, die Straßenbedingungen während der

Fahrt zu überwachen. Bei Regen muß man beträchtlich langsamer fahren; im Falle eines Hindernisses auf der Straße, welches nicht in der Karte verzeichnet ist, schützt auch die beste computer-gewählte Streckenplanung nicht sicher vor einem schweren Unfall.

Bei normalen spanabhebenden Arbeiten können die Bedingungen sehr variieren. Wenn sich z.B. ein großes Gußteil auf der Werkzeugmaschine befindet, dann kann eine unerwartete harte Stelle eine Schneide zerstören - trotz des besten Programms. In anderen Fällen kann ein unerwarteter Härtegrad des Metalls die Schneide abstumpfen und zu Genauigkeitseinbußen führen. Der Anzahl möglicher Variablen ist keine Grenze gesetzt. Um solchen Problemen begegnen zu können, bekommt der Maschinenbediener einen Schalter, mit der er die Geschwindigkeit der Schneide und den Vorschub innerhalb des gewählten Programms korrigieren und damit die Maschine an die aktuelle Bearbeitungssituation anpassen kann.

Mit diesem "Override"-Schalter kann der Arbeiter nicht nur den Bearbeitungsprozeß beeinflussen, sondern er kann sich auch gegen das Management wehren. In einer von mir besuchten Fabrik beklagte sich der Werkstattleiter über einen Maschinenbediener, der seine Maschine immer nur mit 75 Prozent der programmierten Geschwindigkeit laufen ließ. Als man das Programm daraufhin auf 75 Prozent der ursprünglichen Geschwindigkeit umstellte, fuhr er ganz einfach auch wieder nur mit 75 Prozent des neuen Werts. In einer anderen Werkstatt fuhr der Arbeiter seine Maschine mit 60 Prozent der programmierten Werte, wobei er die Anzeigeskala auf 100 Prozent neu eichte für den Fall, daß irgendein Meister vorbeikäme. Am Ende des Arbeitstages wurde festgestellt, daß zu wenige Teile hergestellt worden waren, aber die Betriebsleitung konnte die Ursache nicht ohne weiteres ermitteln.

Bei gewissen Arbeiten ist es immer noch vorteilhafter, einen mit dem Arbeitsprozeß vertrauten Arbeiter die Maschine überwachen zu lassen, obwohl das bei höheren Stückzahlen aufgrund

technischer Möglichkeiten keine so große Rolle mehr spielt. Dieser Input widerspricht dabei nicht der qualitativen Veränderung der Produktion und der Eliminierung von Fertigkeiten.

Es ist vielleicht sinnvoll, an dieser Stelle ein ähnliches Problem in der Geschichte der Massenproduktion zu betrachten. Früher war die Einführung starrer Automatisierung bei der Herstellung von Zylinderblöcken mit Problemen behaftet, da die Arbeit von qualifizierten Produktionsarbeitern auf eine große komplexe Maschinerie mit automatischen Transferbändern überging. Noch heute, 50 Jahre nach der Entwicklung dieser Technologie, sind neue Transferbänder noch mit diesen Problemen behaftet. Das Bohren, Ausräumen und Schleifen der einzelnen Teile eines Zylinderblocks mit extrem glatten Oberflächen und geringen Toleranzen ist ein komplizierter Vorgang. Aber trotz dieser bestehenden technischen Schwierigkeiten ist es eine bemerkenswerte Tatsache, daß heute Millionen von Motorenblöcken von einer Handvoll Leuten hergestellt werden können, die wenig mehr tun als einen automatischen Vorgang zu überwachen.

Das Management ist sich bewußt, wie sehr NC den Arbeitsplatz reorganisieren kann, und implementiert diese Technologie planmäßig im Hinblick auf maximale langfristige Gewinne. In öffentlichen Diskussionen und populären Artikeln macht man sich fromme Sorgen über den Qualifikationsverlust einiger Arbeiter und äußert Optimismus über die neuen Anforderungen, die geschaffen werden. Alles aber geht aus von der klaren Implikation, daß die neue Technologie gesellschaftlich neutral und unausweichlich ist. Eugene Merchant, Direktor der Forschungsplanung bei Cincinnati Mylaron, zitiert eine internationale Studie, nach der zukünftige Systeme so konstruiert werden müssen, "daß sie die Nutzung menschlicher geistiger Fähigkeiten und menschlicher Eigenschaften der Arbeiter maximieren." (17)

Wenn Manager aber in interner Literatur für andere Manager über die technischen Möglichkeiten von NC sprechen, dann klingt das schon anders. Joseph Harrington, ein NC-Berater, berichtet von einem oft gehörten Satz über NC-Technologie, nämlich "daß das Management endlich die Kontrolle über die Fabrik zurückgewonnen hat." (18)

In einem nüchternen Buch mit dem Titel "Management Standards for Numerical Control", welches Manager mit den Vorteilen der NC-Technologie bekannt machen soll, ist die Botschaft ähnlich klar: "Zu einem großen Teil wurden Computer und numerische Steuerungen entwickelt, um die Anzahl der arbeitsbezogenen Entscheidungen auf Werkstattebene zu minimieren. Solche Entscheidungen, gleich ob gut oder schlecht, sind fast immer suboptimal. Da der Maschinenbediener weitgehend außerhalb des Maschinensteuerkreises steht, macht eine Produktionsweise mit automatischer Steuerung strengere Managementkontrolle nicht nur möglich, sondern auch notwendig." (19)

Besonders aufschlußreich an diesen Steuer- und Kontrollmöglichkeiten der neuen Technologie ist nicht nur, was die Manager sagen, sondern was tatsächlich passiert, wenn sich die Technologie in einer Richtung entwickelt, in der sich eine klare Alternative abzeichnet zwischen erhöhter Kontrolle über den Arbeitsplatz und einer verbesserten Arbeitszufriedenheit und Kontrolle am Arbeitsplatz für die Arbeiter. In einigen Fällen opfern die Manager sogar kurzfristige Produktivitätssteigerungen für das Ziel einer langfristigen engeren Kontrolle.

Ein wichtiger Schritt auf diesem Wege war in den 70er Jahren die Entwicklung der Computer Numerical Control (CNC), die ich schon erwähnt habe. Neue Fortschritte in der Mikroprozessor-Technologie haben es möglich gemacht, einen Mini-Computer an der Werkzeugmaschine anzubringen, der die Arbeitsvorgänge steuert. Statt eines fest-verdrahteten Steuergerätes, welches einen Lochstreifen liest, wird das Magnetband in einen Minicomputer eingegeben und die gespeicherten

Informationen steuern die Werkzeugmaschine. Diese auf den ersten Blick geringfügige technische Änderung hat weitreichende Folgen. Zum Beispiel gibt es jetzt die Möglichkeit, Programme an der Werkzeugmaschine zu korrigieren. Bei einigen Arbeiten ist es von großem Vorteil, wenn man Fehler korrigieren oder Verbesserungen vornehmen kann am Programm an der Maschine selbst statt im Konstruktionsbüro. Der Programmierer kann jetzt das Programm sofort modifizieren durch Handeingabe am Arbeitsplatz.

Es gibt keinen technischen Grund, warum diese Korrekturmöglichkeit nicht auch vom Maschinenbediener und nicht nur vom Programmierer benutzt werden sollte. Es ist sogar möglich, die manuelle Dateneingabe nicht nur zur Korrektur, sondern auch zum selbständigen Programmieren zu verwenden. Man macht es sich aber zu leicht, wenn man argumentiert, daß eine solche Programmiermöglichkeit für den Arbeiter die Wiedergewinnung seiner früheren Stellung im Produktionsprozeß bedeute. Ich habe schon versucht, anschaulich zu machen, daß die Technologie dafür viel zu integriert ist. Zugang zum Programmieren bedeutet nicht die Wiederaneignung eines wichtigen Elementes von Kontrolle am Arbeitsplatz. Die Entscheidung darüber, wieviel Eingabemöglichkeiten der Arbeiter haben sollte, muß sowohl soziale als auch technische Faktoren berücksichtigen. In diesem Falle ist es nicht die Technologie, die Kontrolle am Arbeitsplatz völlig ausschließt, sondern vielmehr die spezielle Form der Anwendung dieser Technologie durch das Management.

Don Smith, Vorsitzender der Industrial Development Division der University of Michigan, warnt, es sei "nicht sehr wünschenswert, den Maschinenbediener überhaupt programmieren zu lassen. Dies würde die Kontrolle über die Produktionsbedingungen unmöglich machen." (20) Der Besitzer eines Zulieferbetriebes äußerte sich ähnlich: "Ich möchte nicht, daß irgendein Arbeiter an den Programmen rumspielt. Das sollte nur in der Konstruktionsabteilung gemacht werden."

Es ist eine der Grundthesen dieses Papiers, daß numerische Steuerung auf eine Weise entwickelt werden kann, die die Kontrollmöglichkeiten der Arbeiter erweitert. Die Entwicklung einer Computer Numerical Control (CNC) für die Ausweitung der Flexibilität der Betriebsleitung hat auch zur Möglichkeit der Rückgewinnung von Kontrollmöglichkeiten durch die Arbeiter geführt. Der Chefprogrammierer in einer kleinen Firma, die ich besuchte, äußerte sich sehr eindeutig über diese Möglichkeit: "Die Sache stinkt. Kein Programmband, das ich rausgebe, ist sicher. Manchmal verändern sie (die Maschinenbediener) Dinge, von denen sie keine Ahnung haben." (22)

In einer großen englischen Firma, die ich besuchte, lagen die Programmierer und die Maschinenbediener in einem ständigen Konflikt wegen Änderungen an den Magnetbändern für CNC-Maschinen. Die soziale Situation wurde dadurch kompliziert, daß beide Gruppen in verschiedenen Zweigen der selben Gewerkschaft organisiert waren. Interessant war, daß die Arbeiter in Form von Gruppenprämien entlohnt wurden und meinten, sie könnten mehr produzieren, wenn sie die Bänder selbst herstellen dürften. Die Betriebsleitung, die sehr deutlich sah, daß die Möglichkeit einer Produktionserhöhung auch eine Produktionseinschränkung beinhaltete, stand auf der Seite der Programmierer, um die Arbeiter von der Handeingabe fernzuhalten. Aber die Arbeiter hatten gelernt, wie man die Bänder weitgehend ändern konnte, und sie nutzten dies wo sie konnten, um die mit einer höheren Leistung verbundenen höheren Löhne zu erreichen.

Ein Arbeiter an einer weniger komplizierten NC-Maschine hatte sich ein eigenes Lochgerät besorgt und machte heimlich seine eigenen Lochstreifen an der Werkzeugmaschine, um seine Leistung zu optimieren. Sein unmittelbarer Vorgesetzter wußte dies, unternahm aber wegen der höheren Leistung nichts dagegen.

Während in den meisten Werkstätten, die ich besucht habe, CNC dazu benutzt wird, die Arbeiter in derselben Position zu halten wie bei konventioneller NC-Maschinerie, so hat doch in einigen mit CNC-Maschinen ausgerüsteten Fabriken der Arbeiter eine wichtigere Funktion bekommen durch Korrektur- oder Programmieraufgaben. Dies hängt oft ab von der Art der zu leistenden Arbeit. Bei der Herstellung komplizierter Einzelstücke ist es ein Vorteil, wenn ein erfahrener Mann direkt eingreifen kann. Durch die Eigenarten der NC-Technologie entfällt soviel Planung, daß es als produktiv und sozial vorteilhaft angesehen wird, dem Arbeiter gewisse Eingriffsmöglichkeiten zu geben. Schließlich wird es ziemlich langweilig, wenn man völlig aus dem Planungsprozeß ausgeschaltet wird.

Der entscheidende Punkt ist nicht, ob das Management bei der Einführung von CNC beschließt, die Rolle des Maschinenbedieners total zu eliminieren, sondern daß CNC den Managern die Wahl gibt, wieviel Kontrolle sie aufgeben wollen. Es ist produktiv, wenn man einen bestimmten Teil aufgibt, aber es ist gefährlich, zuviel abzugeben. Diese Entscheidungsmöglichkeit wird symbolisiert durch den Schlüssel auf der Bedienungstafel, mit der der Arbeiter "ausgeschlossen" werden kann. Oder wie ein Ingenieur mir sagte: "Der Schlüssel gehört dem Besitzer der Maschine."

Die Einführung von NC-Maschinerie hat zu weit weniger Widerstand geführt, als die tiefgreifenden Wirkungen, die von ihr ausgehen, erwarten ließen. Die Erwartungen der Arbeiter wurden bereits in der Anfangsphase dieser Technologie niedrig gehalten durch die schleichende Einführung, die vorherrschend war, und durch ein Gefühl der Resignation gegenüber einer vermeintlich unausweichlichen Entwicklung. Die Betriebsleitungen haben sich alle Mühe gegeben, möglichst keine Spannungen aufkommen zu lassen, indem sie die neue Technologie in Boom-Zeiten einführten, als die direkte Freisetzung von Arbeitskräften am geringsten war.

Als die NC-Technologie in den 60er Jahren auf breiter Basis eingeführt wurde, geschah dies mit den weitgespannten Erwartungen, daß alle Facharbeiter sofort überflüssig würden. In einigen Betrieben wurden die neuen Maschinen mit einer ähnlichen Geheimhaltung umgeben wie etwa neue Waffensysteme; sie wurden hinter neuen Zäunen versteckt und nur von ausgesuchtem Personal bedient. Die Arbeiter sahen aber sehr bald, daß die neuen Maschinen nicht nur nicht die Facharbeiter ersetzen, sondern daß sie oft nicht einmal funktionierten. Die Tatsache, daß die neue Technologie die in sie gesetzten Erwartungen nicht immer erfüllte, erfüllte die Arbeiter mit einem gewissen Zynismus darüber, inwieweit sie wirklich eine Bedrohung darstellten. Selbst wenn die neue Technologie wie geplant funktionierte, wurden nur selten ganze Werke darauf umgestellt. Die Metallverarbeitung ist eine sehr konservative Branche, die lieber an bewährten Methoden festhält. Anders als die Druckindustrie, wo ganze Werke mit einem Schlag auf Computer-Technologie umgestellt wurden, wurden bei der Maschinenarbeit nur einzelne Maschinen eingeführt. Aber wie ein Arbeiter sagte: "Die Maschinen sind ein Witz - bis sie wirklich funktionieren."

Einige der weitreichenden Veränderungen dieser neuen Technologie sind auch für die Arbeiter, die an ihr arbeiten, undurchschaubar. Wenn neue Universalmaschinen eingeführt werden in einer Werkzeugmacherei, dann ist den Werkzeugmachern nicht unbedingt klar, wieviele Zulieferfirmen eliminiert werden.

Selbst die Arbeiter, die erkennen, daß die neue Technologie die traditionelle Rolle der Facharbeiter verändern wird, glauben, daß sie keine Wahl haben als die neuen Maschinen bedienen zu lernen und mitzulaufen, ohne zu wissen, wohin das führt. Oft ist die logische Reaktion der Arbeiter, sich individuell zu verteidigen, besonders wenn kaum Aussicht besteht, kollektiv die eigenen Fertigkeiten im Produktionsprozeß zu verteidigen.

Wenn die Technologie einmal eingeführt ist, besteht nur noch geringe Möglichkeit, eine Änderung ihrer Anwendungsform zu erreichen. Eine Studie des Massachusetts Institute of Technology bei 24 kleinen und mittleren NC-Benutzern im Osten und Mittelwesten der USA drückt die Verwunderung darüber aus, auf wie wenig Widerstand die Einführung der NC-Technologie stieß. (23)

Wie die Firmenleitungen in der Druckindustrie und der Seespedition gezeigt haben, ist es immer noch günstiger, sich mit den gegenwärtig beschäftigten Arbeitern zu arrangieren, wenn dadurch die technologische Herrschaft für die Zukunft gewährleistet werden kann.

4. Alternative Anwendungen der neuen Technologie

Fassen wir zusammen: Die langfristige Konsolidierung der Macht des Management, die durch numerische Steuerung ermöglicht wird, stellt zusammen mit ihren negativen Auswirkungen für die Arbeiter eine immense Herausforderung für die Arbeiterbewegung dar. In Verbindung mit anderen Computersystemen integriert die numerische Steuerung den Arbeitsprozeß so umfassend, daß die einzige effektive Kontrolle den Prozeß als Ganzen erfassen muß. Joseph Harrington, der NC-Berater für das Management, erfaßte den vollen Umfang dieser Integration, als er sie mit der Kontrolle über den Arbeitsprozeß verglich, die ein Handwerker vor 200 Jahren hatte. An die Stelle der Kontrolle durch eine Einzelperson tritt aber heute die vollständigere Kontrolle durch integrierte Managerteams. Die Computertechnik selbst allerdings verlangt keineswegs, daß diese Kontrolle auf Manager beschränkt bleiben muß; dies ist vielmehr eine gesellschaftliche Entscheidung. Um diese Kontrolle auf die Arbeiter auszudehnen, ist es notwendig, Design, Entwicklung und Entfaltung der Technologie in Richtung auf das Ziel der Verstärkung der Kontrolle durch die Arbeiter zu verändern. Meiner Meinung nach würde dies einen grundlegenden Wandel der Gesellschaft

erfordern und kann somit nicht allein am Verhandlungstisch erreicht werden.

Nichtsdestoweniger können Verhandlungsergebnisse durchaus echte Gewinne für die Arbeiter darstellen und zu relevanten Neuüberlegungen über die Technologie führen. Die Notwendigkeit struktureller Veränderungen bedeutet nicht, daß alle hinter diesem Ziel zurückbleibenden Ergebnisse gleichbedeutend sind mit einer "Umstellung der Deckstühle auf der 'Titanic'". Die gewerkschaftlichen Bemühungen aber, einen Einfluß auf die Anwendung von Technologien zu gewinnen, stellen eine Bedrohung einer der heiligsten Kühe dar, nämlich der Verfügungsgewalt des Managements. Im allgemeinen ist das Management weit eher bereit, über Löhne und Zusatzleistungen zu verhandeln als über die Arbeitsorganisation. In der Frage der Technologie hat das Management allerdings die ideologische Initiative ergriffen durch die Propagierung der Alternative: Akzeptierung des Fortschritts oder Rückkehr ins Mittelalter. Das aber verschleierte das wahre Problem, bei dem es nicht so sehr um die Ablehnung der Technologie als solcher geht, sondern um die Ablehnung einer unkontrollierten Weiterentwicklung, die den Menschen noch mehr dominiert. Wir haben gesehen, daß die Manager durchaus bereit sind, Produktivitätszuwächse zu opfern, wenn das ihre Kontrolle verstärkt, weil sie erkannt haben, daß langfristig gesehen eine Ausweitung der "managerial authority" zu ihrem Vorteil ist. Für die Arbeiter ist es genauso lebenswichtig, die ihnen verbliebene Kontrolle über den Arbeitsplatz zu verteidigen. Ein Verlust dieser Kontrolle kann alle anderen Gewinne in Frage stellen, die am Verhandlungstisch erzielt werden können.

Die norwegischen Gewerkschaften waren richtungsweisend in Fragen der Erhaltung der "job control". Im Jahre 1971 beauftragte die Gewerkschaft der Eisen- und Metallarbeiter das Norwegian Computing Center, eine Regierungsbehörde, mit der Untersuchung neuer computer-gestützter Technologien. Aufgrund dieser Untersuchungen erkämpfte die Gewerkschaft

formelle "Daten-Abkommen", in denen die Rolle der Gewerkschaften bei Technologie-Fragen und Entscheidungen umrissen wird.

In der Praxis führte dies zur Einrichtung einer neuen gewerkschaftlichen Einrichtung, der "data shop stewards". Diese Stewards überwachen die Einführung neuer Technologien und versuchen diejenigen Faktoren zu erfassen, die die Macht der Arbeiter und ihrer Gewerkschaften untergraben. In einem Betrieb gelang es der Gewerkschaft, für die Arbeiter in der Werkstatt Zugang zu dem computer-gestützten Produktions- und Inventarsystem zu erkämpfen. In demselben Betrieb sind alle NC-Maschinenbediener als Programmierer ausgebildet worden und machen selbst die Korrekturen an den CNC-Maschinen. (24) Das beeindruckende an den Erfahrungen der Norwegischen Gewerkschaften sind nicht so sehr die spezifischen Forderungen, sondern vielmehr die Versuche, die Technologie für die Arbeiter zu entmystifizieren und sie für eine Einflußnahme auf die Richtung der technologischen Veränderungen zu mobilisieren.

Die Erkenntnis, daß es für die Arbeiter wichtig ist, wie produziert wird, kann nicht getrennt werden von den Entscheidungen darüber, was produziert wird. Durch die Vereinheitlichung der Produktion auf der Ebene des Designs verweist die NC-Technologie auf die gesellschaftliche Anwendung der Produkte. Die Arbeiter bei Lucas Aerospace in England haben diese Probleme schon angesprochen, indem sie das Recht, an gesellschaftlich nützlichen Produkten zu arbeiten, verknüpft haben mit einer Produktionsmethode, die Kontrolle und kreativen Anteil der Arbeiter maximiert. (25)

Anmerkungen

- 1) Dr. Bernard Chern, director of NSF (National Science Foundation) program on Production Research and Technology, quoted in Iron Age, Vol. 221, No. 43-Oct. 23, 1978 p. 113
- 2) American Machinist, Vol. 121, No. 11, Nov. 1977, p. I-1
- 3) "Numerically Controlled Machine Tools and Group Technology: A Study of U.S. Experience", Center for Policy Alternatives at the Massachusetts Institute of Technology, CPA-78-2 Jan. 13, 1978, p. 39
- 4) Iron Age, "The Machine Tools That Are Building America," Vol. 218, No. 9, p. 158
- 5) "The CAD/CAM Interface: Problems and Solutions", Dr. Edwin N. Nilson, in Proceedings 15th Numerical Control Society Annual Meeting and Technical Conference, April 9-12, 1978, p. 12
- 6) Interview, Detroit, Mich., Dec. 1978
- 7) The Staff Operations of the General Motors Technical Center (undated G.M. Public Relations Brochure)
- 8) Interview, 1978
- 9) Robert W. Decker, "Computer Aided Design and Manufacturing at GM," Datamation, May 1978
- 10) Joseph Harrington, Jr., Computer Integrated Manufacturing, 1973, New York, p. 35
- 11) Ibid. p. 35
- 12) Interview, Nov. 1978
- 13) Interview, Oct. 1978
- 14) Interview, Oct. 1978
- 15) A.H. Raskin, "The Big Squeeze on Labor Unions", Atlantic, Oct. 1978, p.
- 16) Ibid.
- 17) Eugene Merchant, "The Inexorable Push for Automated Production", Production Engineering, Jan. 1977, p. 49

- 18) Harrington, Ibid. p. 10
- 19) Donald N. Smith, Lary Evans, Management Standards for Computer and Numerical Controls, Ann Arbor, 1977, p. 247, (emphasis my own)
- 20) Interview, 1978
- 21) Iron Age, Vol. 221, No. 35, p. 108
- 22) Interview, Dec. 1978
- 23) Ibid. p. 31
- 24) David Noble, "Social 'Choice' in Machine Design: The Case of Automatically-Controlled Machine Tools, and a Challenge for Labor", mimeograph
- 25) Mike Cooley, "Design, Technology and Production for Social Needs" in The Right to Useful Work, Spokesman Books, London 1978