

Sonderdruck aus:

# Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Werner Dostal, August-Wilhelm Kamp, Manfred Lahner,  
Werner Peter Seessle

Flexible Fertigungssysteme und  
Arbeitsplatzstrukturen

15. Jg./1982

**2**

## **Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (MittAB)**

Die MittAB verstehen sich als Forum der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Es werden Arbeiten aus all den Wissenschaftsdisziplinen veröffentlicht, die sich mit den Themen Arbeit, Arbeitsmarkt, Beruf und Qualifikation befassen. Die Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift sollen methodisch, theoretisch und insbesondere auch empirisch zum Erkenntnisgewinn sowie zur Beratung von Öffentlichkeit und Politik beitragen. Etwa einmal jährlich erscheint ein „Schwerpunktheft“, bei dem Herausgeber und Redaktion zu einem ausgewählten Themenbereich gezielt Beiträge akquirieren.

### *Hinweise für Autorinnen und Autoren*

Das Manuskript ist in dreifacher Ausfertigung an die federführende Herausgeberin Frau Prof. Jutta Allmendinger, Ph. D. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 90478 Nürnberg, Regensburger Straße 104 zu senden.

Die Manuskripte können in deutscher oder englischer Sprache eingereicht werden, sie werden durch mindestens zwei Referees begutachtet und dürfen nicht bereits an anderer Stelle veröffentlicht oder zur Veröffentlichung vorgesehen sein.

Autorenhinweise und Angaben zur formalen Gestaltung der Manuskripte können im Internet abgerufen werden unter [http://doku.iab.de/mittab/hinweise\\_mittab.pdf](http://doku.iab.de/mittab/hinweise_mittab.pdf). Im IAB kann ein entsprechendes Merkblatt angefordert werden (Tel.: 09 11/1 79 30 23, Fax: 09 11/1 79 59 99; E-Mail: [ursula.wagner@iab.de](mailto:ursula.wagner@iab.de)).

### **Herausgeber**

Jutta Allmendinger, Ph. D., Direktorin des IAB, Professorin für Soziologie, München (federführende Herausgeberin)  
Dr. Friedrich Buttler, Professor, International Labour Office, Regionaldirektor für Europa und Zentralasien, Genf, ehem. Direktor des IAB  
Dr. Wolfgang Franz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Mannheim  
Dr. Knut Gerlach, Professor für Politische Wirtschaftslehre und Arbeitsökonomie, Hannover  
Florian Gerster, Vorstandsvorsitzender der Bundesanstalt für Arbeit  
Dr. Christof Helberger, Professor für Volkswirtschaftslehre, TU Berlin  
Dr. Reinhard Hujer, Professor für Statistik und Ökonometrie (Empirische Wirtschaftsforschung), Frankfurt/M.  
Dr. Gerhard Kleinhenz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Passau  
Bernhard Jagoda, Präsident a.D. der Bundesanstalt für Arbeit  
Dr. Dieter Sadowski, Professor für Betriebswirtschaftslehre, Trier

### **Begründer und frühere Mitherausgeber**

Prof. Dr. Dieter Mertens, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Karl Martin Bolte, Dr. Hans Büttner, Prof. Dr. Dr. Theodor Ellinger, Heinrich Franke, Prof. Dr. Harald Gerfin, Prof. Dr. Hans Kettner, Prof. Dr. Karl-August Schäffer, Dr. h.c. Josef Stingl

### **Redaktion**

Ulrike Kress, Gerd Peters, Ursula Wagner, in: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB), 90478 Nürnberg, Regensburger Str. 104, Telefon (09 11) 1 79 30 19, E-Mail: [ulrike.kress@iab.de](mailto:ulrike.kress@iab.de); (09 11) 1 79 30 16, E-Mail: [gerd.peters@iab.de](mailto:gerd.peters@iab.de); (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: [ursula.wagner@iab.de](mailto:ursula.wagner@iab.de); Telefax (09 11) 1 79 59 99.

### **Rechte**

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrofotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

### **Herstellung**

Satz und Druck: Tümmels Buchdruckerei und Verlag GmbH, Gundelfinger Straße 20, 90451 Nürnberg

### **Verlag**

W. Kohlhammer GmbH, Postanschrift: 70549 Stuttgart; Lieferanschrift: Heßbrühlstraße 69, 70565 Stuttgart; Telefon 07 11/78 63-0; Telefax 07 11/78 63-84 30; E-Mail: [waltraud.metzger@kohlhammer.de](mailto:waltraud.metzger@kohlhammer.de), Postscheckkonto Stuttgart 163 30. Girokonto Städtische Girokasse Stuttgart 2 022 309. ISSN 0340-3254

### **Bezugsbedingungen**

Die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ erscheinen viermal jährlich. Bezugspreis: Jahresabonnement 52,- € inklusive Versandkosten; Einzelheft 14,- € zuzüglich Versandkosten. Für Studenten, Wehr- und Ersatzdienstleistende wird der Preis um 20 % ermäßigt. Bestellungen durch den Buchhandel oder direkt beim Verlag. Abbestellungen sind nur bis 3 Monate vor Jahresende möglich.

### **Zitierweise:**

MittAB = „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ (ab 1970)  
Mitt(IAB) = „Mitteilungen“ (1968 und 1969)  
In den Jahren 1968 und 1969 erschienen die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ unter dem Titel „Mitteilungen“, herausgegeben vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit.

**Internet:** <http://www.iab.de>

# Flexible Fertigungssysteme und Arbeitsplatzstrukturen

Werner Dostal, August-Wilhelm Kamp, Manfred Lahner, Werner Peter Seessle\*)

Technische Entwicklungen zur Automatisierung der industriellen Fertigung, wie NC-Maschinen, Roboter, Transferstraßen u. ä. sind unter Arbeitsplatzgesichtspunkten in der Fachwelt immer wieder diskutiert und auch vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung untersucht worden. Bereits im Jahre 1969 wurde im Rahmen des Projektes „Automatisierung und Arbeitsplatzstrukturen“ eine Untersuchung über den NC-Maschinen-Einsatz vorgelegt. Es schlossen sich ab 1973 Untersuchungen in der metallverarbeitenden Industrie (Projekt: Auswirkungen technischer Änderungen auf Arbeitskräfte) und 1974 im Rahmen des Projektes „Automation und industrielle Arbeitskräfte“ Analysen von Arbeitsplätzen an Transferstraßen an.

Auf dem Wege zur vollautomatischen Produktion werden Entwicklungen von „Flexiblen Fertigungssystemen“ besonders auch unter den Aspekten der Arbeitskräfteeinsparung und der Einführung von „mannlosen Schichten“ in der Einzel- und Kleinserienfertigung vorangetrieben.

Das Projekt „Flexible Fertigungssysteme und ihre Auswirkungen auf Arbeitsplatzstrukturen“ befaßte sich mit dieser Entwicklung. Es war wegen seiner Komplexität ein Kooperationsprojekt mit dem Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, und dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF), Berlin.<sup>1)</sup>

Die wesentlichen Ergebnisse sind:

Der Einführungsprozeß von flexiblen Fertigungssystemen ist komplex, langwierig und kostspielig. Bislang gibt es nur Individuallösungen, deren Wirtschaftlichkeit auch nicht nachgewiesen werden kann.

Die optimistischen Prognosen hinsichtlich der schnellen Verbreitung flexibler Fertigungssysteme Anfang der 70er Jahre haben sich nicht realisieren lassen. Die Vollautomatisierung konnte nicht in dem gewünschten Maß erreicht werden. Es werden weiterhin Arbeitskräfte am und im flexiblen Fertigungssystem tätig sein müssen. Allerdings sind Tendenzen wachsender räumlicher und zeitlicher Entkopplung von Mensch und Maschine erkennbar. Diese Entkopplung erlaubt eine Gestaltung der Arbeitsplätze nicht nur nach technischen Erfordernissen, sondern auch nach den Erfordernissen menschengerechter Arbeitsgestaltung.

Die vorhandenen betrieblichen Organisationsstrukturen scheinen auch bei der Nutzung von flexiblen Fertigungssystemen weiterhin bestehen zu bleiben, so daß vorhandene Gestaltungsfreiräume kaum genutzt werden. Es ist deshalb wichtig, auch die Arbeitsplätze im Rahmen der technischen Möglichkeiten bewußt zu gestalten und ihnen nicht dort eine Lückenbüßerfunktion zuzuweisen, wo eine Vollautomatisierung entweder nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist.

Die quantitativen Beschäftigungswirkungen von flexiblen Fertigungssystemen werden nach den heutigen Kenntnissen bis 1990 verhältnismäßig gering sein, da die Ausbreitung von flexiblen Fertigungssystemen durch Mangel an verfügbarem know-how, durch hohe Investitionskosten und durch geringe Planungs- und Herstellungskapazität nur langsam vorstatten gehen wird.

## Gliederung

1. Einführung
2. Definition und Abgrenzung flexibler Fertigungssysteme
3. Stand und Entwicklung der Anwendung flexibler Fertigungssysteme
4. Arbeit an flexiblen Fertigungssystemen
  - 4.1 Vorgefundene Tätigkeitselemente
  - 4.2 Zuordnung von Tätigkeiten zu Arbeitsplätzen
  - 4.3 Vergleich mit der Tätigkeit an NC-Maschinen
  - 4.4 Arbeitsbelastung an flexiblen Fertigungssystemen
  - 4.5 Zeitliche Veränderungen der Arbeitsorganisation

5. Möglichkeiten einer aktiven Arbeitsplatzgestaltung
6. Weitere Verbreitung flexibler Fertigungssysteme

## 1. Einführung

Die Automatisierung der mechanischen Fertigung hat eine lange Tradition. Die Handarbeit am Produkt ist in den vergangenen zwei Jahrhunderten gegenüber der maschinellen Bearbeitung zurückgetreten. Die Arbeitsinhalte der Beschäftigten tendieren zunehmend zu Bedienungs- und Überwachungsaufgaben. Die Wechselwirkung zwischen traditionellen Werkzeugmaschinen und Bedienungspersonen mit Facharbeiterausbildung oder mit angelernter Qualifikation besteht schon sehr lange. Sie wurde durch Neuerungen bei der Maschinenteknik, bei der Antriebstechnik und der innerbetrieblichen Organisation kaum verändert. Eine Vollautomatisierung, d. h. die Übernahme aller Bedienungsfunktionen von Werkzeugmaschinen durch automatische Steuerung und Regelung hat sich nur in den Bereichen durchsetzen können, wo gleichförmige Produkte in großen Stückzahlen hergestellt werden.

Diese Vollautomatisierung beschränkt sich auch heute noch auf nur einige Gebiete der mechanischen Fertigung, wäh-

\*) Dr. Werner Dostal und Manfred Lahner sind Mitarbeiter im IAB, Werner Peter Seessle war als ehemaliger IAB-Mitarbeiter, Dr.-Ing. August-Wilhelm Kamp als freier Mitarbeiter am Projekt beteiligt. Der Beitrag liegt in der alleinigen Verantwortung der Autoren.

<sup>1)</sup> Das Bundesministerium für Forschung und Technologie hat dieses Projekt unter dem Förderkennzeichen 01 W 127 – ZK TAP 0010 gefördert. Es wurde im Frühjahr 1978 begonnen und im Juni 1981 mit einem Schlußbericht „Der Einsatz flexibler Fertigungssysteme: Technische, einführungsorganisatorische, wirtschaftliche und arbeitsplatzbezogene Aspekte“ abgeschlossen. Dieser Bericht erscheint in der Reihe der Forschungsberichte des Projektträgers Produktions- und Fertigungstechnik im Kernforschungszentrum Karlsruhe.

rend ein erheblicher Sektor der metallverarbeitenden Industrie wegen technischer, wirtschaftlicher und personeller Bedingungen im Bereich von nicht automatisierbaren Produktionsstrukturen verblieb.

Mit der Ergänzung vorhandener Werkzeugmaschinen durch informationsverarbeitende Systeme sind in der mechanischen Fertigung neue Ablaufstrukturen für die Produktion entstanden. Die numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen erlauben es, auch kleinere Stückzahlen oder Kleinserien von Werkstücken ähnlich wirtschaftlich wie Großserien abzuarbeiten. Durch die automatisierte Informationsverarbeitung in der Werkzeugmaschine ist es möglich, Konstruktionsergebnisse direkt auf die Abarbeitung in der Werkstatt zuzuschneiden. Der Umsetzungsaufwand der Konstruktionsdetails in Arbeitsvorgaben für die Fertigung, was derzeit im wesentlichen mit der personellen Erstellung von Konstruktionszeichnungen und dem Umarbeiten von Konstruktionszeichnungen in Arbeitspläne geleistet wird, kann zukünftig erheblich verringert werden.

Allerdings konnten die ersten numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen wegen fehlender integrierter Fertigungssysteme nicht in dieser Form genutzt werden, da die vorhandenen Organisationsstrukturen der mechanischen Fertigung nicht sofort mit der Installation einzelner NC-Maschinen umgestellt werden konnten. Neben dem bei jeder neuen Technologie nötigen Lern- und Erfahrungsprozeß ist dies wohl einer der Gründe, warum die numerisch gesteuerten

Werkzeugmaschinen nicht den vorhergesagten schnellen Durchbruch in der Werkstatt gefunden haben.<sup>2)</sup>

Die Gestaltung NC-adäquater Planungs- und Produktionsstrukturen wird derzeit versucht. Eine Entwicklung in diese Richtung sind Formen des computerunterstützten Konstruierens (CAD – „Computer aided design“) und der computerunterstützten Produktion (CAM – „Computer aided manufacturing“).<sup>3)</sup> Im Rahmen dieser Entwicklungen wird im Werkstattbereich versucht, numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen mit automatisierten Transportsystemen zu verbinden, um die Klein- und Mittelserienfertigung weiter automatisieren zu können. Eine Kopplung von Bearbeitungs- mit Transportsystemen ist nicht neu, in den Transferstraßen ist diese Kombination schon lange Zeit realisiert. Allerdings sind diese Transferstraßen nur für die Herstellung eines Werkstückes geeignet, evtl. können geringfügige Varianten mitbearbeitet werden. Bei weiter abweichenden Varianten oder bei der Änderung des Werkstückes ist der Umstellungsaufwand an der Transferstraße sehr hoch.

Die Möglichkeit der Prozeßsteuerung und -automatisierung mit Computern und die Fortschritte in der Gestaltung von Werkzeugmaschinen, die Entwicklung von Bearbeitungszentren und die Flexibilisierung von Transportsystemen erlauben es nun, integrierte Systeme für die Fertigung von Werkstückvarianten aufzubauen. Diese Systeme werden als „flexible Fertigungssysteme“ bezeichnet.

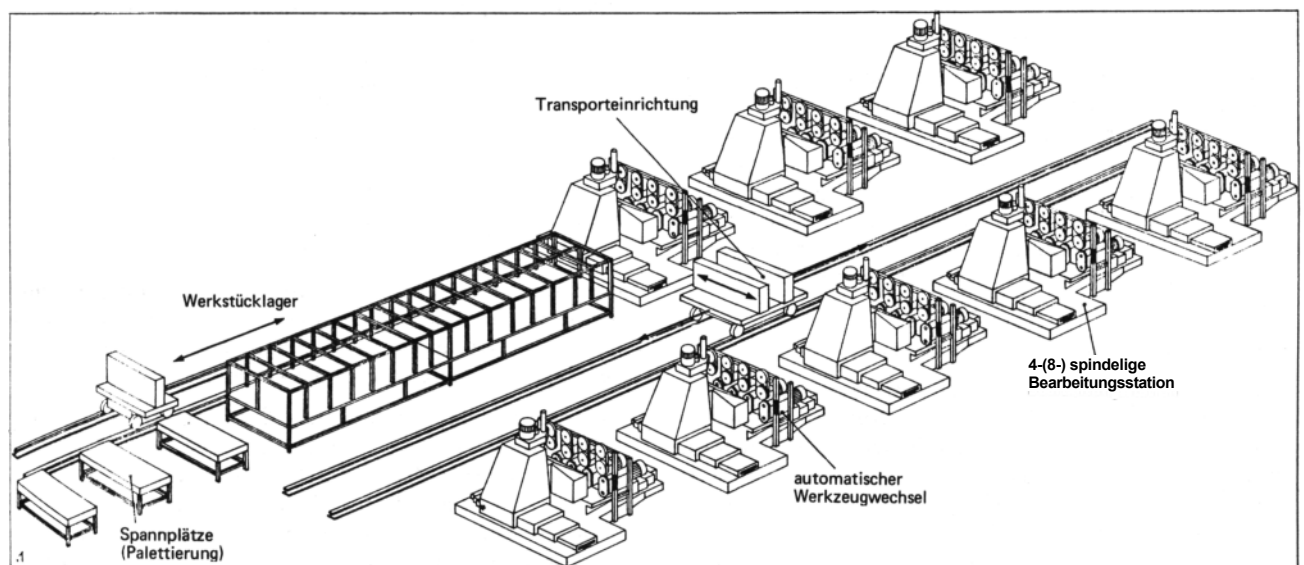
## 2. Definition und Abgrenzung flexibler Fertigungssysteme

Der Aufbau eines flexiblen Fertigungssystems ist in Bild 1 in einer vereinfachten Form dargestellt. Erkennbar sind 4 Elemente:

- Werkzeugmaschinen mit numerischer Steuerung, mit einem Werkzeugmagazin und mit Aufspanntischen für eine automatisierte Beschickung,
- ein Transportsystem, in dem die Werkstücke auf Paletten gespannt oder frei transportiert werden können,
- ein überlagertes Informationssystem, das sowohl die Maschinen als auch das Transportsystem steuert und überwacht,

<sup>2)</sup> Klauer, W., D. Mertens, E. Ulrich, Ansätze zur Prognose des spezifischen Arbeitskräftebedarfs, in: Mitt(IAB) 8/1969, S. 599-603  
 Brödner, P., F. Hamke, Automatisierung und Arbeitsplatzstrukturen. Bericht über Methoden und Ergebnisse von Untersuchungen in der Einzel- und Kleinserienfertigung, in: Mitt(IAB) 8/1969, S. 604-618  
 Brödner, P., F. Hamke, Automatisierung und Arbeitsplatzstrukturen, in: MittAB 2/1970, S. 137-172  
 Merchant, M. E., Delphi-Type Forecast of the Future of Production Engineering, in: Annals of the C.I.R.P., Vol. 20, Nr. 3, 1971, S. 213-225  
<sup>3)</sup> Spur, G., F.-L. Krause, Erläuterungen zum Begriff „Computer-Aided-Design“, in: ZWF 71, 1976, H. 5, S. 180-192  
 Spur, G., J. Gausemeier, Eine Leitlinie zur Entwicklung von CAD-Programmiersystemen, in: ZWF 73, 1978, H. 8, S. 413-419  
 Spur, G. u. a., Behandlung technischer Objekte in CAD-Systemen - Geometrieverarbeitung und Zeichnungserstellung, Karlsruhe, Gesellschaft für Kernforschung mbH, KFK-CAD 31, 1977

Bild 1: Aufbaubeispiel eines Flexiblen Fertigungssystems



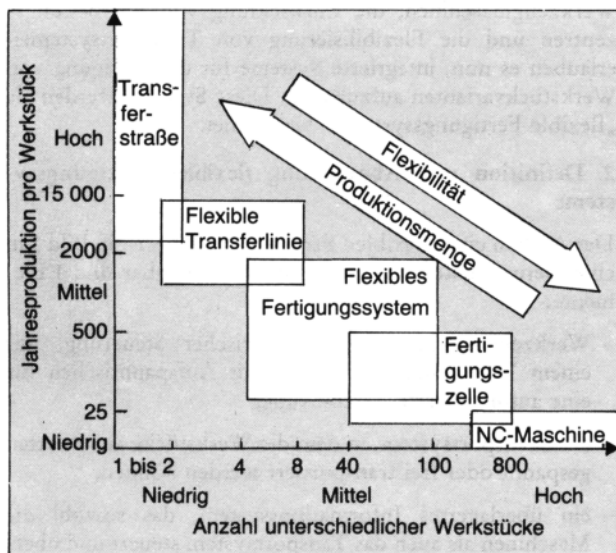
entnommen aus: VDI-Z (Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure für Maschinenbau und Metallbearbeitung), Nr. 15/16, 1979, S. 819  
 Quelle: Weck, Tüchelmann u. a., Flexibles Fertigungssystem in der Flugzeugteilerfertigung, in: Ind.-Anz. Bd. 101, 1979, Nr. 32, S. 42/46

- Arbeitsplätze im System, an denen die Aufgaben personell bewältigt werden, die von der Technik nicht vollautomatisch gelöst werden.

Die Flexibilität eines derartigen Systems ergibt sich daraus, daß unterschiedlich gestaltete Werkstücke an den einzelnen Maschinen mit unterschiedlichen Bearbeitungsverfahren gefertigt werden können. Die Reihenfolge der Bearbeitung und der Durchlauf durch das Transportsystem lassen sich flexibel gestalten. Die Flexibilität eines derartigen Systems ist grundsätzlich dadurch begrenzt, daß nur Werkstücke mit bestimmten geometrischen Formen – hier unterscheidet man flexible Fertigungssysteme für prismatische und für rotationssymmetrische Teile – und mit bestimmten Werkstückabmessungen bearbeitet werden können.

Mit der Einrichtung von flexiblen Fertigungssystemen kann einerseits eine Automatisierung der personell orientierten Werkstattfertigung erfolgen oder können bereits automatisierte Fertigungen flexibilisiert werden (Bild 2):

**Bild 2: Einsatzbereiche verschiedener Fertigungskonzepte**



Quelle: Paprocki, J. T., Flexible Manufacturing systems automating the factory. 2nd International Manufacturing Management and Technology Conference, London, Nov. 1978

- Automatisierung der Werkstattfertigung

In diesem Falle wird durch das flexible Fertigungssystem eine traditionelle Fertigungsorganisation ersetzt. Bearbeitung und Transport sowie die Planung und Steuerung werden von einzelnen technischen Einrichtungen und von Arbeitskräften ausgeführt. In dieser Art der Fertigung sind die Einzelemente nur zum Teil aufeinander abgestimmt und integriert. Flexible Fertigungssysteme führen hier zur Automatisierung unter Beibehaltung oder geringer Einschränkung der zuvor vorhandenen Flexibilität.

- Flexibilisierung der Großserienfertigung

Die Großserienfertigung sei definiert als Produktion großer Stückzahlen gleicher Teile mit hohem Automatisierungsniveau und geringer Flexibilität. Hier besteht die Möglichkeit, durch den Einsatz von Bearbeitungszentren mit ihren vielfältigen Bearbeitungsmöglichkeiten und durch den Einsatz der Informationstechnik die starre Arbeits- und Funktionsweise von Transferstraßen aufzubrechen, sie zu flexibilisieren. Flexible Fertigungssysteme sind nicht an die starre Bearbeitungsreihenfolge durch die einzelnen Stationen der

Transferstraße gebunden, unterschiedliche Werkstücke lassen sich in relativ freier Folge bearbeiten. Durch Werkstücke mit hoher Variabilität werden zudem die einzelnen Fertigungseinrichtungen innerhalb der flexibilisierten Transferstraße intensiver genutzt.

Es wird damit gerechnet, daß solche flexiblen Fertigungssysteme zukünftig in vielen Bereichen der mechanischen Fertigung sowohl bei der Automatisierung der Klein- und Mittelserienfertigung in der Werkstatt als auch bei der Flexibilisierung der Großserien- und Massenfertigung in kompletten Produktionslinien zunehmende Bedeutung erhalten werden. Neben technischen und ökonomischen Fragen sind die Auswirkungen dieser neuen Technologie auf die betroffenen Arbeitnehmer bei der Einführung zu untersuchen. Es ist sinnvoll, derartige Untersuchungen zu einem Zeitpunkt durchzuführen, an dem diese neue Technik noch in ihren Anfängen steckt und daher eine Einflußnahme auf die technische und ökonomische Gestaltung dieser flexiblen Fertigungssysteme noch möglich ist.

### 3. Stand und Entwicklung der Anwendung flexibler Fertigungssysteme

Bisher sind (bis 1980) in der Bundesrepublik Deutschland 17 Projekte flexibler Fertigungssysteme durchgeführt worden. Davon waren (Tabelle 1):

- 4 Systeme realisiert, davon 2 als Modellanlagen an Technischen Universitäten,
- 6 Systeme teilrealisiert bzw. im Aufbau,
- 5 Systeme in unterschiedlichen Planungsstadien und
- 2 Systeme waren geplant, sind aber nicht realisiert worden.

Im übrigen Europa (je 5 in der DDR und in Schweden, je 2 in der UdSSR und in Belgien, je 1 in Bulgarien, Großbritannien und Italien) waren

12 Systeme realisiert, 3

Systeme teilrealisiert, 1

System in Planung und 1

System abgebrochen.

**Tabelle 1: Verteilung flexibler Fertigungssysteme 1980**

	Bundesrep. Deutschl.	Europa	USA	Japan
realisiert	4	12	13	31
teilrealisiert	6	3	1	1
geplant	5	1	5	20
abgebrochen	2	1	k. A.	k. A.

Gemessen an der Anzahl eingesetzter Bearbeitungsmaschinen je flexiblem Fertigungssystem sind die geplanten und realisierten Systeme in der Bundesrepublik Deutschland in der Regel umfangreicher als die in Vergleichsregionen.

Aus der Tabelle geht hervor, daß in der Bundesrepublik Deutschland zwar wenig Systeme realisiert sind, jedoch wird in nächster Zeit die Zahl realisierter flexibler Fertigungssysteme deutlich anwachsen. Im wesentlichen handelt es sich in der Bundesrepublik, um Systeme für die Fertigung prismatischer Teile. Für rotationssymmetrische Teile ist bisher nur eine Anlage teilrealisiert, zwei Anlagen sind in Planung und eine wurde abgebrochen.

Die Zahl der in die flexiblen Fertigungssysteme integrierten Maschinen liegt in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 2 und 28. Das Mittel liegt etwa bei 6 bis 8 Maschinen. Mit den Systemen zur Herstellung prismatischer Teile werden meist komplexe Gehäuse und sonstige Teile mit intensiver Bearbeitung gefertigt. Mit den für rotationsymmetrische Teile ausgelegten Systemen werden Zahnräder, Bohrer, Ankerwellen und andere rotationsymmetrische Werkstücke bearbeitet.

Die Werkstücke, die im flexiblen Fertigungssystem bearbeitet werden sollen, werden auf eine Palette aufgespannt, in ein Magazin eingelegt oder ungespannt im Transportsystem bewegt. Als Transportsysteme innerhalb des flexiblen Fertigungssystems werden Rollenbahnen, Hängebahnen, Kräne oder gesteuerte Flurförderfahrzeuge verwendet.

Aus der geringen Zahl der Systeme, aus dem noch unscharfen Einsatzbereich und aus den noch nicht standardisierten Lösungsversuchen ersieht man, daß der Einsatz flexibler Fertigungssysteme sich in einem Einführungsstadium befindet, und daß alle Aussagen über die Planung, die Realisierung und die Auswirkungen nur Ergebnisse dieser Einführungssituation sein können.

Betrachtet man den Einführungsprozeß, so sind es die verschiedensten Anstöße, die zu einem flexiblen Fertigungssystem führen.

In der Phase der Initiierung der flexiblen Fertigungssysteme wurden Anstöße von außen genannt, wie

- steigende Typen- und Variantenvielfalt bei sinkender Losgröße,
- Produktivitätssteigerung zur Erhöhung der Konkurrenzfähigkeit,
- Steigerung der Lieferbereitschaft,

zum anderen war die Veränderung der Maschinenausstattung im Zuge von Ersatz- bzw. Erweiterungsinvestitionen ein Anlaß, über die Einführung eines flexiblen Fertigungssystems nachzudenken.

Im Planungsstadium, wo die Ziele, die mit dem flexiblen Fertigungssystem erreicht werden sollen, klarer definiert werden, wurden – geordnet nach Prioritäten – u. a. genannt:

- Durchlaufzeitverkürzung,
- Personaleinsparung,
- Kostensenkung.

Personalbeschaffungs- oder Personalkostenprobleme als dominierender Anlaß für eine Initiierung wurden in keinem Unternehmen genannt.

In dem Stadium der Planung, wo die Wirtschaftlichkeit einer Investition über die Einführung entscheidet und sie meist durch reale oder fiktive Personaleinsparungen nachgewiesen wird, gewinnen jedoch quantitative Personalaspekte an Bedeutung.

Immer muß ein Promotor da sein, der in der Lage ist, ein derart komplexes und umfangreiches Projekt von der Idee bis zur Realisierung durchzusetzen.<sup>4)</sup> Dies ist bei flexiblen Fertigungssystemen ebenso wie bei anderen neuen Techno-

<sup>4)</sup> Vgl. dzu: Witte, E., Organisation für Innovationsentscheidungen, Göttingen 1973

<sup>5)</sup> Oberhoff, H., Beanspruchung der Arbeitspersonen an hochtechnisierten Arbeitsplätzen – dargestellt am Beispiel „Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen“, Bern/Frankfurt/München 1976

logien besonders wichtig, da noch wenig Erfahrungen bei der Planung und Realisierung vorliegen, weil die notwendigen Mittel verhältnismäßig hoch sind im Vergleich zu üblichen betrieblichen Investitionen und weil es nahezu unmöglich ist, in der Phase der ersten Planung bereits die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Umstellung nachzuweisen.

Es ist damit zu rechnen, daß zukünftig der hohe Planungsaufwand zurückgehen wird. Die Zeitdauer für die Planung eines flexiblen Fertigungssystems, die derzeit etwa zwischen 2 und 3 Jahren liegt, wird sinken. Es wird erwartet, daß die Anwender eher auf fertige Lösungen (z. B. Komplett-Angebote, Baukastensysteme) zurückgreifen können.

Als wesentliche Vorteile des Einsatzes von flexiblen Fertigungssystemen werden von Anwendern derzeit angegeben:

- Verbesserung der Kapazitätsausnutzung der Bearbeitungseinheiten durch Automatisierung des Materialfluß- und Informationssystems,
- Verringerung des Personalbedarfs, insbesondere durch Automatisierung des Materialflusses, und
- Senkung der Durchlaufzeiten eines Auftrages und damit Senkung der gebundenen Umlaufmittel.

Weitere, nicht oder schwer quantifizierbare Faktoren, wie bessere Anpassung an den Markt, verbesserte Absatzchancen usw., werden derzeit zwar diskutiert, können aber mangels geeigneter Verfahren zur Quantifizierung nicht in Wirtschaftlichkeitsberechnungen einbezogen werden.

#### 4. Arbeit an flexiblen Fertigungssystemen

Der vollautomatische Betrieb eines flexiblen Fertigungssystems – ohne jeden Personaleinsatz – mag zwar ein Ziel dieser technischen und ökonomischen Entwicklung sein, er ist aber derzeit noch eine Utopie. Menschliche Arbeitskraft ist weiterhin nötig, um derartige flexible Fertigungssysteme zu betreiben. An den Nahtstellen zu den anderen Fertigungsstellen müssen die Rohteile eingegeben und die Fertigteile dem System entnommen werden. Die Anlage muß kontrolliert und gewartet werden. Auch einzelne, aus technischen oder ökonomischen Gründen nicht automatisierbare Bedienungsfunktionen sind weiterhin wahrzunehmen. Allerdings erscheint es möglich, die starren räumlichen und zeitlichen Zuordnungen von Arbeitskraft zu Arbeitsaufgabe am flexiblen Fertigungssystem zu lockern. Die Arbeitsplätze werden zukünftig weniger von einer bestimmten Maschine und von deren Bedienung und Überwachung bestimmt, sondern setzen sich zusammen aus einer Reihe einzelner Funktionen, die sowohl räumlich als auch zeitlich variabel geleistet werden können. Das Ausmaß dieser räumlichen und zeitlichen Entkopplung der Arbeitskraft von dem Gesamtsystem und seinen Teilen hängt nur bedingt von der technischen Auslegung der Anlage ab. Die Freiräume der Gestaltung von Arbeitsfunktionen und ihre Zusammenfassung zu Arbeitsplätzen im flexiblen Fertigungssystem sind verhältnismäßig breit und verlangen zusätzliche Gestaltungsmaßnahmen.

##### 4.1 Vorgefundene Tätigkeitselemente

Die Tätigkeitselemente an flexiblen Fertigungssystemen haben sich aus den Tätigkeitselementen des NC-Maschinenbedieners heraus entwickelt. Für die Erfassung dieser Tätigkeitselemente lag ein Kategorienschema vor, das auch hier verwendet wurde.<sup>5)</sup> Es wird unterteilt (siehe Bild 3) in die 5 Hauptgruppen:

- Programmieren und Planen
- Vorbereiten und Rüsten (Maschine)
- Vorbereiten und Rüsten (Information)
- Maschine bedienen und überwachen
- Kontrolle und Wartung

Innerhalb dieser 5 Hauptkategorien gibt es Unterkategorien, die in Bild 3 aufgeführt sind. Diese angegebenen Tätigkeitselemente treten im flexiblen Fertigungssystem sowohl an den einzelnen Bearbeitungseinrichtungen als auch bei den Transporteinrichtungen auf.

#### 4.2 Zuordnung von Tätigkeiten zu Arbeitsplätzen

Diese vorgefundenen Tätigkeitselemente sind nun in den Betrieben zu bestimmten Arbeitsplätzen zusammengefaßt worden. Während bei den NC-Maschinen diese Aggregation dadurch gegeben war, daß in der Regel eine Person eine Maschine bedient und betreut oder eine Person mehrere Maschinen gleichzeitig überwacht (Mehrmaschinen-Bedienung), ist die Situation bei flexiblen Fertigungssystemen grundsätzlich anders:

Die enge räumliche Anordnung der durch das Transportsystem verketteten Bearbeitungsmaschinen und die Kopplung dieser Maschinen durch das übergeordnete Informationssystem lassen Organisationsformen nicht sinnvoll erscheinen, die von einer direkten Zuordnung von einzelnen Arbeitsplätzen zu einzelnen Bearbeitungsmaschinen ausgehen. Die an den automatisierten Anlagen noch vorhandenen Tätigkeitselemente lassen sich bei einem flexiblen Fertigungssystem variabel zu Arbeitsplätzen zusammenfassen, wobei die Zuordnung der Tätigkeitselemente zum Arbeitsvorgang räumlich und zeitlich nicht so starr ist, wie bei der einzelstehenden NC-Maschine. Es ist zu erwarten, daß diese Zuordnung, nachdem sie sich nicht eindeutig aus der technischen Struktur der Anlage ergibt, durch Aspekte der Arbeitsorganisation und der Gestaltung menschengerechter Arbeitsplätze zusätzlich bestimmt würde.

Allerdings scheinen derartige Zuordnungen von Tätigkeiten zu Arbeitsplätzen in der Planungs- und Inbetriebnahme-phase eines flexiblen Fertigungssystems noch kaum durchdacht und geplant zu werden. Zumindest war bei der Unternehmensbefragung in diesem Projekt über diesen Aspekt der Einführung wenig zu erfahren. Die Bewertung dieser Zuordnung bezieht sich auf die realisierten Fälle, bei denen diese Arbeitsplatzstrukturen bereits vorliegen. In den beiden untersuchten Unternehmen, in denen die Arbeitsplatzstruktur bereits besteht und vertieft untersucht werden konnte, war die Zuordnung von Arbeitsaufgaben zu Personen unterschiedlich:

Im flexiblen Fertigungssystem A hat man fünf voneinander abgrenzbare, stark arbeitsteilig strukturierte Arbeitstypen geschaffen:

Werkstückspanner (Palettierer)  
 Vorrichtungsumrüster  
 Einrichter  
 Vorarbeiter  
 Kontrolleur

Im flexiblen Fertigungssystem B hat man dagegen nur 3 Arbeitstypen geschaffen:

Leitstandführer  
 Maschinenbediener  
 Palettierer

In beiden Systemen sind noch Mitarbeiter der Werkzeugvoreinstellung beschäftigt, die aber auch für andere Betriebsbereiche tätig werden.

Vergleicht man mit arbeitsanalytischen Methoden die in diesen beiden Systemen auftretenden Tätigkeitsspektren, dann stellt man fest, daß sich diese voneinander sehr wenig unterscheiden, während die aus diesen Tätigkeitsspektren konstruierten Arbeitsplätze sehr unterschiedlich sind. Die technischen Unterschiede in den beiden Anlagen reichen nicht aus, um diese unterschiedlichen Arbeitsplatzstrukturen zu erklären.

Die fertigungstechnischen und organisatorischen Ausgangspositionen der Unternehmen, von denen aus der Einsatz flexibler Fertigungssysteme angestrebt wurde, waren jedoch sehr unterschiedlich:

- Im Unternehmen, in dem System A installiert ist, wurde in der Fertigung stark arbeitsteilig mit häufigem Wechsel der Werkzeugmaschinen produziert. Ursprünglich sollte statt des flexiblen Fertigungssystems eine Transferstraße angeschafft werden, man entschied sich aber dann doch für ein flexibles Fertigungssystem, weil wegen des Variantenreichtums eine Transferstraße nicht realisierbar war.

- Im Unternehmen, in dem System B installiert ist, wurden die Teile bisher meist auf NC-Maschinen (z. T. mehrspindeliger) weitgehend komplett bearbeitet. Die Arbeitsteilung war geringer als im Unternehmen A. Das flexible Fertigungssystem wurde von Anfang an als Lösung der Automatisierungsprobleme angesehen.

Es ist zu vermuten, daß mehr als die technischen Unterschiede zwischen den beiden flexiblen Fertigungssystemen die traditionellen Arbeitsplatzstrukturen der jeweiligen Unternehmen für die Organisation beim Einsatz einer neuen Technik dominant sind. Qualifikationsstruktur, Organisation und Fertigungsstruktur dieser Unternehmen stehen in einer Wechselbeziehung. In diese traditionellen Strukturen werden dann neuartige Technologien, wie hier das flexible Fertigungssystem, möglichst systemkonform eingebunden.

#### 4.3 Vergleich mit der Tätigkeit an NC-Maschinen

Wird die Tätigkeit im flexiblen Fertigungssystem mit der Tätigkeit an autonom eingesetzten NC-Maschinen verglichen (Bild 4), dann läßt sich am flexiblen Fertigungssystem insgesamt eine Reduzierung der Aufgabenvielfalt gegenüber der NC-Bedienung erkennen: Die einzelnen Tätigkeiten im flexiblen Fertigungssystem sind auch bei optimal gestalteten Arbeitsplätzen weniger vielseitig als die an NC-Maschinen. Allerdings gilt diese hohe Arbeitsteiligkeit insbesondere dann, wenn viele verschiedene Arbeitsplätze nur auf die Systemschnittstellen hin ausgerichtet geschaffen worden sind. In dem Fall B, in dem nur 3 Arbeitsplätze geschaffen wurden, ist die Abweichung vom Tätigkeitsprofil des NC-Maschinenbedieners geringer. Dieses Unternehmen plant, in einem weiteren Schritt ein Tätigkeits-Mix aus allen Arbeitsplätzen zu bilden.

#### 4.4 Arbeitsbelastung an flexiblen Fertigungssystemen

Berücksichtigt man die Einflüsse der jeweiligen Arbeitsumgebung, so folgt daraus die Beanspruchung der Arbeitskräfte, die an den einzelnen Arbeitsplätzen tätig sind.

Die subjektiv empfundenen Arbeitsbelastungen leiten sich ab aus der objektiven Beanspruchung, der individuellen Qualifikation und den jeweiligen Erwartungen an einen idealen Arbeitsplatz.

Bild 3: Tätigkeitselemente an NC-Maschinen und Flexiblen Fertigungssystemen

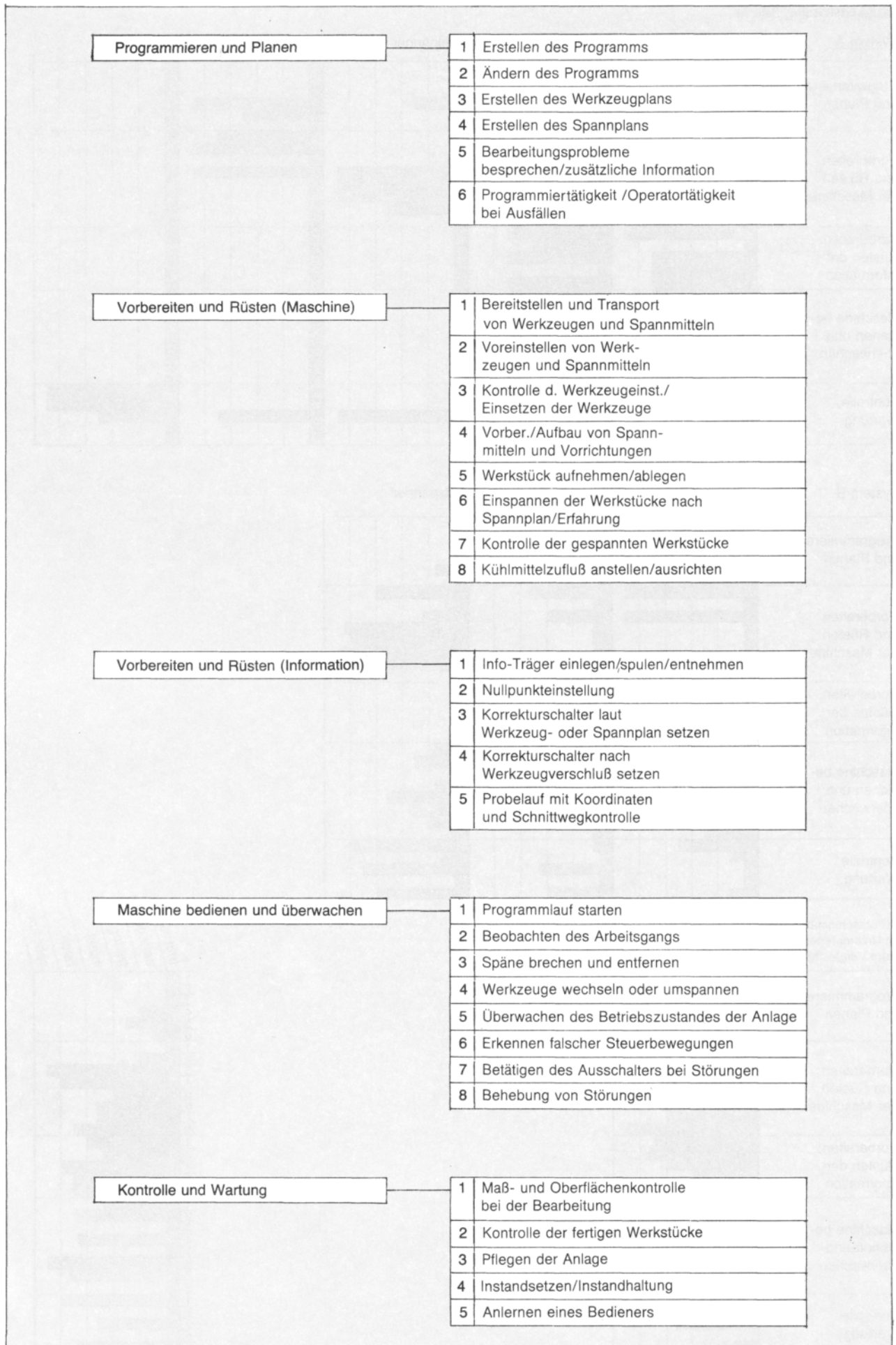
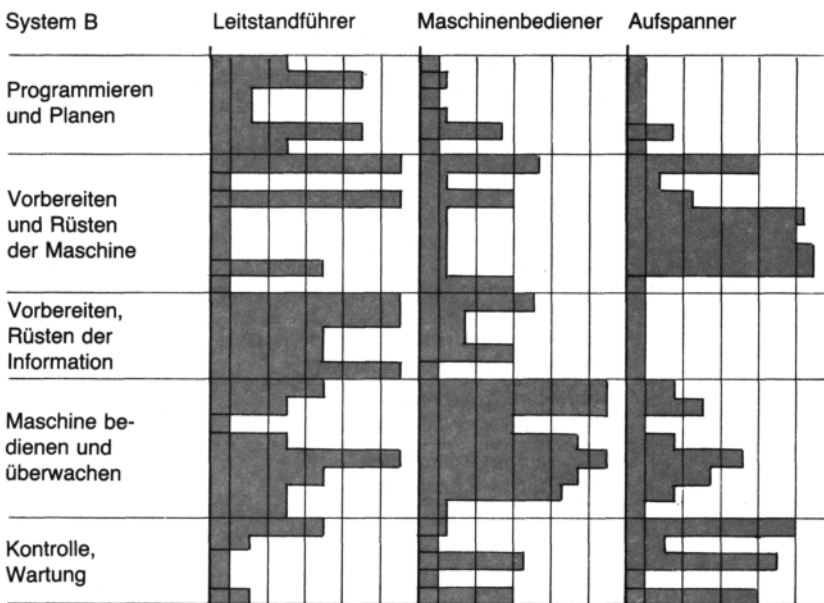
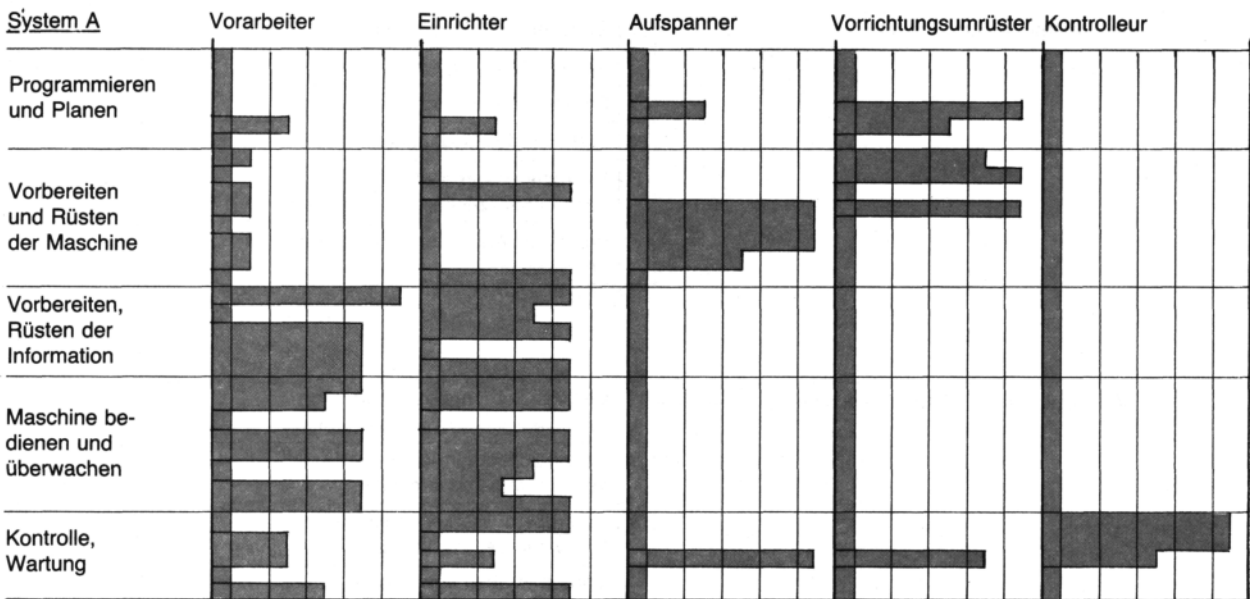
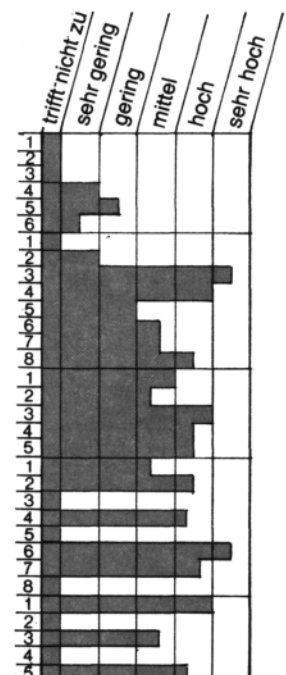
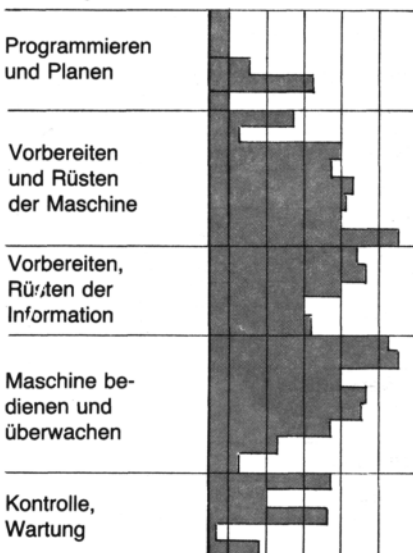




Bild 4: Vergleich der Tätigkeitsprofile an zwei Flexiblen Fertigungssystemen (Untergliederung der Tätigkeitselemente wie beim Tätigkeitskatalog Bild 3)



NC-Maschinenbediener im Unternehmen B (zum Vergleich)



Hinsichtlich „allgemeiner Überlastung“ fühlen sich besonders die Vorarbeiter betroffen. Das Überlastungsempfinden resultiert aus hohen Anforderungen sowohl an die fachliche Qualifikation als auch an die Führungsqualifikation.

Die „körperliche Belastung“ der Palettierer ist deutlich höher als die der NC-Maschinenbediener und auch die aller anderen Arbeitskräfte am flexiblen Fertigungssystem.

Bezüglich des Merkmals „nervliche Belastung“ empfanden die Palettierer eine durchschnittliche Beanspruchung, während sich die Befragten an den anderen Arbeitsplätzen nervlich stark belastet fühlten.

Vergleicht man die vorgefundenen Tätigkeits- und Beanspruchungsstrukturen mit den Vorstellungen des „menschengerechten“ Arbeitsplatzes, für den eine gewisse Vielseitigkeit der Arbeitsausführung und Beanspruchung als erforderlich bezeichnet wird,<sup>6)</sup> dann besteht bei den flexiblen Fertigungssystemen mehr als bei NC-Maschinen die Gefahr einer extremen Arbeitsteiligkeit und einer einseitigen Beanspruchung der Arbeitskräfte. Im Sinne einer Humanisierung des Arbeitslebens läßt sich ein Bedarf nach Arbeitsstrukturierungsmaßnahmen und nach einer besseren Planung der Arbeitsplätze am flexiblen Fertigungssystem ableiten.

#### 4.5 Zeitliche Veränderungen der Arbeitsorganisation

Die Arbeitsorganisation am flexiblen Fertigungssystem und die Zusammenfassung von Tätigkeitselementen zu Arbeitsplätzen und ihre Zuordnung zu Arbeitskräften ändert sich während der Phasen des Einführungsprozesses des flexiblen Fertigungssystems. In den vor der Normallaufphase liegenden Vorbereitungsphasen orientiert sich die Zusammenfassung und Zuordnung im wesentlichen an technisch-wirtschaftlichen Kriterien.

Eine Arbeitsplatzgestaltung unter Berücksichtigung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse ist frühestens in der Normallaufphase zu erkennen.

#### 5. Möglichkeiten einer aktiven Arbeitsplatzgestaltung

Bei einer ersten Betrachtung der Unterschiede in der Arbeitsorganisation zwischen den flexiblen Fertigungssystemen A und B könnte der Eindruck entstehen, daß die technisch weiterentwickelte Konzeption bei B eine menschengerechtere Arbeitsorganisation ermöglichen würde als die des schon vor einigen Jahren in Betrieb genommenen Systems A. Tatsächlich ist es jedoch auch am andersartigen System A möglich, mit einer zeitlichen Aufteilung der Arbeitsvorgänge in bestimmtem Umfang die Arbeitsplätze abwechslungsreicher zu gestalten und eintönige Tätigkeiten auf mehrere Arbeitskräfte zu verteilen. Gleichzeitig ist es damit möglich, die berufliche Qualifikation der Beschäftigten besser zu nutzen oder aber durch job rotation die Qualifikation und Einsetzbarkeit der Arbeitskräfte zu verbessern. Zumindest zeitweise ist damit auch eine Entkoppelung von der Maschine verbunden.

Die begrenzende Größe für job rotation im System A ist die Bearbeitungszeit. Während der Wechsel zwischen den Arbeitsplätzen des Vorarbeiters/Einrichters und des Palettenumrusters wegen der dort meist langzyklischen Tätigkeiten relativ problemlos zu bewältigen ist, werden besonders bei den kurzzyklischen Verrichtungen der Aufspanner bei häufigem Wechsel Verlustzeiten auftreten, die die System-

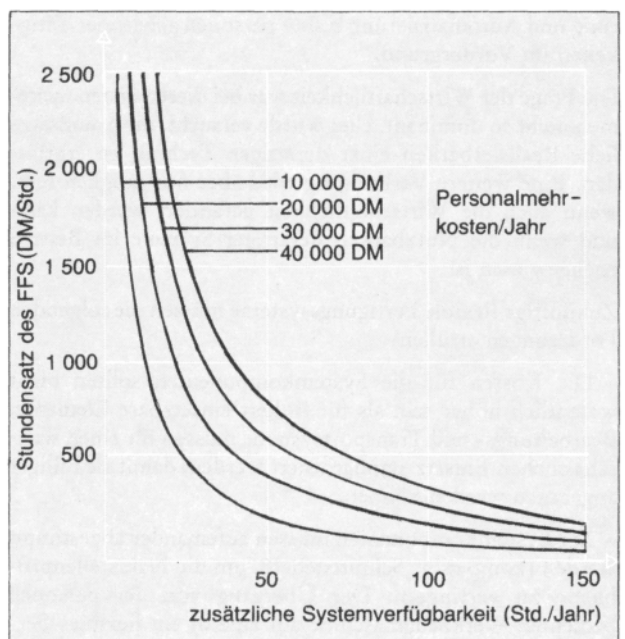
nutzung beeinträchtigen können. Gerade aber an diesen Arbeitsplätzen ist wegen der einseitigen und gleichförmigen Belastung eine Anreicherung und Ausweitung der Tätigkeiten erstrebenswert.

Für die Beschäftigten an diesem System würde sich durch job rotation wegen der Vielfalt der Tätigkeiten und wegen der unterschiedlichen Belastungen aus diesen Tätigkeiten ein neustrukturiertes Belastungs- und Tätigkeitsbild ergeben. Die Spitzenbelastungen würden bei allen Betroffenen abgebaut werden und für Palettierer und Aufspanner würde sich die Tätigkeitsvielfalt erhöhen. Durch eine gleichmäßige zeitliche Verteilung aller Tätigkeiten auf die jetzt am System Beschäftigten würde sich eine Struktur mit hoher Vielfalt - vergleichbar der am System B bzw. an untersuchten NC-Arbeitsplätzen -, jedoch auf einem unter dem Mittelwert liegenden Niveau, ergeben. Diese „geschätzte“ Tätigkeitsstruktur am System B ist natürlich mit Unschärfen behaftet und würde bei ihrer Realisierung je nach individueller Veranlagung von den Arbeitskräften in einzelnen Punkten korrigiert werden müssen.

#### Durchsetzbarkeit alternativer Arbeitsplatzstrukturen

Die Personalmehrkosten, die durch die höhere Qualifikation der Arbeitskräfte entstehen können, sind bei den hohen Systemstundensätzen relativ leicht über eine Erhöhung der Systemnutzung zu amortisieren (Bild 5).

Bild 5: Mehraufwand an Personalkosten und zusätzliche Systemnutzung



So werden z. B. bei einem Stundensatz von 2000,- DM Personalmehrkosten von 40 000,- DM/Jahr durch eine zusätzliche Systemverfügbarkeit von nur ca. 20 Stunden/Jahr amortisiert.

Nicht quantifizierbar, aber doch in die Überlegungen einer Kosten-Nutzen-Betrachtung einzubeziehen sind die Verringerung von Ausschuß durch bessere Systemüberwachung durch qualifiziertere Mitarbeiter und die möglicherweise geringeren Abwesenheits- und Krankheitsquoten, die durch eine höhere Arbeitszufriedenheit an ganzheitlichen Arbeitsplätzen bedingt sein können.

<sup>6)</sup> Birkwald, R. (Red.), Menschengerechte Arbeitsgestaltung, Köln 1978

Bei der betrieblichen Realisierung flexibler Fertigungssysteme bis zur Normallaufphase dominierten technisch-wirtschaftliche Beurteilungskriterien. In dieser Untersuchung wurde festgestellt, daß die vorgegebene Technik Spielräume für eine unterschiedliche Gestaltung von Arbeitsplätzen offen läßt, da diese erst mit der Organisationsstruktur festgelegt werden. Mit der technisch-konstruktiven Auslegung der Systemelemente eines flexiblen Fertigungssystems wird zunächst nur die grundlegende Funktionsteilung zwischen Mensch und Fertigungseinrichtung fixiert, d. h. die Resttätigkeiten für den Menschen werden abgegrenzt.

Die Aufteilung dieser „Resttätigkeiten“ innerhalb flexibler Fertigungssysteme auf Arbeitsplätze erfolgte in den untersuchten Unternehmen in enger Anlehnung an die Strukturierung der Arbeitsabläufe und Arbeitsplätze im umgebenden Fertigungsbereich.

Da es sich bei flexiblen Fertigungssystemen jedoch um eine noch unkonventionelle Fertigungstechnik handelt, sind aus personellen und wirtschaftlichen Gründen auch Überlegungen zu menschengerechteren Arbeitsformen notwendig. Wie an der Gegenüberstellung von Personalkosten und Systemstundensätzen gezeigt wurde, sind menschengerechtere Arbeitsformen ohne wirtschaftliche Einbußen an den Systemen realisierbar.

## 6. Weitere Verbreitung flexibler Fertigungssysteme

Die bisher geplanten und realisierten flexiblen Fertigungssysteme sind erste Versuche, in der spanenden Fertigung flexible Automatisierungskonzepte einzuführen. Dabei stand die Utopie der „mannlosen“ Fabrik, aber auch die Mechanisierung und Automatisierung bisher personell geleisteter Tätigkeiten im Vordergrund.

Die Frage der Wirtschaftlichkeit war bei diesen ersten Systemen nicht so dominant, eher wurde versucht, die grundsätzliche Realisierbarkeit einer derartigen Technik zu ergründen. Eine weitere Verbreitung wird aber nur möglich sein, wenn auch die Wirtschaftlichkeit garantiert werden kann und wenn die Nutzbarkeit derartiger Systeme im Betrieb nachgewiesen ist.

Zukünftige flexible Fertigungssysteme müssen die folgenden Forderungen erfüllen:

- Die Kosten für die Systemkomponenten sollten nicht wesentlich höher sein als für isoliert einsetzbare Elemente. Bearbeitungs- und Transportsysteme müssen für einen wirtschaftlichen Einsatz standardisiert werden, damit sie billiger angeboten werden können.
- Die Systemkomponenten müssen aufeinander abgestimmt werden (kompatible Schnittstellen), um die Nahtstellenprobleme zu verringern. Der Übergang von der personell bedienten Werkzeugmaschine auf eine in ein flexibles Fertigungssystem integrierbare Maschine kann daher neue Bauformen und eine völlig veränderte Gestaltung der Systemelemente erfordern.
- Informationssysteme für flexible Fertigungssysteme werden derzeit „handgestrickt“, sie werden für die jeweiligen flexiblen Fertigungssysteme individuell erstellt. Zukünftig ist hier eine Standardisierung (Modulbildung) notwendig, damit die Softwarekosten kalkulierbar werden.

Werden diese Forderungen erfüllt, dann kann damit gerechnet werden, daß flexible Fertigungssysteme in größerer Zahl – vor allem wegen des sinkenden Investitionsbedarfs – realisiert werden. Es können allerdings Varianten, wie „low cost-systems“, „unmanned machine centers“, Fertigungszellen (Einzelmaschine mit Roboterbedienung) oder ein modularer Aufbau von flexiblen Fertigungssystemen möglich werden, die sich von der heutigen Standardausstattung flexibler Fertigungssysteme unterscheiden.

Als weiterer Einflußfaktor auf die künftige Verbreitung von flexiblen Fertigungssystemen wird die erhöhte Kapitalnutzung ohne zusätzliches Personal gesehen: die dritte „mannlose“ Schicht bei Ein- und Mehrmaschinensystemen. Bisher werden in der Klein- und Mittelserienfertigung in der Bundesrepublik Deutschland – im Gegensatz zu Japan oder Schweden – Schichten noch nicht „mannlos“ gefahren. Eine verstärkte Diskussion dieser Möglichkeit bei Anwendern und zunehmende Aktivitäten bei den Herstellern werden die dritte „mannlose“ Schicht vermutlich bald Realität werden lassen. Voraussetzung ist aber, daß genügend Erfahrungen vorliegen und die Wirtschaftlichkeit dieser dazu erforderlichen Automatisierungstechnik gegeben ist.

Probleme, die sich aus der bislang ausschließlich betriebsorientierten Einführung ergeben haben, wie lange und unübersichtbare Planungsabläufe, hohe Kosten bei der Konzepterstellung und -realisierung, Schwierigkeiten bei Lieferanten ohne know-how auf dem Gebiet der flexiblen Fertigungssysteme u. a., haben in der Vergangenheit den Einsatz flexibler Fertigungssysteme stark behindert. Es deuten sich Lösungsmöglichkeiten an, indem einerseits Generalunternehmer mit einschlägiger Erfahrung komplette flexible Fertigungssysteme anbieten können, andererseits kann eine weitere Durchdringung der Auslegung flexibler Fertigungssysteme durch tiefgehende Simulationsmodelle erwartet werden. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen, die derzeit den Einführungsaufwand nicht selbst leisten können, hätten damit zukünftig die Möglichkeit, den Einsatz flexibler Fertigungssysteme überschaubar zu kalkulieren und zu planen.

Ein zusätzlicher Faktor für eine zunehmende Verbreitung von flexiblen Fertigungssystemen könnten auch die in Verbindung mit flexiblen Fertigungssystemen einzuführenden menschengerechteren Arbeitsstrukturen – wie z. B. durch sozialwissenschaftliche Begleitforschung entwickelt und erprobt werden – sein, vor allem, wenn die größere Wirtschaftlichkeit dieser menschengerechteren Arbeitsstrukturen im Vergleich zu den traditionell eher arbeitsteiligen und damit einseitig belastenden Arbeitsstrukturen in weiteren Untersuchungen nachgewiesen werden könnte.

Bei einer Untersuchung der regionalen Arbeitsmarktbedingungen zeigte es sich, daß flexible Fertigungssysteme vorwiegend in Regionen mit einer Tendenz zu Arbeitskräftemangel realisiert wurden. Lediglich zwei flexible Fertigungssysteme wurden in Regionen mit der Tendenz zu Arbeitskräfteüberschuß aufgebaut. Die Analyse der Beschäftigungsentwicklung und der Ausbildungsstrukturen ergab, daß die Ausbildung in den entsprechenden Berufsgruppen zugenommen hat. Fachkräftemangel wird also zukünftig weniger als Argument für eine Einführung flexibler Fertigungssysteme vorgebracht werden können.<sup>7)</sup>

Versucht man die quantitativen Beschäftigungswirkungen des zukünftigen Einsatzes flexibler Fertigungssysteme abzuschätzen, dann läßt sich dies aus einer Hochrechnung künftiger Verbreitung verketteter NC-Werkzeugmaschinen

<sup>7)</sup> Inzwischen hat sich im Vergleich zu 1979 die Arbeitsmarktsituation so grundlegend geändert, daß dieses Argument derzeit nicht sticht. Wegen der Langfristigkeit der FFS-Einführung können aber derartige Einwände nur zum Teil bei diesen Planungen berücksichtigt werden.

ableiten. Allerdings sind diese Schätzungen sehr unscharf. Für die Zeit bis 1990 erwartet man einen Wert zwischen 20 000 und 30 000 verketteten NC-Werkzeugmaschinen.

Hinsichtlich der quantitativen Auswirkungen auf Arbeitsplätze wird eine Freisetzung bis 1990 von ca. 1000 bis 3000 Beschäftigten geschätzt, wenn zum Vergleich die Leistung unverketteter NC-Werkzeugmaschinen angenommen wird. Da flexible Fertigungssysteme in absehbarer Zeit aber überwiegend konventionelle Werkzeugmaschinen ersetzen werden, wird der Freisetzungseffekt entsprechend dem Produktivitätsunterschied zwischen NC- und konventionellen Werkzeugmaschinen größer sein. Er dürfte dann bis 1990 zwischen 2500 und 7500 Beschäftigten liegen.

Gemessen am Gesamtbeschäftigungsvolumen in der metallverarbeitenden Industrie von über 4 Mio. Beschäftig-

---

<sup>9)</sup> Im November 1981 wurde in einem Unternehmen für den FFS-Einsatz zwischen den Tarifpartnern eine Betriebsvereinbarung abgeschlossen, in der für den Aufbau und den Betrieb einer autonomen Fertigungszelle die Arbeitsgestaltungsmaßnahmen und der Personaleinsatz festgelegt wurden.

ten ist dieser prognostizierte Freisetzungseffekt von 2500 bis 7500 Beschäftigten durch flexible Fertigungssysteme bis 1990 vernachlässigbar. Es ist jedoch zu bedenken, daß flexible Fertigungssysteme nur eine Techniklinie im Rationalisierungs- und Automatisierungsbestreben der Unternehmen sind.

Diese quantitativ eher niedrig erscheinenden Betroffenheitsraten werden gestützt durch die Erfahrungen beim Einsatz von NC-Maschinen und bei der Realisierung von Informationssystemen. Die technischen, organisatorischen und personellen Probleme erweisen sich in der Diffusionsphase meist doch größer als erwartet. Die vorerst geringen Betroffenheitsraten sollen aber nicht dazu führen, daß die Gestaltungsmaßnahmen von Arbeitsplätzen an flexiblen Fertigungssystemen vernachlässigt werden.<sup>8)</sup> Wegen der langen Diffusionsfristen besteht hier die Chance, frühzeitig parallel mit der Technik- und Softwareentwicklung auch Arbeitsstrukturen und Arbeitsplätze nach den Vorgaben menschengerechter Arbeit zu entwickeln.