

Sonderdruck aus:

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Werner Dostal, Klaus Köstner

Mikroprozessoren – Auswirkungen auf Arbeitskräfte?

10. Jg./1977

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. 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).

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; (09 11) 1 79 30 16,
E-Mail: gerd.peters@iab.de; (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: 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: Heißbrühlstraße 69, 70565 Stuttgart; Telefon 07 11/78 63-0; Telefax 07 11/78 63-84 30; E-Mail: waltraud.metzger@kohlhammer.de, Postcheckkonto 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>

Mikroprozessoren – Auswirkungen auf Arbeitskräfte?

Werner Dostal, Klaus Köstner

Im Rahmen des Projekts 5—131 D „Schlüsseltechnologien“ wurden die bisher bekannten Auswirkungen des Mikroprozessoreinsatzes auf Arbeitskräfte untersucht. Ausgehend von einer Beschreibung der verschiedenen Entwicklungslinien, die zu dem Produkt Mikroprozessor geführt haben, werden die bisher bekannten Anwendungen und die schon jetzt feststellbaren innovativen Wirkungen beschrieben.

Auswirkungen sind für die folgenden Gruppen von Arbeitskräften feststellbar: Arbeitskräfte in der Mikroprozessorenherstellung; Arbeitskräfte, die Teile herstellen, die durch Mikroprozessoren überflüssig wurden; Arbeitskräfte, die Produkte herstellen, in denen Mikroprozessoren enthalten sind; Arbeitskräfte, die mit Geräten arbeiten, in denen Mikroprozessoren enthalten sind.

Bei allen vier Gruppen lassen sich Verschiebungen in den Qualifikationsanforderungen feststellen.

Quantifizierungen der Auswirkungen sind aus den im folgenden angeführten Gründen sehr problematisch und sollten deswegen mit Vorsicht betrachtet werden:

- Eine Trennung der Entwicklung der Mikroprozessoren von der übrigen Entwicklung der Informationstechnologie ist nicht möglich.
- Durch Einsatz der Mikroprozessoren wird sich die Produktstruktur ändern, dabei werden neue Produkte eine erhebliche Rolle spielen. Berechnungen der Arbeitsplatzwirkungen ohne die Berücksichtigung einer neuen Produktstruktur sind nicht zulässig.
- Die bisher bekannten Beispiele, in denen durch den Einsatz von Mikroprozessoren erhebliche Arbeitsplatzauswirkungen resultierten, dürfen nicht auf die Gesamtwirtschaft hochgerechnet werden.

Prognosen über den Mikroprozessoreinsatz sind nur als Bestandteil umfassender Prognosen denkbar. Die Isolierung der mikroprozessorspezifischen Effekte erscheint unmöglich, oft auch irreführend.

Die Untersuchung wurde im IAB durchgeführt.

Gliederung

1. Einleitung
2. Definition
3. Entscheidende Faktoren bei der Entwicklung der Mikroprozessoren
 - 3.1 Datenverarbeitungsentwicklung
 - 3.2 Miniaturisierung
 - 3.3 Integration
 - 3.4 Software
 - 3.5 Preisverfall
4. Anwendungsproblematik
 - 4.1 Mikroprozessor als Rechenelement
 - 4.2 Mikroprozessoren in oder als Datenverarbeitungsanlagen
 - 4.3 Mikroprozessor als Prozeßrechner
 - 4.4 Mikroprozessor als Innovator
5. Qualitative Auswirkungen des Mikroprozessoren-Einsatzes
 - 5.1 Betroffenes Produktspektrum
 - 5.2 Zwangsläufigkeit der Entwicklung
 - 5.3 Strukturwandel
 - 5.4 Betroffene Arbeitskräfte
 - 5.5 Qualifikationsveränderung

6. Quantifizierung der Auswirkungen des Mikroprozessoren-Einsatzes
 - 6.1 Übliche Statements
 - 6.2 Methodenprobleme
 - 6.3 Betroffene Berufe
7. Zusammenfassung

1. Einleitung

Die Entwicklung der Technik wird hin und wieder durch Schlaglichter auf außergewöhnliche Produkte diskussionsfähig. Die Mikroprozessoren stehen seit einiger Zeit im Rampenlicht: „Ein Chip, der Arbeitsplätze frißt“¹⁾ oder „der Job-Killer“²⁾ oder im Untertitel „Moderne Elektronik schafft Arbeitslosigkeit“³⁾.

Wie kam es dazu, daß ein einzelnes Produkt so in das Kreuzfeuer der Meinungen über die technische Entwicklung geriet und Unbehagen über den Strukturwandel in der Industrie auslöste?

Ist der Mikroprozessor wirklich eine derartige Basisinnovation, die Technik und Wirtschaft auf den Kopf stellt?

Auf diese Fragen soll im folgenden eingegangen werden.

2. Definition

Was ist ein Mikroprozessor?

Unter dem Begriff „Mikroprozessor“ versteht man „ein Halbleiterbauelement, das durch seine kleinen Abmessungen und seine Rechnerfähigkeiten in herkömmliche elektronische Schaltungen und Geräte die nahezu unbegrenz-

¹⁾ Frankfurter Rundschau vom 26. 11. 1976.

²⁾ Stern vom 24. 2. 1977.

³⁾ Spiegel 51/1976.

ten Möglichkeiten der Computertechnik einführt⁴⁾). Dieses Halbleiterbauelement kann durch Ergänzen mit Speichern und Ein-/Ausgabegeräten zu einem Mikrocomputer ausgebaut werden.

Die Struktur eines derartigen Mikrocomputers unterscheidet sich im Prinzip nicht von der eines ausgewachsenen Computers, vom Umfang der Funktionen und von der Leistungsfähigkeit her hat er den Computer noch nicht erreicht, wird aber irgendwann in diese Leistungen hineinwachsen — oder umgekehrt — Computer werden im Zuge der Miniaturisierung zu Geräten, die unter anderem aus Mikroprozessoren bestehen.

3. Entscheidende Faktoren bei der Entwicklung der Mikroprozessoren

Die Entwicklung der Mikroprozessoren fällt nicht aus dem Rahmen anderer Entwicklungsmechanismen. Die Mikroprozessoren sind klassifizierbar als eine Ausprägung einer Elementerfindung im Rahmen von Systemerfindungen, hier der Elektronik und der Datenverarbeitung⁵⁾. Die Entwicklungszeit liegt im Rahmen der übrigen Elektronik-Entwicklungen: im Zuge der Entwicklung der Digitalelektronik spricht man seit 1971 von Mikroprozessoren als Einzelelemente, seit 1975 gibt es Veröffentlichungen über vermutete Auswirkungen.

Die Entwicklungslandschaft kann beeinflusst sein durch eine weltweite Unterauslastung in der Bauelementeindustrie, die nach Verringerung der Rüstungsaufträge (in den USA) und nach Reduzierung der Forschungssubventionen, durch Abklingen der Aktivitäten in der Weltraumfahrt ihr Potential nicht voll auslasten kann. Dies ist eine der wesentlichen Ursachen, weshalb für Mikroprozessoren neue Verwendungsbereiche gesucht werden.

Der Mikroprozessor ist ein Produkt aus einer Vielzahl von Entwicklungslinien. Es ist sehr schwer, diese auseinanderzuhalten, hier wird aber im Hinblick auf ein besseres Verständnis eine derartige Trennung versucht. Es ergeben sich die folgenden Hauptlinien: Datenverarbeitungsentwicklung, Miniaturisierung, Integration, Software-Problematik und Preisverfall.

3.1 Datenverarbeitungsentwicklung

In der Entwicklungsanalyse der Datenverarbeitung, die das IAB 1970 durchführte⁶⁾, wurden Entwicklungsverläufe im DV-Bereich zusammengetragen und interpretiert. Dabei wurde bereits auf einige Elemente eingegangen, die auch für die Entwicklung der Mikroprozessoren wesentlich sind: Halbleiterentwicklung, integrierte Schaltkreise, Monolithtechnik, Software-Problematik.

Durch neuere Entwicklungen in der Anwendung der Datenverarbeitung tendiert man zum Konzept der „verteilten Intelligenz“ im Gegensatz zu den früheren Zentralisierungsbestrebungen zu Groß- und Großrechnern. Durch Miniaturisierung von Einzelbauteilen lassen sich jetzt leistungsfähige, kleine Datenverarbeitungsanlagen herstellen und einsetzen. Fortschritte in der „Real-Time-Datenverarbeitung“, das heißt, in der sofortigen Bearbeitung eingegebener Daten oder von Bearbeitungswünschen, führten bereits zu ausgedehnten Rechnernetzen mit Terminals, an deren Elektronik zunehmend höhere Anforderungen gestellt wurden. In diese Landschaft läßt sich der Mikroprozessor gut eingliedern.

3.2 Miniaturisierung

Die außergewöhnlichen Leistungen der Mikroelektronik sind nicht denkbar ohne eine weitgetriebene Miniaturisierung. Da meist Leistungsfähigkeit auf Abmessungen oder Volumen von Bauteilen bezogen wird, läßt sich mit dem heute erreichten Stand Aufsehen erregen.

Miniaturisierung ist allerdings keine Erfindung der Elektronik, sie ist hier aber mit am erfolgreichsten praktiziert worden. In der Vergangenheit wurden auch schon andere Produkte miniaturisiert, wenn auch nicht in dem Maße, wie es heute in der Mikroelektronik geschieht. Als Beispiel seien Fotoapparate oder Uhren angeführt.

Dabei darf man aber nicht übersehen, daß die Miniaturisierung nur in den Bereichen möglich ist, in denen der Mensch mit seinen ihm angeborenen Dimensionen nicht Maßstab ist. Daneben gibt es Bereiche, bei denen die Wirtschaftlichkeit mit zunehmender Anlagengröße steigt. Auch dort wird nicht miniaturisiert, sondern die Entwicklung geht in die entgegengesetzte Richtung. Als Beispiele dafür können Kraftwerke oder Produktionsanlagen angeführt werden, auch bei Einkaufszentren oder Schulen ist diese Entwicklung zu beobachten.

Es ist verständlich, daß durch den Menschen starke Beschränkungen für die Miniaturisierung gegeben sind, z. B. kann ein Autoinnenraum nicht beliebig verkleinert werden. Selbst in der Datenverarbeitung stößt man dort an Grenzen, wo der Mensch beteiligt ist: Eine Tastatur kann nicht kleiner werden als es die Bedienung durch Menschenhände zuläßt; auch Anzeigen müssen eine Mindestgröße haben, damit sie lesbar bleiben. Wir können also feststellen, daß nur ein relativ beschränkter Teil unserer zur Zeit bekannten Produkte überhaupt verkleinerbar ist und daß Logikelemente zwar miniaturisierbar sind, aber an Nahtstellen wieder auf andere Größenordnungen Rücksicht zu nehmen ist.

3.3 Integration

Unter Integration versteht man das Zusammenfassen von vielen Einzelelementen in einem Bauteil. Ähnlich wie bei der Miniaturisierung beschrieben, ist die Integration zwar im Bereich der Elektronik weitgehend verwirklicht, aber nicht auf diesen Bereich beschränkt.

Das Prinzip der Integration ist in nahezu allen Technikbereichen eingeführt, um bei steigender Komplexität einen gewissen Überblick zu behalten. Dabei ist es wesentlich, eine Integrationsstufe zu finden, die eine gewisse Standardisierungsfähigkeit enthält. Das so geschaffene integrierte Element muß trotz Integration für eine größere Zahl verschiedener Anwendungen geeignet sein.

Auch aus Gründen der Vermarktung ist eine Integration sinnvoll und notwendig. Es hat keinen Sinn, komplexe Systeme bis zum Einzelteil hin aufzulösen und dann einzeln anzubieten. Heute hat man den Stand erreicht, komplette Produktionsanlagen oder „komplexe Lösungen“ zu verkaufen, was man auch mit Integration bezeichnen kann.

Integration ist nur in den Fällen sinnvoll, in denen ein bestimmter Entwicklungsstand erreicht ist. Die technologische Entwicklung geht normalerweise zunächst von einer Differenzierung der Einzelelemente aus, erprobt deren

⁴⁾ Data-Report 11/1976, Seite 36.

⁵⁾ Näheres hierzu in Lahner, M., E. Ulrich: Analysen von Entwicklungsphasen technischer Neuerungen, Mitt(IAB), Heft 6, Februar 1969.

⁶⁾ Ulrich, E., M. Lahner, W. Jooß: Analyse der Entwicklung der Datenverarbeitung, MittAB 4/1970.

Zusammenspiel, um dann nach Erreichen einer gewissen Produktreife integrierte Lösungen anzubieten.

3.4 Software

Durch den Mikroprozessor wird das Gebiet der Elektronik „softwarefähig“. Die Entwicklung der Datenverarbeitung führte zu einem neuen Softwarebegriff. Während die Datenverarbeitungsanlagen zunächst dazu gebaut wurden, Rechenaufgaben zu lösen, erhielten sie in der kommerziellen Datenverarbeitung und auf den Gebieten der Prozeßautomatisierung Aufgaben, die nicht so sehr durch das Rechnen, sondern mehr durch das Speichern und „in Beziehung setzen“ größerer Datenmengen charakterisiert sind. Mit dem Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung wurden diese Aufgaben softwareorientiert, denn nur so konnten die Vorgänge abgearbeitet und überwacht werden.

Im Unterschied zu spezieller Steuerungselektronik führt die Softwarefähigkeit zu neuen Aufgabenstellungen und Bedingungen:

Die Anpassung eines Mikroprozessors an eine Aufgabe geschieht auf der Software-Ebene.

Das bedeutet, daß ein universeller Mikroprozessor durch Software einem speziellen Anwendungsfall angepaßt werden kann.

Für den Hersteller von Mikroprozessoren bedeutet das, daß er für eine Vielfalt von Anwendungsfällen nur eine schmale Palette von Mikroprozessoren anbieten muß und dadurch zu jeweils hohen Stückzahlen kommt.

Für den Anwender bedeutet das, daß er lediglich die Software- und hardwaremäßige Anpassung der Schnittstellen für seinen Anwendungsfall erstellen muß, das Gerät mit einer umfangreichen Palette von latenten Fähigkeiten steht ihm fertig und lauffähig zur Verfügung.

Diese Funktionstrennung von Hardware und Software ist, global betrachtet, das Gegenteil der Entwicklung, wie sie unter Abschnitt 3.3 Integration beschrieben wurde. Aber nur durch diese Trennung ist die Integration in der Mikroprozessor-Hardware überhaupt denkbar, da nur dadurch die Stückzahlen der Mikroprozessoren erreicht werden, die für eine Integration lohnend sind.

3.5 Preisverfall

Bei Mikroprozessoren wird der „Preisverfall“ besonders hervorgehoben und damit die Einmaligkeit und das Revolutionäre dieser Entwicklung begründet.

⁷⁾ Im Heft 15/1976 der Elektrotechnischen Zeitschrift (etz-b), Organ des VDE, finden wir auf Seite 498 den überraschenden Satz: „Ein Beispiel, bei dem der Mikroprozessor nicht verwendet wird, obwohl er prinzipiell dafür geeignet wäre, sind Taschenrechner. Bei derart hohen Stückzahlen, wie sie hier vorkommen, lohnt sich die Entwicklung eigener hochintegrierter Schaltungen, und zwar sogenannte kundenspezifische Schaltungen.“ Hier zeigt sich deutlich die Schwierigkeit, Entwicklungen der Mikroelektronik und die Entwicklung des Mikroprozessors voneinander abzugrenzen. Zur Vereinfachung wird in diesem Aufsatz davon abgesehen, Mikroprozessor und Mikroelektronik in dieser Weise voneinander zu trennen.

⁸⁾ Siehe Elektrotechnische Zeitschrift (etz-b) 4/1977. Dort wird von einer „Von den Mikroprozessoren herstellten entfachten Euphorie“ gesprochen. Ähnlich äußert sich Heinz Günter Klaus von der FAZ vom 7. 1. 1977: „Offenbar verlangt das Gebot der Plausibilität von den Medienmanagern, daß sie Automationsopfer präsentieren, wenn es darum geht, die These von der elektronischen Arbeitsplatzvernichtung verständlich zu belegen. Dadurch entsteht eine einseitig verzogene Perspektive, die den Eindruck erweckt, von der Freisetzung sei man speziell dann bedroht, wenn man am falschen Fließband sitzt, wenn man konventionelle (d. h. elektromechanische) Registrierkassen und Fernschreiber montiert, Werkzeugmaschinen von Hand steuert oder das Pech hat, bei einem Uhrenhersteller beschäftigt zu sein, der vom Siegeszug der Quarzelemente überrollt wird. Natürlich stimmen alle diese Beispiele, wenn man sie einzeln betrachtet. Zusammengefaßt stimmen sie nicht, weil sie ausschließlich diesseitige Symptome werten, die im Vorfeld der 3. technischen Revolution als Rationalisierungseffekte auftreten.“

Zunächst ist der Bezug interessant: Worauf ist der Preisverfall bezogen?

Während in der amtlichen Statistik von Gewicht, Stück oder Geld ausgegangen wird, gehen im Bereich der Mikroelektronik die üblichen Rechnungen, vorgenommen durch die Hersteller oder Anwender dieser Elemente, von einem definierten Leistungsvolumen aus, z. B. „Zahl der logischen Funktionen“, diese Funktionen sind z. B. Additionen oder Verschiebefunktionen im Speicher des Mikrocomputers.

Da die Packungsdichte, d. h. die Anzahl der realisierten Funktionen, durch die Miniaturisierung und die Großintegration stark zugenommen hat bei gleichbleibendem oder ähnlichem Materialaufwand und nur geringfügigem Fertigungsmehraufwand, erhalten wir eine exponentielle Entwicklung für die Funktionssteigerung, bezogen auf die jeweilige Schaltung.

Dabei wird die Grundeinheit, die „Schaltung“, nur unwesentlich teurer, durch die exponentielle Mehrung der in ihr enthaltenen Funktionen ergibt sich, bezogen auf die Funktion, dieser extreme Preisverfall.

Aber nicht nur durch diese technologischen Ursachen sind die Mikroprozessoren vergleichsweise billig, andere Faktoren kommen hinzu:

- Internationale Arbeitsteilung
- Subventionierte Forschung (Weltraumtechnik in USA)
- Automatisierte Herstellung
- Große Stückzahlen durch Abtrennung der Software-Erstellung
- Große Bauelementeproduktionskapazitäten, die selten voll ausgelastet sind.

Der Siegeszug der Taschenrechner⁷⁾ ist ganz sicher neben Marketingüberlegungen darauf zurückzuführen, daß die Hersteller der Mikroprozessoren in diesem Produkt eine ideale Promotion für den Vertrieb ihrer Mikroprozessoren sahen und diese Taschenrechner sozusagen als Glanzpunkt des Einsatzes vorwiesen. Innovationswiderstände konnten leicht überwunden werden, da der Taschenrechner

- als Gerät und nicht als Problemlösung angeboten wird,
- überwiegend Konsumgut ist,
- durch Gehäuse und Ausstattung differenzierbar ist, und
- als Spielzeug verwendbar ist.

Dadurch werden Assoziationen geweckt, diese Entwicklung könnte den gesamten sekundären und tertiären Bereich auf den Kopf stellen. Erst seit kurzer Zeit gibt es kritische Stimmen, die darauf hinweisen, daß diese Euphorie eine Marketingstrategie der Mikroprozessorenhersteller sei⁸⁾. Deswegen soll hier speziell die Anwendungsproblematik untersucht werden.

4. Anwendungsproblematik

Neben den Taschenrechnern sind bisher u. a. die folgenden Produktgruppen bekannt, in denen bereits Mikroprozessoren eingesetzt werden

Uhren — Nähmaschinen — numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen — Registrierkassen — Fernschreiber — Taxameter — Industrieroboter — Datenverarbeitungsanlagen — Telefonvermittlungen — Schreibautomaten — Kraftfahrzeugelektronik — Verkehrssteuerungssysteme.

Zunächst soll untersucht werden, welche Anwendungsmethoden es bisher gibt.

4.1 Mikroprozessor als Rechenelement

Es handelt sich hier um den Bereich des Einsatzes, in dem lediglich die logischen Funktionen notwendig sind. Hier sind Taschenrechner und Uhr Beispiele. Benötigt wird also die logische Funktion, die in vielen Fällen recht komplex wird; man denke an die vielfältigen Funktionen eines Taschenrechners oder an die Funktionen einer „Jahrhundert-Uhr“, in der unterschiedliche Monatslängen und Schaltjahre gespeichert sein sollen. Vorteile für die Anwendung eines Mikroprozessors liegen in diesem Bereich bei der Störsicherheit, dem geringen Stromverbrauch und in der Miniaturisierung. Eine signifikante Weiterentwicklung dieser Funktionen in diesem Bereich ist derzeit nicht zu erkennen.

4.2 Mikroprozessoren in oder als Datenverarbeitungsanlagen

Bei Datenverarbeitungsanlagen steht die Bewältigung größerer Datenmengen und die Abarbeitung umfangreicher Logik im Vordergrund.

Hier sind die Mikroprozessoren geeignet als Steuerungselemente an all den Stellen, die bisher von konventioneller (d. h. fest verdrahteter) Logik bewältigt wurden. Man erreicht dadurch Vereinfachung und Verbilligung sowohl in den Zentraleinheiten als auch in den Peripheriegeräten. Ein Großteil bisher mechanisch realisierter Funktionen wird vermutlich auch übernommen werden können.

Der Einsatz der Mikroprozessoren als und in Datenverarbeitungsanlagen ist leicht zu realisieren, da

- es sich um die gleiche Branche handelt
- die Aufgaben auf der digitalelektronischen Ebene liegen
- eine Kostensenkung zu erreichen ist
- der Wartungsaufwand erheblich reduziert wird.

Die damit einhergehende Miniaturisierung führt zu stark verkleinerten Datenverarbeitungsanlagen, die zudem energiesparender und weniger störanfällig sein werden.

4.3 Mikroprozessor als Prozeßrechner

Unter Prozeßrechnern versteht man Rechner, die ihre Informationen aus einem irgendwie gearteten Prozeß über Meßfühler und Sensoren erhalten und die ihre Ergebnisse unmittelbar an Stellelemente im Prozeß weitergeben. Die vorliegende Information, z. B. eine Temperatur, ein Druck oder die Stellung eines mechanischen Elementes muß durch entsprechende Wandler so umgesetzt werden, daß der Rechner diese Information in digitaler Form erhält. Genauso müssen die Werte des Rechners wieder in mechanische oder elektrische Aktionen umgesetzt werden, um in einen Prozeß eingreifen zu können.

Der Mikroprozessor arbeitet auf der Ebene der Digitalelektronik. Der Sprung von der Prozeßebene (die mechanisch, pneumatisch, chemisch, optisch, akustisch, elektrisch, elektronisch usw. sein kann) in die Ebene des Rechners erfordert Umsetzungsaufwand beim Hinweg (zum Mikroprozessor) und beim Rückweg (vom Mikroprozessor). Dieser Umsetzungsaufwand hängt stark ab vom jeweiligen Prozeß, vom Abstand der vorliegenden Ebenen und läßt sich normalerweise weder miniaturisieren noch integrieren. Hier haben wir eine erste Einsatzgrenze: Ist die Logik einfach im Vergleich zu den Umsetzungsproblemen, dann lohnt sich der Einsatz eines Mikroprozessors nicht. Können andererseits die Umsetzungsprobleme leicht gelöst werden, dann ist der Einsatz des Mikroprozessors vertretbar.

In diesem Fall ist der Umfang der Logik kaum noch begrenzt, da dann der Mikroprozessor die Breite seiner Fähigkeiten ohne besonderen Mehraufwand demonstrieren kann.

Nahezu alle in Punkt 4 aufgeführten Anwendungsgebiete sind unter dem Begriff Prozeßautomatisierung zusammenzufassen.

Die Beherrschung von Prozessen durch Prozeßrechner ist nicht erst durch Mikroprozessoren möglich. Schon recht früh wurden Prozesse mit Prozeßrechnern automatisiert. Die Umsetzungsproblematik ist weitgehend gelöst, und die Software-Entwicklung im Prozeßbereich hat einen hohen Stand erreicht. Durch Mikroprozessoren besteht jetzt die Möglichkeit, Prozesse zu automatisieren, die bisher aus Kostengründen oder aus Platzgründen nicht realisiert wurden. Ein Elektroherd oder eine Waschmaschine läßt sich eben nur mit entsprechend kleinen und unempfindlichen Logikelementen automatisieren.

4.4 Mikroprozessor als Innovator

Die innovatorische Kraft des Mikroprozessoreinsatzes ist in dem Produkt Taschenrechner deutlich nachzuvollziehen. Durch die neuen technologischen Möglichkeiten wurde ein Produkt erzeugt, das einen bisher nicht bedienten Markt erreichte: Rechenschieber und Tischrechner waren bei weitem nicht in diesen Stückzahlen verkauft worden, wie Taschenrechner produziert und vermarktet wurden.

Betrachtet man die weiteren innovatorischen Ereignisse, dann muß getrennt werden in die

- neuen Produkte, die aufgrund des Mikroprozessoreinsatzes erst möglich werden,
- vorhandenen Produkte, die durch Mikroprozessoren aufgewertet und verbessert werden,
- vorhandenen Produkte, die durch Mikroprozessoren vereinfacht und verbilligt werden,
- vorhandenen oder neuen Produkte, die für die Produktion oder den Einsatz von Mikroprozessoren nötig sind,
- vorhandenen Produkte, die durch Mikroprozessoren entwertet oder überflüssig werden.

Im längeren Trend kann angenommen werden, daß die Nahtstellenproblematik, d. h. die Umsetzung von Informationen auf das Niveau der Digitalelektronik, bei der Planung und Konstruktion von Produkten berücksichtigt werden muß, um überhaupt den Einsatz von Mikroprozessoren zu ermöglichen. Dabei ist denkbar, daß Funktionen, die heute nicht auf der digitalelektronischen Ebene ablaufen, in diese Ebene transferiert werden.

Gleichzeitig nimmt die Komplexität der übrigen Ebenen ab. Ob damit ein Preisverfall verbunden ist, erscheint nach den bisherigen Erfahrungen fraglich.

5. Qualitative Auswirkungen des Mikroprozessoreinsatzes

5.1 Betroffenes Produktspektrum

Die zur Zeit bekannten Anwendungen von Mikroprozessoren liegen auf Gebieten, in denen der Einsatz eine folgerichtige Weiterentwicklung der jeweiligen Geräte ist. Hier ist die Umstellung ein Gebot der Rationalisierung. Die zusätzlichen Möglichkeiten, die der Mikroprozessoreinsatz bietet, werden nur teilweise genutzt. Eine weitere Nutzung erscheint aussichtsreich, wenn erkannt wird, welche vielfältigen Möglichkeiten der Steuerungs- und Pro-

zeßgestaltung bestehen. Hier steht man am Anfang einer Entwicklung, deren Tragweite noch gar nicht ausgelotet werden kann. Bereits mit den heute gegebenen Möglichkeiten ließen sich interessante Anwendungen realisieren, z. B. intelligente Geräte, die Fehlbedienungen verhindern, oder auch Geräte für den Konsumbereich so abwandeln, daß sie ohne Gefahr und ohne spezielle Ausbildung der Benutzer verwendet werden können.

Nicht berücksichtigt wurden bisher die Änderungen von Systemen als Aggregation einer größeren Zahl von zusammengehörenden Produkten. Dort wird sich der Mikroprozessoreinsatz erst aufbauend auf die erste Stufe der Produktinnovation realisieren lassen. Als Beispiel sei hier die Ausweitung der Möglichkeiten des Telefonverkehrs zu einem Breitband-Kommunikationssystem angeführt. Ähnliche Systeme lassen sich auch im Geldverkehr denken. Dort hat es sich gezeigt, daß der Übergang von der Bargeld- auf eine Belegabwicklung möglich ist, und jetzt stehen wir vor der Umstellung von der Belegabwicklung zur Softwareabwicklung, d. h. zum Zahlungsverkehr ohne Beleg mit Terminals und Datenfernübertragung.

In der nächsten Stufe müssen die Produkte und Systeme betrachtet werden, die erst durch den Mikroprozessoreinsatz möglich werden. Einige schon laufende Entwicklungen sind hiermit in Beziehung zu setzen, da sie nur unter Verwendung von Mikroprozessoren wirtschaftlich realisiert werden können. Als Beispiel lassen sich Radargeräte oder Leitsysteme für Kraftfahrzeuge anführen. In beiden Fällen erlaubt der Mikroprozessor-Einsatz einen schnelleren Durchbruch zur Wirtschaftlichkeit, obwohl die Entwicklung auch ohne Mikroprozessoren technisch realisierbar wäre.

5.2 Zwangsläufigkeit der Entwicklung

In diesem Rahmen ist die Frage nach der „Eigengesetzlichkeit“ der Entwicklung der Mikroprozessorenanwendung interessant. Muß sich der Einsatz der Mikroprozessoren durchsetzen, weil durch diese neue Technologie eine große Zahl bisheriger Technologien oder Problemlösungen obsolet werden? Läßt sich eine derartige Umstrukturierung nicht bewußt verhindern, wenn sich herausstellt, daß Mikroprozessoren Arbeitskräfte in großem Umfang freisetzen? Als Besonderheit und Unterschied gegenüber sonstigen Innovationen wird für die Mikroprozessoren vorgebracht, es sei völlig neu, daß eine leistungsfähigere Technologie nicht teurer, sondern billiger angeboten würde. Außerdem sei der Einsatz der Mikroprozessoren nicht mit dem Zwang zur Zentralisierung der Leistungserstellung verbunden, wie das bei den meisten sonstigen Innovationen der Fall ist. Gerade die Möglichkeit zur Dezentralisierung sei eine starke Triebkraft zur Einführung.

Aus dieser Betrachtungsweise könne sich diese Technologie ganz zwangsläufig durchsetzen. Es komme nur darauf an, daß die Vorteile des Mikroprozessors entsprechend an den Anwender weitergegeben und nicht vom Hersteller monopolisiert werden. Daß die Vorteile weitergegeben werden müssen, sei aufgrund der Konkurrenz der Mikroprozessorenhersteller und der Struktur des Mikroprozessormarktes als internationalem Markt gegeben. Zusätzlich führt die Einschätzung des Mikroprozessors als Schlüsseltechnologie dazu, daß in allen Ländern der Anreiz groß ist, durch eigene Produkte an diesem Markt teilzuhaben. Für eine Maschinenstürmerei, die diese Innovation aufhalten oder verzögern kann, gibt es derzeit keine konkreten Anzeichen.

5.3 Strukturwandel

Der bisher durch Mikroprozessoren ausgelöste Strukturwandel betraf Industriezweige, in denen die Feinmechanik vorherrschte. Die feinmechanischen Geräte waren für den Ingenieur schon immer ein Indiz für verzögerten Strukturwandel und gleichzeitig eine Herausforderung. Die Elemente dieser Geräte, die, wie auch die ganze Elektromechanik, aus der Zeit der Jahrhundertwende stammen, wurden zwar häufig verfeinert, verbessert und in ihren Funktionen erweitert, doch wenig grundlegend mit neuen Mitteln und Methoden neu konzipiert. Zum Beispiel wurde der Fernschreiber erst jetzt völlig neu entwickelt, obwohl auch schon früher Verbesserungen möglich gewesen wären.

Die Herstellung dieser Geräte, ebenso deren Wartung, war extrem arbeitsintensiv. Zusätzlich waren sie nicht immer besonders bedienungsfreundlich, und es ist bezeichnend, daß der Fernschreiber alter Bauart durch seine Lärmentwicklung in Büros üblicherweise nicht geduldet wurde. Daraus ergibt sich ein hervorgehobenes Argument für den elektronischen Fernschreiber, „er sei so leise, daß er im Büro verwendet werden könne“.

Ein ähnlicher Strukturwandel, wie wir ihn in der feinmechanischen Fertigung heute erleben, fand vor zwei Jahrzehnten im Werkzeugmaschinenbau statt, als vom Zentralantrieb auf Einzelantriebe umgestellt wurde. Damals wurden die Elektromotoren billig im Vergleich zur Mechanik, so daß es sich lohnte, statt einer komplizierten Kraftübertragung vom Hauptantrieb in die einzelnen Vorschubelemente durch Zahnräder, Wellen und Gestänge einen zusätzlichen Elektromotor unmittelbar dort einzubauen, wo der Antrieb direkt benötigt wurde.

Die Besonderheit des durch Mikroprozessoren ausgelösten Strukturwandels liegt darin, daß zusätzliche Forderungen für Funktion und Komfort auf der elektronischen Ebene leicht und billig erfüllt werden können.

5.4 Betroffene Arbeitskräfte

Es gibt 4 Gruppen von Arbeitskräften, die durch das Aufkommen der Mikroprozessoren betroffen sind:

1. die Arbeitskräfte, die Mikroprozessoren herstellen
2. die Arbeitskräfte, die Produkte herstellen, in denen Mikroprozessoren enthalten sind
3. die Arbeitskräfte, die Teile herstellen, die jetzt durch die Einführung von Mikroprozessoren nicht mehr gebraucht werden
4. die Arbeitskräfte, die mit Geräten arbeiten, in denen ein Mikroprozessor enthalten ist.

Eine Technologiefolgenabschätzung für diese vier Arbeitskräftegruppen ist in der folgenden Übersicht enthalten.

5.4.1 Arbeitskräfte in der Mikroprozessorenherstellung

Die Mikroprozessorenherstellung ist zur Zeit noch auf die USA konzentriert. In der Bundesrepublik Deutschland gibt es bisher keine eigene Mikroprozessorenherstellung. Allerdings gehört die Herstellung von Mikroprozessoren zum großen Gebiet der Bauelementefabrikation, für die es auch in der Bundesrepublik Deutschland umfangreiche Kapazitäten gibt. Eine Umstellung auf Mikroprozessoren wird vermutlich keine allzu großen Schwierigkeiten bereiten. Da die Produktionsanlagen für Mikroprozessoren weitgehend automatisiert sind, wird es in der Produktion von Mikroprozessoren wenig neue Arbeitsplätze geben.

Technologiefolgenabschätzung

	Hersteller von Mikroprozessoren	Hersteller von Geräten, die Mikroprozessoren enthalten	Hersteller von konventionellen Geräten	Benutzer von Geräten, die Mikroprozessoren enthalten
	1	2	3	4
<i>Technologie</i>				
Miniaturisierung, Dimension	Verbilligung der Produktion Verteuerung der Produktionsanlagen	Verkleinerung der Geräte möglich, Wertschöpfung evtl. verringert	Konkurrenzfähigkeit sinkt	Mikroprozessor wird nicht identifiziert
Unempfindlichkeit steigt Reparaturfähigkeit ist nicht gegeben	einfacher Versand nicht gegeben	leichte Montage Austausch der MP ist einzige Lösung	Geräte können repariert werden, wenn vorgesehen	leichtere Bedienung defekte Geräte werden ausgetauscht
Wartungsaufwand geht zurück	keine Möglichkeit, über Wartungsverträge zusätzlich zu verdienen	Wartung reduziert sich auf Austausch, Personalabbau im Wartungsbereich		geringe Stillstandszeiten, Reparatur durch Austausch schnell und sicher, dabei kostengünstig
Materialsparende Herstellung	geringe Materialkosten	geringes Gewicht der Geräte möglich		
Energiesparender Betrieb		Stromversorgung der Geräte kann kleiner sein	Geräte mit hohem Energiebedarf werden unwirtschaftlich	geringere Betriebskosten
Rechengeschwindigkeit		in Grenzfällen ist konventionelle Elektronik schneller	es bleiben Geräte, die noch nicht von MP gesteuert werden können	
Trennung Hardware-Software	große Stückzahlen standardisierter MP möglich	Anpassung geht über Software, Änderungen in der Logik ohne Neukonstruktion möglich	bei Wartung nur Hardwarekenntnisse nötig	es ist nicht festzustellen, ob Software- oder Hardware-Fehler
Know-How	durch ständige Weiterentwicklung muß Konkurrenzfähigkeit gehalten werden	Gefahr der Weitergabe von know-how an MP-Hersteller (im Rahmen der Zusammenarbeit)	know-how wird wertlos	evtl. Gefahr der Weitergabe von know-how an den Gerätehersteller
<i>Vermarktung</i>				
Bekanntheitsgrad	hoch, durch Marketingstrategie und durch Taschenrechner	Kunde wünscht mit MP-ausgerüstete Geräte	konventionelle Geräte gelten als veraltet	spielt keine besondere Rolle für Benutzer
Preis, Preisverfall	durch große Stückzahl billig	Einkauf der MP billig, Softwarekosten je nach Problem beliebig hoch	nicht immer teurer als Geräte, die MP enthalten, abgeschriebene Produktionsanlagen können genutzt werden	bei gleichem Preis hat das MP-gesteuerte Gerät meist höhere Leistungsfähigkeit und Komfort
Varianten	wenig üblich	durch spezielle Software große Variantenpalette	Varianten in Grenzen möglich durch Auflösung in Baugruppen	Anpassung an Funktion und Spezialwünsche möglich, meist aufwendig. Nachträglich nicht gegeben
Schulung		hoher Schulungsaufwand für Personal		Schulung gering, da Maschine „intelligent“, d. h. Fehlbedienung wird korrigiert
<i>Neue Produkte</i>	an der breiten Anwendung von MP interessiert	durch MP neue Produkte oder neue Produktvarianten möglich	Produktänderung in Richtung Exklusivität für Restmärkte möglich	Palette von Konsumgütern wird umfangreicher
<i>Arbeitsplatzeffekte alte Produkte</i>		Aufwand für übrige Fertigung sinkt, bei gleichem Produktionsvolumen AK-Freisetzung	bei fehlender Konkurrenzfähigkeit Aufgabe der Produktion nötig, dabei AK-Freisetzung	bei leistungsfähigeren Geräten und gleichem Aufgabenumfang AK-Freisetzung
<i>Arbeitsplatzeffekte neue Produkte</i>	Produzenten nicht in der Bundesrepublik Deutschland, kein Arbeitsplatzeffekt	Durch die neuen Produkte Produktions-erweiterungen wahrscheinlich, Bedarf an zusätzlichen Arbeitskräften, sowohl für konventionelle Tätigkeiten als auch für den Einbau u. d. Programmierung der MP	Bei exklusiven Produkten meist mehr Einzelfertigung und Handarbeit, daraus evtl. zusätzlicher AK-Bedarf	a) Neue Tätigkeiten durch neue Geräte, AK-Bedarf zusätzlich b) Durch neue Geräte Freisetzung von AK

MP = Mikroprozessoren AK = Arbeitskräfte

Indirekte Arbeitsplatzeffekte sind vorhanden, aber schwer quantifizierbar.

5.4.2 *Arbeitskräfte, die Produkte herstellen, in denen Mikroprozessoren enthalten sind*

An diesen Arbeitsplätzen können sich große Änderungen ergeben, da meist eine Vielzahl von Bauteilen nicht mehr hergestellt werden müssen. Trotzdem bleibt, je nach Produkt, noch ein Teil der Tätigkeiten erhalten, und zwar der, der sich mit den verbleibenden Bauteilen befaßt. Es ergeben sich damit Einsparungen bei der Teileherstellung und bei der Montage.

Zusätzlich sind Arbeitskräfte nötig, um die Mikroprozessoren fachgerecht einzusetzen; dazu gehört die Programmierung und der Einbau des Mikroprozessors in das jeweilige Produkt. Außerdem erhöht sich der Aufwand für die Prüfung der Baugruppen und der Geräte erheblich.

Bei der Herstellung neuer Produkte, ermöglicht durch den Einsatz von Mikroprozessoren, werden Arbeitsplätze in den beiden angeführten Bereichen geschaffen.

Der Saldoeffekt bleibt offen, da bisher nicht abgeschätzt werden kann, wie sich die neuen Produkte auswirken und wie sich die Produktmenge — bisheriger oder neuer Produkte — verändert.

5.4.3 *Arbeitskräfte, die Teile herstellen, die durch Mikroprozessoren überflüssig wurden*

Hierzu zählen vor allem Arbeitsplätze in der mechanischen Fertigung. Derartige Fertigungen können, und dafür gibt es Beispiele, relativ kurzfristig eingestellt werden. Ein Vergleich mechanischer Fertigung und der Bauelementefertigung zeigt, daß es hier nur sehr wenige Parallelen und nahezu keine gleichartigen Tätigkeiten gibt.

5.4.4 *Arbeitskräfte, die mit Geräten arbeiten, in denen Mikroprozessoren enthalten sind*

In diese Gruppe gehören alle Arbeitskräfte, deren Tätigkeit sich dann ändert, wenn an ihrem Arbeitsplatz die Möglichkeiten der Computertechnik und der Datenverarbeitung durch den Einsatz der Mikroprozessoren eingeführt werden. Es kann damit gerechnet werden, daß die hier angeführten und noch zu erwartenden Produkte und Systeme als Arbeitsmittel verwendet werden. Dabei können die folgenden Auswirkungen entstehen:

- Die Arbeit kann wegen technischer Verbesserungen schneller getan werden (maschinenbedingte Wartezeiten werden reduziert)
- Die Maschine übernimmt Arbeiten, die vorher von der Bedienungsperson ausgeführt wurden (zusätzliche Arbeitsfunktion der Maschine)
- Die Maschine übernimmt Kontroll- und Überwachungsfunktionen (eingebaute Kontrolle und Überwachung).

In diesem zuletzt angeführten Bereich wird es vermutlich dann zu den größten Freisetzungseffekten kommen, wenn es nicht Aufgabenänderungen und Aufgabenvermehrungen geben wird. Bei der Einführung der Datenverarbeitung haben sich, zumindest bisher, die befürchteten Freisetzungen nicht ergeben, da ein Großteil der Arbeitskräfte für neue Aufgaben eingesetzt wurde. Die größten Veränderungen wird es im Bereich der Bürotätigkeiten geben, wo jetzt allmählich das „papierlose“ Zeitalter beginnt. Aber auch in den Bereichen der „Bedienung“ und der

„Überwachung“ von Maschinen werden sich erhebliche Änderungen ergeben.

5.5 **Qualifikationsveränderung**

Die Automatisierung ist seit Aufkommen der Mikroprozessoren nicht mehr so sehr wie früher Frage von Aufwand oder Stückzahl. Eine neue Qualität der Automatisierung entsteht durch die Mikroprozessoren nicht, nur werden jetzt auch Arbeitsplätze automatisiert, die aus Wirtschaftlichkeitserwägungen bisher davon verschont geblieben sind. Damit stellt sich vermehrt die Frage nach der in Zukunft erforderlichen Qualifikation der Arbeitskräfte.

Zunächst wird durch die Mikroprozessoren die Software in viele Bereiche Eingang finden. Zur Erstellung der Software ist im Normalfall eine höhere Qualifikation als im Bereich des „Bedienens“ oder „Überwachens“ von Maschinen notwendig. Besonders wichtig bei der Software-Erstellung (Programmierung, Systemanalyse) ist Kreativität und die Fähigkeit, schwierige Probleme zu analysieren.

Dagegen werden die einfachen repetitiven Tätigkeiten sowohl körperlicher als auch geistiger Art zurückgehen. Die Qualifikationsveränderungen, die von neuen Produkten, die Mikroprozessoren enthalten, oder von Systemen aus diesen Produkten ausgehen, können heute noch nicht abgeschätzt werden. Allerdings werden in Zukunft keine Arbeitsleistungen gefragt sein, die durch eine Maschine mit „künstlicher Intelligenz“, repräsentiert zum Beispiel durch einen Mikroprozessor, ohne besonderen Aufwand realisiert werden können.

Ob es sich bei der gegenwärtigen Entwicklung um einen Trend zur Höherqualifizierung oder um eine Polarisierung in höher und niedriger qualifizierte Stufen der Tätigkeiten handelt, kann erst beurteilt werden, wenn die neuen Tätigkeiten, wie z. B. die Programmierung eines Mikroprozessors, in die vorhandene Qualifikationsskala eingeordnet werden. Am Beispiel der Datenverarbeitung hat es sich gezeigt, daß die Einschätzung des Qualifikationsbedarfs Schwankungen ausgesetzt sein kann, wie der Beruf des Operators zunächst als qualifizierter galt im Vergleich zu konventionellen vergleichbaren Tätigkeiten, inzwischen aber an Glanz verloren hat. Er wird heute einfach nüchterner eingeschätzt.

6. **Quantifizierung der Auswirkungen des Mikroprozessoreinsatzes**

Die immer wieder auftauchende Frage nach den quantitativen Auswirkungen des Mikroprozessoreinsatzes ist nur dann zu beantworten, wenn man annimmt, daß alle anderen innovativen und verändernden Einflüsse ausgeschaltet werden können und der Mikroprozessoreinsatz isoliert beobachtbar wäre.

Zunächst sollen die in der Presse auftauchenden Quantifizierungen geprüft werden, inwieweit sie verallgemeinerungsfähig sind.

6.1 **Übliche Statements**

Aus den Meldungen aus Fach- und Publikumszeitschriften sollen hier nur einige immer wiederkehrende Angaben erwähnt werden:

- Fernschreiber, Umstellung von einem mechanischen Gerät auf ein mikroprozessorgesteuertes Gerät.

Aussagen hierzu:

„Etliche 100 Facharbeiter verloren ihren angestammten Arbeitsplatz“⁹⁾.

„So ersetzte . . . ein einziger elektronischer Chip . . . 936 mechanische Bauteile. Und die wenigen auch dann noch verbleibenden Montagearbeiten können jetzt von ange-lernten Arbeiterinnen ausgeführt werden; Feinmechaniker, Elektriker, Dreher und Fräser . . . sind jetzt überflüssig geworden“¹⁰⁾.

„Ein Chip gleich 936 mechanische Teile“¹¹⁾.

„Beim Bau des neuen elektronischen Fernschreibers . . . wird nur ein zugekauftes Bauteil ‚in der Größe einer Briefmarke‘ in den Apparat eingebaut. Montagezeit knapp 11 Stunden. Der mechanische Fernschreiber dagegen wurde aus 936 teilweise im Werk gefertigten Einzelteilen in rund 75 Stunden montiert. Von den in dieser Sparte beschäftigten . . . ? Arbeitskräften erhielten 100 inzwischen den Kündigungsbrief, weitere 52 wurden auf weniger qualifizierte Arbeitsplätze abgedrängt und müssen sich mit kargerem Lohn bescheiden: Im Schnitt verdienen sie in ihrem neuen Job 30 % weniger“¹²⁾.

• Taxameter, Umstellung von einem mechanischen Gerät auf ein elektronisches Gerät

„Gebührenzähler für Taxis etwa bestanden vor kurzem noch aus 1010 mechanischen Teilen wie Hebel, Achsen, Walzen und Federn, die einzeln zusammengebaut werden mußten. Heute werden für die Taxameter nicht einmal mehr 500 Teile gebraucht, Mikroschaltungen ersetzen den Rest. Die Montagezeit für ein Taxameter sank von 12 auf 4 Stunden“¹³⁾.

„In der alten Ausführung gab es 1010 Teile, in der neuen ist es nicht einmal mehr die Hälfte. Hinzu kommt, daß es in dem neuen Taxameter gerade noch 120 mechanische Teile gibt . . . Bei dem elektronischen Gerät fallen gerade noch 200 Minuten Montagezeit an. Bei einem mechanischen Typ waren es dreieinhalbmal so viel“¹⁴⁾.

„Elektronische Taxameter . . . werden heute in 3,7 Stunden gefertigt, die Montage der mechanischen Vorgänger verbrauchte dagegen noch 11,7 Stunden“¹⁵⁾.

Weitere Statements gibt es über die folgenden Einsatzgebiete

Supermarktkassen — Uhren — Schreibautomaten — Telefonanlagen — Druckindustrie — Nähmaschinen — Parkuhren

Diese Skala ließe sich bei weiterem Studium der entsprechenden Veröffentlichungen sicher noch fortsetzen.

6.2 Methodenprobleme

In der Studie „Der Einfluß neuer Techniken auf die Arbeitsplätze“¹⁶⁾ wird zu den Einzelfallstudien geäußert:

⁹⁾ Stern 24. 2. 1977.

¹⁰⁾ Frankfurter Rundschau 26. 11. 1976, Nr. 267.

¹¹⁾ Manuskript einer Arbeitstagung „Die Halbleitertechnologie und ihre Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt“ am 7. und 8. 2. 1977 im Arbeitsamtsbezirk Villingen/Schwenningen.

¹²⁾ Der Spiegel Nr. 51/1976.

¹³⁾ Stern 24. 2. 1977, Nr. 10.

¹⁴⁾ Der Gewerkschafter, Mai 1976.

¹⁵⁾ Der Spiegel 51/1976.

¹⁶⁾ Der Einfluß neuer Techniken auf die Arbeitsplätze. Bericht für den BMFT. Verfasser: Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung der Fraunhofer Gesellschaft und Institut für angewandte Systemanalyse der Gesellschaft für Kernforschung, Januar 1977.

„Wesentliches Ergebnis der Einzelfallstudien ist es, daß weder die qualitativen noch die quantitativen Auswirkungen des Einsatzes einer bestimmten Technik einheitlich sind.“

Das bedeutet im Klartext, daß derartige Einzelfallaussagen, wie sie in Abschnitt 6.1 aufgeführt sind, keine verallgemeinerungsfähigen Auswirkungen des Mikroprozessoreinsatzes herausstellen. In diesem Zusammenhang darf nicht vergessen werden, daß auch Konstruktions- oder Fertigungsänderungen Teile einsparen helfen (z. B. wenige Spritzguß- oder Kunststoffteile statt einer großen Zahl von Stanzteilen), nur werden diese Veränderungen, die auch zu Lasten vorhandener Arbeitsplätze gehen, jetzt plötzlich nicht mehr innerhalb des Wirkungszusammenhangs betrachtet. Die Gefahr besteht, daß dem Mikroprozessor auch Auswirkungen der schrittweisen Rationalisierung und des sonstigen technischen Fortschritts zugesprochen werden, die letztendlich mit dem Mikroprozessor wenig zu tun haben.

In der erwähnten Studie¹⁶⁾ lesen wir hierzu einen ernüchternden Satz: „Die Kombination von Informationstechniken mit anderen Techniken, z. B. Herstellung . . . einer elektronisch gesteuerten Waschmaschine . . . im Regelfall sind die Auswirkungen auf die Arbeit minimal. Ein Teil wird durch ein anderes ersetzt; die übrige Technik muß weiterhin auf die gleiche Art wie vorher hergestellt werden.“

Nachdem bereits bei früher vollzogenen Produktänderungen Angaben über Auswirkungen auf Arbeitsplätze nur mit hohem Erhebungsaufwand möglich und bestimmten Arbeitskräften zuzuordnen waren, wird es in einer Prognose vollends problematisch, Arbeitskräfte-Wirkungen anzugeben. Die Fixierung einer Arbeitsmarkt-Wirkung auf ein Element, hier also auf den Mikroprozessor, kann zur Folge haben, daß gleichzeitig ablaufende Entwicklungen kaum zur Kenntnis genommen werden und alle Effekte einem Baustein, dem Mikroprozessor, angelastet werden.

6.3 Betroffene Berufe

Selbstverständlich sind zunächst die Berufe betroffen, die bei der Herstellung der konventionellen Geräte tätig waren und die jetzt bei der Fertigung der mit Mikroprozessoren gesteuerten Geräte nicht mehr gebraucht werden. Es handelt sich hier hauptsächlich um die folgenden Berufe:

Feinmechaniker, Fräser, Dreher, Elektriker, Uhrmacher.

Andere Berufe wurden zusätzlich benötigt; unter anderem: Elektroniker, Lötter, Prüfer, Programmierer.

Schon an dieser Aufzählung erkennt man deutlich, daß die Berufe abnehmen, die unmittelbar bei der Herstellung der Geräte beteiligt sind und für deren Tätigkeiten handwerkliche Qualifikationen wie Fingerfertigkeit, Schnelligkeit und eine entsprechende Ausbildung nötig sind.

Eine Zunahme ist bei den Berufen zu erkennen, die nicht mehr unmittelbar bei der Produktfertigung, sondern in vorgeschalteten Bereichen (Programmierung) und nachgeschalteten Bereichen (Prüfung) tätig sind.

Dadurch ergibt sich eine stärkere Entkoppelung von der eigentlichen Produktion.

Daß im Bereich der Produktion von Geräten, die Mikroprozessoren enthalten, anstelle der bisherigen Fachkräfte

Angelernte beschäftigt sind, liegt daran, daß es sich meist um niedrig qualifizierte Tätigkeiten handelt, wie Löten oder einfache Montagearbeiten. Hier folgt die Fertigung einem allgemeinen Trend, der bei jeder Umstellung zu erkennen ist:

Jede neue Fertigung wird so eingerichtet, daß schrittweise mechanisiert und automatisiert werden kann. In den ersten Stufen bleiben Funktionen übrig, die noch nicht von entsprechenden Maschinen oder Einrichtungen realisiert sind. Dort wird dann ein Arbeitsplatz eingerichtet, an dem normalerweise keine spezielle Berufsqualifikation erforderlich ist, aus Ersparnisgründen wird dieser Arbeitsplatz mit einem Angelernten besetzt. In der Folge werden dann diese Arbeitsplätze nach und nach durch vollautomatische Maschinen oder Vorrichtungen ersetzt.

Wieweit sich nun Zunahme und Abnahme bestimmter Berufe zahlenmäßig auswirken, läßt sich, wie schon erwähnt, nur dann feststellen, wenn das Produktspektrum und das Produktionsvolumen sich nicht oder nur unwesentlich ändern. Da aber an den bisher bekannten Beispielen genau dieser Effekt der Änderung des Produktspektrums und des Produktionsvolumens auftrat und damit gerechnet werden muß, daß dies auch weiterhin geschieht, sind hier keine quantifizierbaren Aussagen möglich.

Neben der Gruppe der Beschäftigten, die Geräte herstellen, die durch den Einsatz der Mikroprozessoren verändert oder abgelöst werden, gibt es die, die mit diesen Erzeugnissen arbeiten.

In der erwähnten Studie¹⁶⁾ wird versucht, Erwerbstätige mit „überwiegend Informationstätigkeiten“ von den übrigen Erwerbstätigen abzugrenzen. Der Anteil der Erwerbstätigen in informationsbezogenen Berufsgruppen an allen Erwerbstätigen betrug 31% im Jahre 1970. Dazu kommen noch die Erwerbstätigen in informationsbezogenen Wirtschaftszweigen, die keiner derartigen Berufsgruppe angehören, mit etwa 5%. Das sind also zusammen 36% oder rund ein Drittel der Erwerbstätigen.

Dabei ist diese Abgrenzung schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Durch das Eindringen neuer Informationstechnologien kann sich dieser Anteil verändern, und zwar erhöhen (durch größeres Gewicht der Informationstätigkeiten bei bisher nicht erfaßten Erwerbstätigen) oder erniedrigen (durch Personalabbau in den informationsbezogenen Wirtschaftszweigen, der durch vermehrten Einsatz von Informationstechnologie ermöglicht wird).

Aus dieser Zuordnung läßt sich demnach mit den heute vorliegenden Methoden und der vorhandenen Datenbasis eine Separierung der Auswirkungen von Mikroprozessoren auf Arbeitsplätze für spezielle Berufe und in speziellen Wirtschaftszweigen nicht von den Entwicklungen der Informationstechnologie trennen.

7. Zusammenfassung

Aus der Sicht der vorliegenden Daten lassen sich die folgenden Entwicklungen identifizieren bzw. prognostizieren:

- Mikroprozessoren sind Bausteine der Mikroelektronik, die erst durch die Software an den Anwendungsfall angepaßt werden. Daher sind sie in großen Stückzahlen herstellbar und ermöglichen eine vielfältige Anwendung.
- Durch Mikroprozessoren tritt die Bedeutung der Hardware im Vergleich zur Software zurück. Die Herstellung und Anpassung der Software erfordert eine große Zahl qualifizierter Fachkräfte, während bei der Herstellung der Hardware eine weitere Automatisierung bis hin zur vollautomatischen Fertigung möglich ist.
- Durch Miniaturisierung, Integration und Konzentration der Herstellerindustrie stehen Mikroprozessoren preiswert zur Verfügung und warten auf möglichst breite Anwendung. Hier liegt die Chance der Erschließung neuer Märkte für die Elektronik mit den entsprechenden Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt bei einer Nachfragebelebung.
- Produkte sind von den Ausstattungsmöglichkeiten mit Mikroprozessoren sehr unterschiedlich zu bewerten, je nachdem, wie nahe sie der digitalelektronischen Ebene sind und wieweit sie miniaturisierbar sind. Eine Reihe von Produkten sind der Miniaturisierung aus natürlichen Gründen verschlossen.
- Qualitative Auswirkungen auf Arbeitskräfte sind nur in Einzelfällen bekannt. Diese Auswirkungen lassen sich aber nie isoliert auf den Einsatz von Mikroprozessoren zurückführen.
- Quantitative Auswirkungen auf Arbeitskräfte sind aus Branchen- und Technologieanwendungsbereichen bekannt, die sowieso in einem Strukturwandel stehen (Uhren, Elektromechanik, Druckereindustrie). Dieser Strukturwandel ist durch den Fortschritt in der Elektronik bedingt, nicht speziell durch den Mikroprozessor.
- Prognosen über den Mikroprozessoreinsatz sind nur als Bestandteil umfassender Prognosen denkbar. Dabei erscheint die Isolierung der mikroprozessorspezifischen Effekte unmöglich, oft auch irreführend.
- Diffusions- und Innovationswiderstände wirken auch dann, wenn Preisverfall und Anwendungsdruck wirken. Diese Widerstände, die nicht einmal bewußt aufgebaut zu werden brauchen, führen zu einem nur allmählichen Durchdringen der Branchen mit neuen Technologien, statt prinzipiell vielleicht abrupt vorstellbare Veränderungen zur Folge zu haben.
- Wie jede Innovation führt auch der Mikroprozessor über neue Anwendungsgebiete und Markterschließungen zu Komplementäreffekten und zusätzlichen Herstellungsprozessen — neben den nachweisbaren arbeitssparenden Konsequenzen.