

Elektronik ist Wirklichkeit

Beiträge
aus
Forschung
Technik
Wirtschaft
Gesellschaft

1976

Vent, KPT

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

Inhalt

- 9 Der strukturelle Wandel
in Industrie und Gesellschaft
Klaus P. Friebe,
Institut für Systemtechnik und Innovations-
forschung der Fraunhofer-Gesellschaft
- 16 Veränderungen in der Arbeitswelt
Josef Stingl,
Präsident der Bundesanstalt für Arbeit
- 21 Elektronik – heute und morgen
Prof. Dr. Walter Heywang, Siemens AG
Dr. Manfred Zerbst, Siemens AG
- 32 Die neue Welt des Elektroniklers
- 40 Spektrum der Elektronik
- 42 Die Aufgaben der Elektronik
in der Technik
-

Vorwort

Elektronik verändert unser Leben. Hat der Mensch mit Hilfe der Technik bisher im wesentlichen seine physischen Kräfte entlasten, ersetzen oder vervielfachen können, so hat er mit der Elektronik von heute ein Werkzeug geschaffen, mit dem er in vergleichbarer Weise seine intellektuellen Möglichkeiten erweitern und vervielfachen kann.

Dieser Wandel wird vom einzelnen wie von der Gemeinschaft um so besser bewältigt werden können, je frühzeitiger die Fakten gesammelt und je klarer die Zusammenhänge aufgezeigt werden. Mit diesem Buch wollen wir einen Beitrag dazu leisten.

Im Schwerpunkt der Betrachtungen steht das elektronische Bauelement mit Berichten über Forschung, Technik und über seine wirtschaftliche Bedeutung. Geräte, Anlagen und Systeme der elektronischen Technik – für deren Verwirklichung mit Hilfe der Bauelemente noch ein erheblicher Einsatz erforderlich ist – sind vorzugsweise in ihrer Beziehung zum Menschen dargestellt.

Obgleich die Elektronik mit ihren neuen Techniken erst am Anfang steht, ist die Welt, in der wir leben, bereits in weit größerem Umfang, als wir gemeinhin annehmen, von ihr geprägt:

Elektronik ist Wirklichkeit.

Den Autoren und Mitarbeitern an diesem Buch danken wir für ihre Beiträge.

München, im Dezember 1976

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

Der strukturelle Wandel in Industrie und Gesellschaft

In Industriestaaten bilden Wissenschaft, Technik, Wirtschaft, Gesellschaft und Staat ein kompliziertes Wirkungsgefüge, das einem ständigen Wandel unterliegt. Bei der Betrachtung der Ursachen dieses Wandels müssen nicht nur weltweite politische und soziale Veränderungen einbezogen werden; immer mehr gewinnen die Einflüsse neuer Technologien und Techniken an Bedeutung.

Einerseits ist ein ständiger Wandel von Wissenschaft und Technik in Abhängigkeit von den Verhältnissen in Wirtschaft, Gesellschaft und Staat zu beobachten; ein Beispiel dafür ist das Setzen von Prioritäten durch den Staat bei der Nutzung der Kernenergie zur Sicherung einer ausreichenden Energieversorgung der Bundesrepublik Deutschland. Andererseits wandeln sich auch Wirtschaft, Gesellschaft und Staat in Abhängigkeit von den Fortschritten in Wissenschaft und Technik. So führten etwa die Entwicklungen auf dem Automobilssektor nicht nur zu einer höheren Mobilität des einzelnen, sondern auch zu einer umfangreichen Gesetzgebung mit allen Konsequenzen für Staat und Gesellschaft.

Im folgenden wird versucht, einige ausgewählte Probleme des sehr komplexen und weitreichenden Einflusses der Elektronik, besonders der Halbleitertechnologie, auf Wirtschaft, Gesellschaft und Staat exemplarisch nachzuzeichnen und darzustellen.

Die Dynamik der technischen Entwicklung

Betrachtet sei zunächst ganz allgemein der Einfluß von Wissenschaft und Technik auf den Menschen.

Der Philosoph und Soziologe Arnold Gehlen hat am trefflichsten den Zusammenhang zwischen der organischen Mittellosigkeit des Menschen und seiner Erfindungs-Intelligenz dargestellt. Er beschreibt, »wie der Mensch in jeder natürlichen erwachsenen Umwelt aus Mangel an spezialisierten Organen und Instinkten lebensunfähig ist und wie er folglich durch intelligentes Verändern der beliebig vorgefundenen Naturumstände die Bedingungen seines physischen Überlebens erst herstellt.«

Die Geschichte dieser Herstellung ist die Geschichte der Technik mit all ihren wirtschaftlich-sozialen und politischen Folgen. Mit Gehlen kann sie als *Organentlastung*, *Organersatz* oder *Organüberbietung* durch die Mittel der Technik dargestellt werden. Dieser Prozeß des Entlastens, des Ersetzens und des Überbietens der organischen Fähigkeiten des Menschen vollzieht sich gewissermaßen als technische Substitution von

organischen Fertigkeiten,
z.B. durch Erfindung und Gebrauch von
Werkzeug;

organischer Energie,

z.B. durch Nutzung natürlicher Energien, wie Wind, Wasser, fossile Energieträger usw.;

organischer Intelligenz

durch apparative Intelligenz, z.B. durch Nutzung der Elektronik bei Informationsspeicherung und -verarbeitung.

Das Entlasten, Ersetzen und Überbieten der organischen Fähigkeiten des Menschen durch technische Substitute hat mit dem Einsatz der Mikroelektronik seinen Höhepunkt erreicht: *Organische Intelligenz wird durch apparative Intelligenz substituiert* (s. Bild).

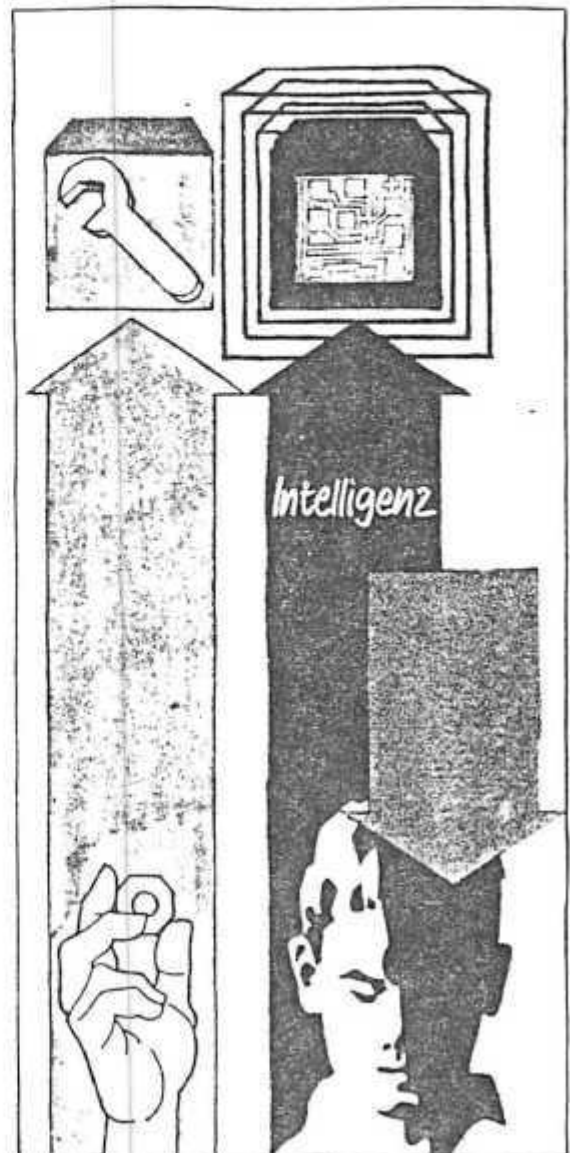
Da Struktur und Verlauf dieses universalen Prozesses in diesem Beitrag nur kurz gestreift werden können, sei zunächst nur festgehalten, daß die kreative Erfindung von Techniken, ihre intelligente Nutzung und praktische Weiterentwicklung gewissermaßen zur Natur des Menschen gehören.

Strukturen der technischen Entwicklung

Bei der Struktur der technischen Entwicklung kann man zwei Tendenzen unterscheiden. Eine wurzelt in der Ebene der Erzeuger – Wissenschaft und Wirtschaft als Technologieanbieter –, die andere in der Ebene der Verbraucher von Konsum- und Investitionsgütern. Von ihr wiederum wird die Dynamik der technischen Entwicklung wesentlich bestimmt, die gekennzeichnet ist durch Produktivitätsfortschritte, die der Wettbewerb erzwingt und die durch technische und organisatorische Rationalisierung gesichert werden.

Der Sog, der von der Verwendungsseite auf die technisch-technologische Entwicklung ausgeht, wird im wesentlichen hervorgerufen durch Wünsche nach Erhöhung des Nutzungskomforts, Verfeinerung

Der Substitutionsprozeß von Kraft durch Energie und Intelligenz, der die bisherige technische Entwicklung weitgehend bestimmt hat, setzt sich in Zukunft fort mit dem Ersetzen biologischer Intelligenz durch apparative Intelligenz. Dadurch eröffnen sich für die weitere Entwicklung der Technik völlig neue Möglichkeiten.



der technischen Teilfunktionen sowie Steigerung der Qualität der Produkte, und dies bei gleichzeitiger relativer Preissenkung bzw. erhöhter Produktivität und damit anwachsender Breitenutzung.

Mit Blick auf die wirtschaftlichen und sozialen Folgen des Einsatzes der Elektronik (einschließlich Software und Brainware) möchte ich zwei technologie- und wirtschaftsgeschichtliche Phasen unterscheiden:

Phase 1

Technologie

Anwendung z.B. von Mechanik, Elektrizität und Chemie (Apparate, Verfahren, Werkstoffe usw.)

Wirtschaft

Quantitativ-extensives Wachstum (immer mehr Güter für immer größere Nutzerkreise)

Phase 2

Technologie

Anwendung der apparativen Intelligenz (Mikroprozessoren, Speicher, Steuerungseinheiten, Software)

Wirtschaft

Qualitativ-intensives Wachstum (Güter mit integrierten Funktionen zur Substitution von bisher nicht integrierten Gütern)

In dieser zweiten Phase, der Phase der Entlastung des Menschen von physischen und einfachen psychischen Funktionen, werden zugleich seine geistigen Fähigkeiten (Kreativität, Lernfähigkeit, Flexibilität) höher beansprucht. Langfristig werden es diese Leistungen (Brainware) sein, die seine weitere Entwicklung bestimmen, und nicht wie bisher das von vielen geachtete Gedächtnis als Speicherkapazität des Menschen.

Innovationsexplosion und Adaptionszwang

In der Phase der Nutzung der apparativen Intelligenz werden neue Verkaufsmuster der technologischen, technischen, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung auftreten. Sie werden Staat, Wirtschaft und Gesellschaft mit ganz neuen Problemen in unvorhergesehenem Umfang konfrontieren. Beim Betrachten dieser Entwicklung sind vor allem Innovations Schub und Adaptionszwang zu unterscheiden.

Innovationsschub

Der Einsatz der apparativen Intelligenz führt zu verstärkter Integration der bisherigen technischen Teilfunktionen in Geräten, Apparaten und Systemen.

Integrationsmöglichkeiten wurden durch die Mikroelektronik geschaffen, z.B. in den Bereichen der Wahrnehmung (Meßtechnik), der Übertragung (Nachrichtentechnik) und der Informationsverarbeitung (Datentechnik).

Das Aufnehmen dieser Innovationsmöglichkeiten in den Anwendungsbereichen (z.B. Maschinenbau, Elektrotechnik, Dienstleistungssektor, Konsumgüterbereich) erfordert erhöhten Einsatz technologischen Wissens und technischen Könnens, neue Formen der Erschließung von Finanzquellen zur Finanzierung betrieblicher Umstellungen, neue Arten der Kooperation und Kommunikation zwischen unterschiedlichen Bereichen (z.B. Produktentwicklung und Wissenschaft, Vorlieferanten und Nutzern) und produziert eine Fülle neuer Sekundärinnovationen in diesen Sektoren.

Adaptionszwang

Die technische Integration all dieser Innovationen wiederum, verlangt verstärktes Systemdenken und System-Management. Wegen der Reichweite der Folgewirkun-

gen der Mikroelektronik ergeben sich Anpassungszwänge, die beantwortet werden müssen durch

verstärkte Technologieplanung im Verbund von Staat, Wissenschaft und Wirtschaft,

erhöhte Vermittlung technologischen Wissens durch die Medien Presse, Rundfunk, Fernsehen und veränderte Ausbildungsmethoden und -inhalte (lebenslanges Lernen, Umschulen usw.),

neue Techniken des Innovations-Managements zur Unterstützung der Anpassungsprozesse in Branchen und Betrieben,

erhöhte Mobilität und Flexibilität der sozialen Kontaktaufnahme und Kontaktpflege,

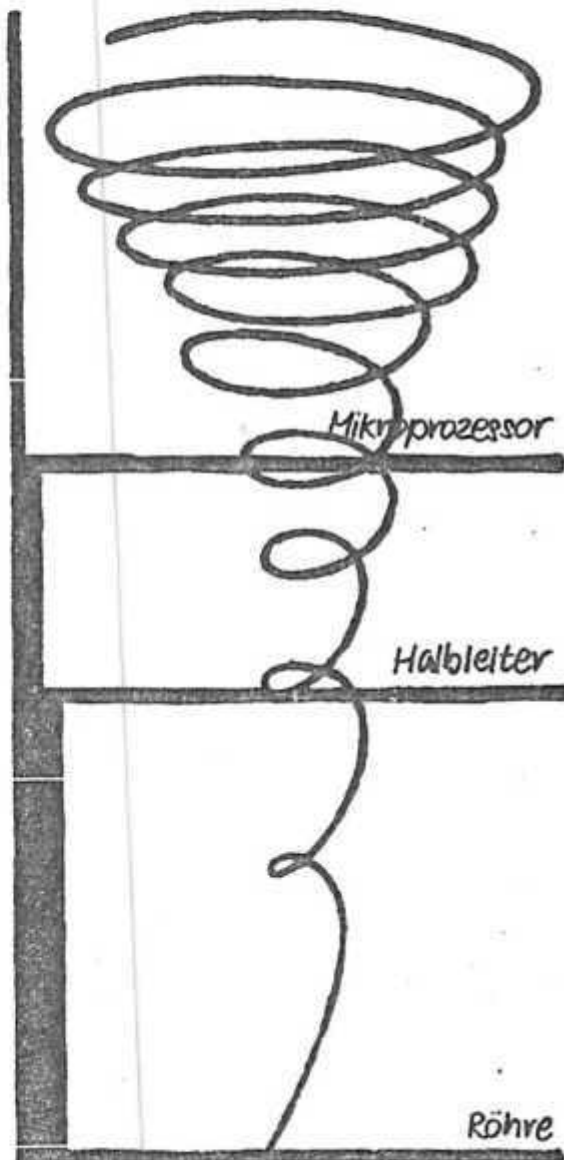
erhöhte Eigenverantwortlichkeit bei der Produktentwicklung (Technologienutzung) und Produkthanwendung (Mißbrauch).

Voraussetzungen für ein erfolgreiches Bewältigen dieser neuen Phase der Industrialisierung sind ein verändertes, systemorientiertes Bewußtsein, das politische Durchsetzen eines Innovationsverbundes (z.B. effektiveres Koppeln der Hochschulen mit der Industrie), der alle betroffenen gesellschaftlichen Gruppen einbezieht, und eine erhöhte Flexibilität aller sozialen Strukturen (sowohl im privaten als auch im öffentlichen Bereich).

Diese Entwicklung tendiert auf das, was Karl-Reimund Popper die offene Gesellschaft nennt: eine Gesellschaft autonomer, also entscheidungswilliger, kreativer, flexibler und lernbegieriger Individuen.

Die Wechselwirkung von Innovations-schub und Anpassungszwang ist in Form einer Innovationsspirale dargestellt (s. Bild). In dieser Darstellung wird die Beschleunigung des Innovationsprozesses

Die dynamische Entwicklung der Elektronik (Spirale) im Verhältnis zu den Anforderungen, die an den Menschen bei der Nutzung der neuen Technologien gestellt werden (weißer Keil). Im Grenzbereich (graue Fläche) kann es zu einer Überforderung des Menschen kommen, wenn die Zeit für das Erlernen technologiekonformer Fähigkeiten nicht ausreicht (oberer Teil der Spirale)



verdeutlicht: Hatte der Mensch in der Vergangenheit Zeit, sich an neue Technologien anzupassen, so verkürzt sie sich in der Gegenwart zunehmend. An der Entwicklung der Halbleitertechnologie ist dies deutlich zu erkennen.

Zur Ablösung der Röhren durch Transistoren und integrierte Schaltkreise waren rund 20 Jahre nötig. Um 1970 kamen die ersten Mikroprozessoren auf den Markt. Heute ist die Entwicklung auf diesem Gebiet bereits so weit, daß es zu Substitutionsprozessen durch neue Typen kommt (man spricht von der dritten Generation), bevor die vorhergehenden Systeme in Produkten praktisch voll angewendet werden. Eine künstliche Verlangsamung dieses Prozesses würde schwerwiegende wirtschaftliche und soziale Folgen haben. Sie wird auch nur dann eintreten, wenn die Grenzen der menschlichen Erfassungs- und Anpassungskapazität erreicht sind. Darum ist es notwendig, die Anpassungsfähigkeiten weiterzubilden.

Technologische Entwicklung und wirtschaftlicher Strukturwandel

Mit den bisherigen punktuell herausgegriffenen Kriterien sollen die tiefgreifenden, durch die Elektronik hervorgerufenen Veränderungen aufgezeigt werden. Das Verständnis für diese Umstrukturierung in allen Bereichen ist in Zukunft von großer Bedeutung.

Branchenstruktur

Durch Elektronik werden bestehende Branchenstrukturen einem gravierenden, technologiebedingten Wandel unterworfen. Vor allem die fortschreitende Substitution von Mechanik, besonders durch die Mikroelektronik, macht es notwendig, bei der Betrachtung und Unterstützung des davon ausgelösten Strukturwandels tech-

nologieorientiert und weniger branchenorientiert zu denken und zu handeln. In der Innovationskonkurrenz entscheidet häufig die schnellste und effizienteste Beherrschung und konsequente Nutzung (Produktion und Markteinführung) neuer Technologien. Halbleiterhersteller haben technologisch die Möglichkeiten der Vorwärtsintegration. Darunter versteht man in einer arbeitsteiligen Industriestruktur das Ausweiten der Fertigungstiefe in Richtung Endprodukt, also für die Bauelementeindustrie das Vorantreiben ihrer Aktivitäten in den Bereich der Geräteindustrie im Extremfall bis hin zum Endgerät und dessen Vermarktung. Wobei Kapitalausstattung, Finanzierungsmöglichkeit, Massenproduktion, Erschließen neuer Märkte und Nutzung neuer Vertriebssysteme die Voraussetzung schaffen, tief in herkömmliche Branchen einzudringen. Als Beispiel könnte hier die Entwicklung auf dem Tischrechner-, Uhren-, Radio- und Datenübertragungsbereich herangezogen werden.

Vorwärtsintegration ist nur dann erfolgreich, wenn neben den technologiebedingten Produktvorteilen eine systematische Marktforschung und -erschließung betrieben wird. Ohne genaue Marktkennntnisse ist jede Vorwärtsintegration mit erheblichen finanziellen Risiken verbunden. Entscheidendes Problem bei der Vorwärtsintegration ist die Marktkennntnis, die ihrerseits primär bei den traditionellen Produzenten vorhanden ist.

Als Alternative zur Vorwärtsintegration bietet sich eine systematische Verwertung neuer Technologien durch die traditionellen Produzenten an. Diese Alternative erscheint langfristig effizienter, wie folgendes Beispiel verdeutlicht:

Einige amerikanische Halbleiterhersteller erzielten mit der Einführung der LED-Uhr (lichtemittierende Diode) kurzfristige

Marktvorteile trotz eindeutiger Nachteile dieser Uhr, wie hoher Energiebedarf und Zeitangabe nur auf Knopfdruck (Zweihanduhr). Deutsche Uhrenhersteller folgten diesem Produkttrend nicht. Aufgrund ihrer langjährigen Marktkenntnisse orientierten sie sich an langfristigen Markterfordernissen, denen sie mit einer systematischen Nutzung neuer Technologien zu entsprechen trachten, also mit der LCD-Uhr (Flüssigkristallanzeige) mit geringerem Energiebedarf und ständig sichtbarer Anzeige.

Man kann davon ausgehen, daß der Einsatz der Halbleitertechnologie nicht nur die Uhrenindustrie grundlegend verändern wird, sondern bereits viele Wirtschaftsbereiche bis tief in den Dienstleistungssektor erfaßt. Allerdings sind die Auswirkungen in manchen Bereichen noch nicht voll erkannt.

Berufs- und Betriebsstrukturen

Auch die Berufs- und Betriebsstrukturen unterliegen einem tiefgreifenden, technologiebedingten Wandel, denn die beschleunigte Technologieerzeugung, -vermittlung und -nutzung schaffen betriebliche und berufliche Anpassungszwänge neuer Art:

Die Berufsinhalte verändern sich mehrfach während eines normalen Berufslebens.

Einerseits werden traditionelle Berufe, wie der des Uhrmachers, für die Produktion bedeutungslos, andererseits verändern sich die Berufsinhalte gravierend, z.B. die des technischen Zeichners, des Konstrukteurs und des Entwicklungsingenieurs.

Für den im Beruf stehenden Menschen bedeutet dies, daß er verstärkt Eigenschaften wie Flexibilität, Kreativität und Lernfähigkeit entwickeln und sich auf eine optimale Nutzung der apparativen Intelligenz einstellen muß.

Betriebsstrukturen müssen den technologiebedingten Änderungen der Berufsinhalte mit besonderen Anpassungsleistungen folgen. An die Stelle vertikaler Organisation werden mehr horizontale Kooperationsformen mit starker Delegation von Verantwortung treten bei gleichzeitig stärkerer Finanzkontrolle. Ursache dieses betrieblichen Strukturwandels sind Möglichkeiten dezentraler Informationsverarbeitung. Diese Möglichkeiten werden durch neue Formen apparativer Intelligenz geschaffen, d.h. durch die Fortschritte auf dem Gebiet der Mikroelektronik.

Die Nutzung der neuen technologischen Möglichkeiten macht neue überbetriebliche Kooperationsformen notwendig:

zur Erschließung neuer Finanzquellen und technologischen Know-hows,

zur Bündelung des Nachfragepotentials, um Mengen für notwendige Vorprodukte zu erreichen, die z.B. die rationelle Produktion integrierter Bausteine erst ermöglichen.

Neue Kooperationsformen sind auch notwendig zwischen wissenschaftlichen, technologischen und wirtschaftlichen Wissensträgern, um neues Anwendungswissen marktgerecht aufzuarbeiten. Dabei müssen sich die Wissenschaftler an den Bedürfnissen des Marktes stärker orientieren und ihr Wissen transferieren (z.B. Einrichtung von Meßplätzen für Mikroprozessoren an den Forschungsinstituten, um den Umgang mit diesen neuen Bausteinen für die Anwender zu erleichtern).

Nur neue institutionelle Strukturen und angemessene Managementtechniken können den Erfolg der Vermittlung technologischen Wissens und technischen Könnens sicherstellen. Ohne diese Vorkehrungen würden sich beträchtliche Fehlinvestitionen und strukturelle Fehlentwicklungen ergeben.

Technologische Entwicklung und gesellschaftlicher Wandel

Die technische Nutzung der Ergebnisse der wissenschaftlichen und technologischen Forschung hat bereits zu weitreichenden wirtschaftlichen und sozialen Wandlungsprozessen geführt, die durch die Halbleitertechnologie eine neue Qualität erreicht haben. Da die Mikroprozessoren niedrige organische Intelligenzleistungen substituieren, sind sie in nahezu allen Arbeits- und Lebensbereichen verwendbar. Dementsprechend gravierend werden die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgewirkungen ihres Einsatzes sein. Die Dynamik dieses Prozesses erfordert beträchtliche Anpassungsleistungen auf der politischen Steuerungsebene und auf der wirtschaftlich-gesellschaftlichen Ablaufebene.

Neue Formen der Forschungs- und Wirtschaftspolitik mit einer beständigen Rückkopplung zwischen Staat, Wirtschaft (Industrie) und den gesellschaftlichen Gruppen sind erforderlich. Diese Wechselwirkungen können angesichts der Geschwindigkeit dieses Prozesses nur von Managern beherrscht werden, die durch persönliche Erfahrungen in geeigneten Positionen sowohl im Staat als auch in der Wirtschaft entsprechend vorbereitet sind. Erhöhte Mobilität und Flexibilität, gekoppelt mit neuen Kommunikations- und Umgangsformen (Ethos der Sachlichkeit), sind die Voraussetzungen einer effizienten, technologieorientierten Strukturpolitik (sektoral und regional). Die Programme der Technologieförderung bedingen eine Risikoentlastung der Unternehmen, die Produkte mit sehr hohem Innovationsgrad herstellen, bei gleichzeitiger Erhaltung des Marktmechanismus.

Aufgrund des neuen Innovationsschubs müssen nicht nur neue Betriebs-, sondern auch neue Ausbildungsformen entwickelt

werden. Es hat sich gezeigt, daß, gemessen am jeweiligen Stand der Technologie, selbst die Ausbilder im Durchschnitt nur noch über 25% des aktuellen Wissens auf dem jeweiligen Spezialgebiet verfügen. Dem kann, wie ebenfalls empirische Untersuchungen zur Technologievermittlung und zum Innovationsverhalten gezeigt haben, am besten begegnet werden durch effizienteste Wissensvermittlung in informellen Kontakten und über Personaltransfer. Dementsprechend wird eine zu geringe Mobilität und Flexibilität vermutlich zu einer Zunahme der psychosozialen Konflikte führen.

Auf die gesellschaftlichen Folgen der technologischen Entwicklung kann an dieser Stelle im einzelnen nicht eingegangen werden. Der technologiebedingte Strukturwandel wird wegen des aus ihm resultierenden und auch gesellschaftlich notwendigen Fortschritts nicht aufzuhalten sein. Aufgabe des Managements dieses Anpassungsprozesses ist es, den Wandel zu steuern, um mögliche negative volkswirtschaftliche und soziale Folgen zu vermeiden.