

Gottfried Wolf

NEUE TECHNOLOGIEN - ALLGEMEINE KONSEQUENZEN FÜR DIE BILDUNGSARBEIT

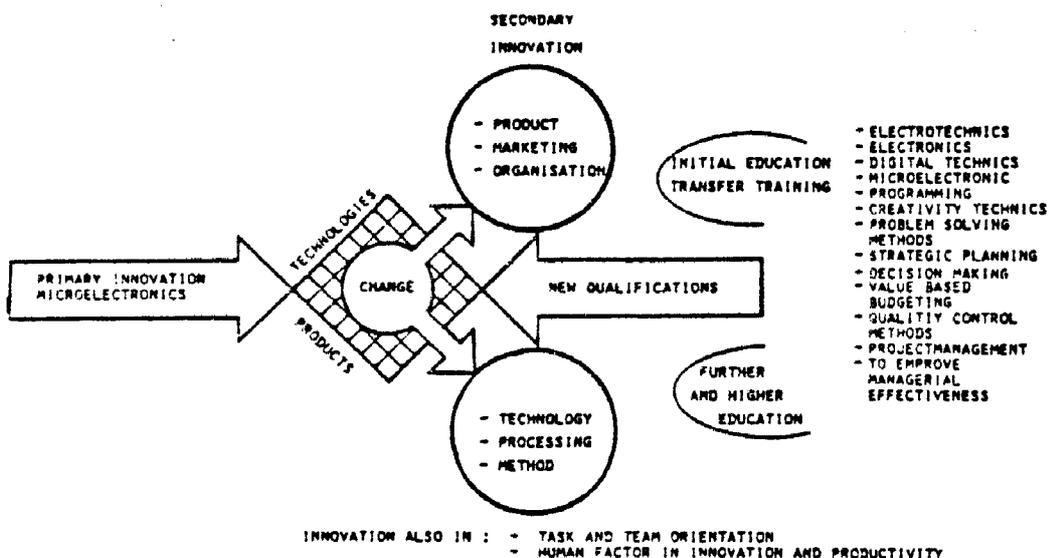
Perspektiven für die Industrielle Welt

Die Halbleiter-Elektronik und die elektronische Datenverarbeitung sind die Gestalter eines neuen technischen Zeitalters.

Eine Fülle von neuartigen Produkten mit erstaunlichen Eigenschaften und Verfahren, mit steigender Produktivität und Effektivität finden eine schnell zunehmende Verbreitung.

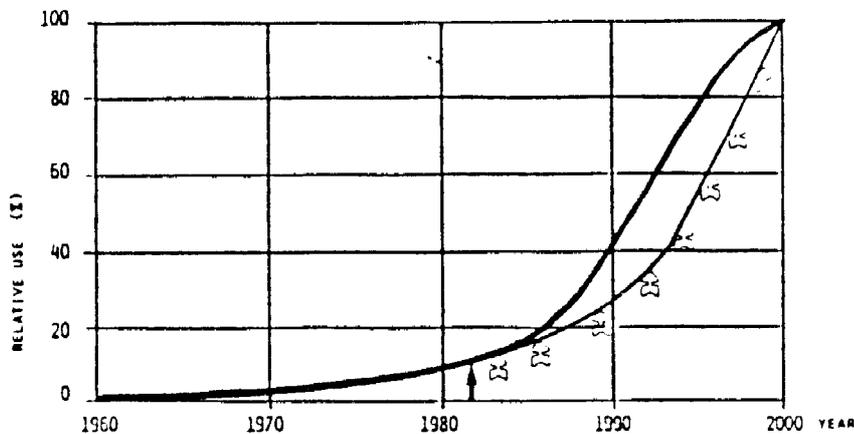
1. Mikroelektronik - Grundlage der Informationstechnik

Die Epochen der Menschheit werden nach den Werkstoffen, die jeweils verwendet wurden, eingeteilt: Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit. Obwohl wir uns heute noch in der Eisenzeit befinden, könnte man auch sagen, wir sind in der Siliziumzeit angekommen. Silizium ist ein Grundstoff, der durch die Mikroelektronik in alle Geräte eindringen wird, die Informationen verarbeiten, erzeugen, speichern oder übertragen.



Name of the inventor GOTTFRIED A. WOLF	Title of the document CHANGES AND SECONDARY INNOVATION PRODUCED BY MICROELECTRONICS AS A PRIMARY INNOVATION AND NEW QUALIFICATIONS	
Publication No.		

Mikroelektronik steht geradezu als Synonym für „Informationstechnik“, denn durch die Integration elektronischer Schaltungen auf einem kleinen Siliziumkristall ist die Verarbeitung von Informationen jeglicher Art sehr einfach und damit wirtschaftlich geworden. Informationen werden überall verarbeitet: In der Daten- und Nachrichtentechnik, bei Prozeßsteuerungen, im Auto und bei der Verkehrslenkung, bei medizinischen Geräten ebenso wie in Haushaltsmaschinen, in Radio- und Fernsehgeräten – kurz gesagt – in allen technischen Bereichen. Die Dynamik unserer Welt, unser ganzes physisches Dasein basiert auf den beiden Grundelementen Energie und Information, auf Energieumwandlung und Informationsverarbeitung.



Name of the designer GOTTFRIED A. WOLF	Title of the picture USE OF MICROELECTRONICS RELATIVE TO POSSIBLE USE IN THE YEAR 2000	
Picture No.		

So ist es nicht verwunderlich, wenn die Informationstechnologie Mikroelektronik in nahezu alle Bereiche unserer Arbeitswelt und unseres Alltags eindringt.

Erhält z. B. ein Antiblockierbremssystem die Information, daß ein Rad blockiert, hebt es für Augenblicke den Bremsvorgang auf. Eine Waschmaschinensteuerung kontrolliert Wassermenge und Temperatur und setzt die Trommel in Bewegung. Ein elektronisches Fieberthermometer mißt die Temperatur des Menschen und zeigt sie digital an. Die Fernsehkamera nimmt ein Bild auf, verwandelt es in elektrische Signale und sendet die Information über Kabel weiter. Der Fernschreiber überträgt Textinformationen, der Fernkopierer Bilder, der Rechner verarbeitet und überträgt Daten. Viele dieser Funktionen sind erst durch die Mikroelektronik möglich geworden.

Farbige Drahtstränge
verbunden in den Geräten die einzelnen Bauelemente.
Um 1950 traten an die Stelle der Kabelbäume die
Leiterplatten mit gedruckten Schaltungen.
Von Mikroelektronik spricht man erst seit Anfang der
60er Jahre, seit es gelungen ist, die einzelnen Baue-
lemente einer Schaltung samt ihren Kontaktstellen
und Verbindungsleitungen in mikroskopisch kleiner
Form auf Siliziumplättchen („Chips“) von wenigen
Quadratmillimetern Größe unterzubringen. Derartige
Integrierte Schaltungen sind nicht nur um Größenord-
nungen kleiner als entsprechende Schaltungen aus
Einzelementen, sie sind auch wesentlich zuverlässiger,
geringer in der Leistungsaufnahme und vor allem
preiswerter.

Mikroelektronik

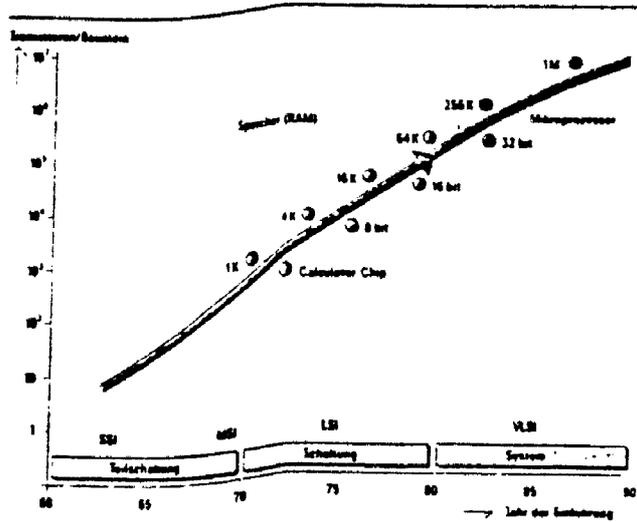
Die Mikroelektronik hat sich aus der Transistortechnik und Informationstheorie entwickelt. Der Transistor ist ein elektronisches Bauelement, das sich sowohl zum Speichern und zur logischen Verknüpfung von Information mit niedrigem Energieaufwand als auch zum Verstärken schwacher Signale eignet. Beide Eigenschaften sind in Systemen der Nachrichtentechnik und Datenverarbeitung notwendig. Das Problem bei der Entwicklung großer Systeme, wie z. B. Computer, lag in der mangelnden Zuverlässigkeit und den hohen Kosten eines notwendigerweise mit sehr vielen Transistoren bestückten Gerätes. Man kann sich die Problematik an Hand eines Würfelspiels verdeutlichen. Angenommen, ein einzelner Transistor hatte die Chance von 83,3 Prozent, eine gewisse Betriebsdauer von x Stunden zu überleben. Eine Schaltung, die aus n einzelnen Transistoren derselben Bauart zusammengesetzt ist, hatte dann eine Überlebenschance von nur $(0,833)^n$. Bei einer relativ geringen Stückzahl von $n = 64$ ergab sich z. B. die winzige Überlebenschance der ganzen Schaltung von 0,00085 Prozent, also eine praktisch völlig chancenlose Situation. Das Würfelspiel in einer Abart des russischen Rouletts liefert einen Hinweis auf Abhilfe: Angenommen, man wirft einen Würfel mit der Vereinbarung, sich bei einem Sechserwurf entleiben zu müssen. Dann ist die Überlebenschance pro Wurf $\frac{1}{6} = 83,3$ Prozent, da im Mittel unter sechs Wurfen fünf ohne Sechser sind. Diese Überlebenschance wurde vorhin, um die Analogie herzustellen, für einen einzelnen Transistor willkürlich angenommen.

Erweitert man nun das Würfelspiel auf n gleichzeitig zu werfende Würfel und trifft die hirnverbrannte Vereinbarung, daß man sich bei Auftreten auch nur eines Sechserstoten muß, dann sinkt die Überlebenschance auf $(\frac{1}{6})^n = (0,833)^n$, also bei $n = 64$ Würfeln auf 0,00085 Prozent. Die Abhilfe ist beim Würfeln der Traum jedes Falschspielers: Man hat dafür zu sorgen, daß alle Würfel gleichartig fallen! Man kann z. B. die 64 Würfel so aufeinanderstapeln und untereinander befestigen, daß ein integrierter Großwürfel entsteht, dessen 64 Würfelemente gleichartig ausgerichtet sind und bleiben. Wirft man diesen integrierten Großwürfel so, daß er nicht auseinanderfällt, dann zeigt jeder der 64 Würfelemente dieselbe Augenzahl. Die Überlebenschance im russischen Roulett ist wieder auf die für einen Einzelwürfel geltende Wahrscheinlichkeit von 83,3 Prozent gestiegen.

Auf eine Transistorschaltung mit n (z. B. 64) Transistoren übertragen lautet die Forderung: Man baue die n (z. B. 64) Transistoren auf ein und demselben Material gleichzeitig auf und setze sie gleichen Umweltbedingungen aus. Sie müssen sich dann wie eine einzige Mehrlinge verhalten, die in derselben Umwelt aufwachsen, völlig gleichartig gedeihen und erkranken und – im Idealfall – gleichzeitig sterben. Nur auf diese Weise ist eine akzeptable Überlebenschance gewährleistet. Die Konsequenz dieser Überlegungen ist die Siliziumplanartechnik, in der heute auf einem monokristallinen Plättchen („chip“) von etwa 1 cm² rund hunderttausend Transistoren gleichzeitig hergestellt und miteinander zu einem System verbunden werden. Dazu muß man die Herstellung von Strukturen in der Größe von 0,001 mm (1 Mikrometer) beherrschen.

Mit dieser Methode sind nicht nur hochzuverlässige Systeme technisch möglich geworden, sondern auch deren wirtschaftliche Herstellung. Seit der Realisierung der Siliziumplanartechnik durch Hoerni (1960) ist eine technische Revolution abgelaufen, die mit bisher unvorstellbar raschen Qualitätsverbesserungen und gleichzeitigen Preisverfällen verbunden ist. Die Auswirkungen sind gravierend und bereits oft beschrieben worden

Die erste in der Patentliteratur aufgefundene Idee der Integration von Transistoranordnungen stammt von Werner Jacobi (DPA Nr. 833 366 aus 1949).



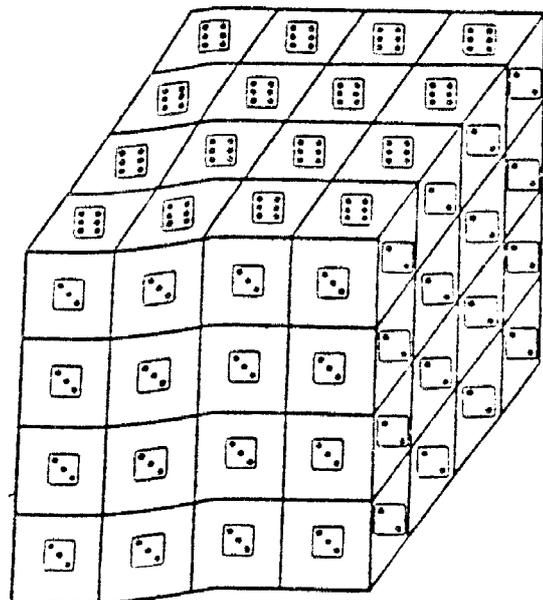
Anstieg des Integrationsgrades bei integrierten Schaltungen und Produktneuentwicklungen

Seit 1963 hat sich die Anzahl der in einem Baustein integrierbaren Transistoren von 15 auf 150 000 erhöht. Bis 1990 werden 10 Millionen Transistoren pro Baustein möglich sein. Die wichtigsten Standardprodukte der Mikroelektronik sind Speicher und Mikroprozessoren.

Der Integrationsgrad, d.h. die Zahl der Bauelemente (Transistoren) pro Chip ist in den vergangenen 20 Jahren auf über 100 000 Transistoren angestiegen. 150 000 Transistoren auf 25 mm² Siliziumfläche besitzt ein 64 Kbit-RAM-Speicher – dies ist der höchste Integrationsgrad, der heute in Produktion ist. Mitte der 80er Jahre werden es etwa 1 Million Transistoren sein, die man integrieren kann, und dann flacht sich der Anstieg allmählich ab. Die Zunahme der Bausteine pro Chip verlangsamt sich und eine technologische, aber auch eine wirtschaftliche Grenze wird sich bei etwa 10 bis 100 Mio Transistoren einstellen. Diese Grenze wird zwischen 1990 und 2000 erreicht sein

Weiterentwicklung des Integrationsgrades

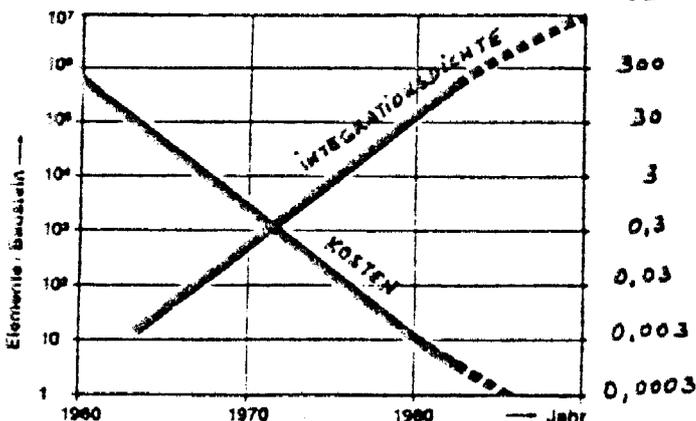
ÜBERLEBENSCHANCEN VON ELEKTRONISCHEN SCHALTUNGEN NACH EINER ANALOGIE DES WÜRFELSPIELLES



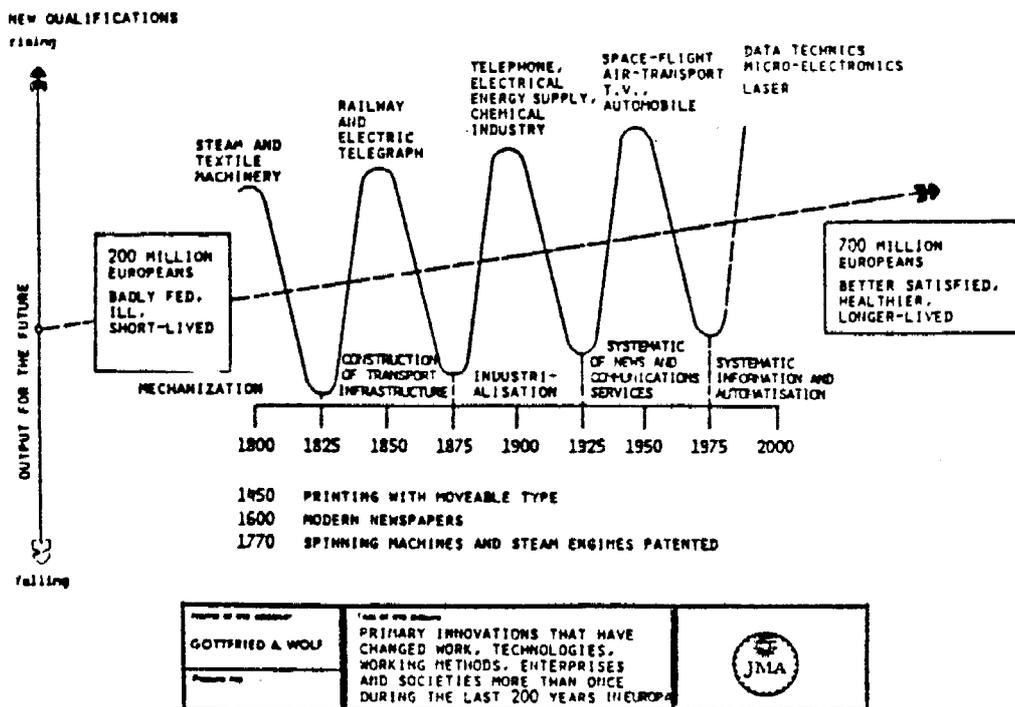
- Übersichtliche Zusammenfassung:
- Bei n geschalteten Überlebenschance pro Wurf eines Würfels = $1/6^n$
 - Überlebenschance von einzeln geschalteten Transistoren = pro Wurf von n Würfeln: $(1/6)^n = 1/6^n$
 - Bei $n = 64$: Überlebenschance = $0,0005$

MIKROELEKTRONIK - EINZELIGE VERBINDUNGEN

Entwicklung der Integrationsdichte und der Kosten pro Transistorfunktion



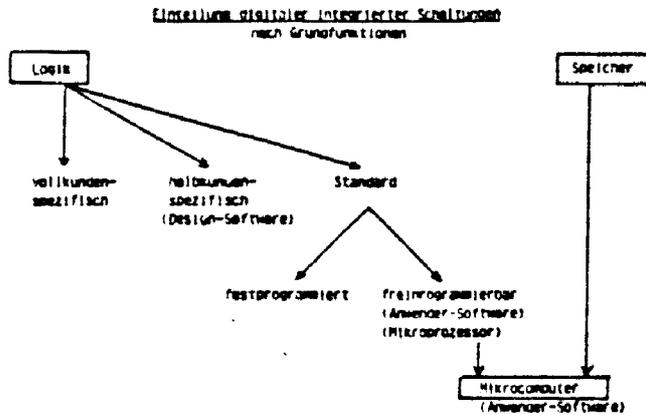
Die Physiker, Chemiker, Feinmechaniker, Elektroniker, Prozesstechniker usw. haben eine neue Technologie geschaffen, die Mikroelektronik, die eine Herausforderung für viele Unternehmen darstellt. Hier sind schier unbegrenzte Möglichkeiten in dem Bereich der Informationstechnik im weitesten Sinne entstanden, die es auszunutzen gilt. Es liegt an den Menschen, diese neue, vor uns offenliegende Technologie einzusetzen. Der Mensch bleibt damit im Mittelpunkt des Geschehens, er wird mit seiner Kreativität nicht an den Rand gedrängt, wie es Skeptiker behaupten. Vor etwa 100 Jahren hielt die Elektrizität Einzug in die Werkstätten und in unser ganzes Leben. Was haben die Menschen alles daraus gemacht!



Vergleichbar mit diesem revolutionären Charakter ist nun der Einzug der informationsverarbeitenden Bausteine der Mikroelektronik. Was hält nun im konkreten Einzug, was wird dem Geratenersteller vom Bauelementhersteller angeboten?

Ihre Funktion nach lassen sich die integrierten Schaltungen einteilen in Logikbausteine und Speicher. Logikbausteine verarbeiten Informationen (Daten) nach einer ganz bestimmten vorgegebenen Vorschrift, Speicher – wie der Name sagt – speichern Informationen.

Logikbausteine unterteilen sich in kundenspezifische Schaltungen, halbkundenspezifische Schaltungen und in programmierbare Standardschaltungen wie die Mikroprozessoren



Während eine kundenspezifische Schaltung nur für den Einsatz in ein bestimmtes Gerät vorgesehen ist, ist der Mikroprozessor ein universeller Logikbaustein, der wie die Zentraleinheit eines Rechners für die verschiedensten Anwendungen programmiert werden kann. Mit dem Mikroprozessor wurde das Tor für all die vielen Anwendungen geöffnet, die wegen ihrer relativ geringen Stückzahl die hohen Entwicklungskosten einer spezifischen Schaltung nicht tragen können.

Allerdings muß für die Anwendung eine Software, ein Programm entwickelt bzw. gekauft werden. Die halbkundenspezifische Schaltung ist ein Kompromiß zwischen Standard- und spezifischer Schaltung.

Die Schaltung wird als Standardbaustein in großen Stückzahlen hergestellt, bis auf die letzte Verdrahtung. Diese erfolgt kundenspezifisch. Bei dieser spezifischen Standardschaltung entfällt wiederum das Anwender-Programm. Allerdings ist eine spezifische Software zur Herstellung der Leitbahnen auf dem Chip erforderlich.

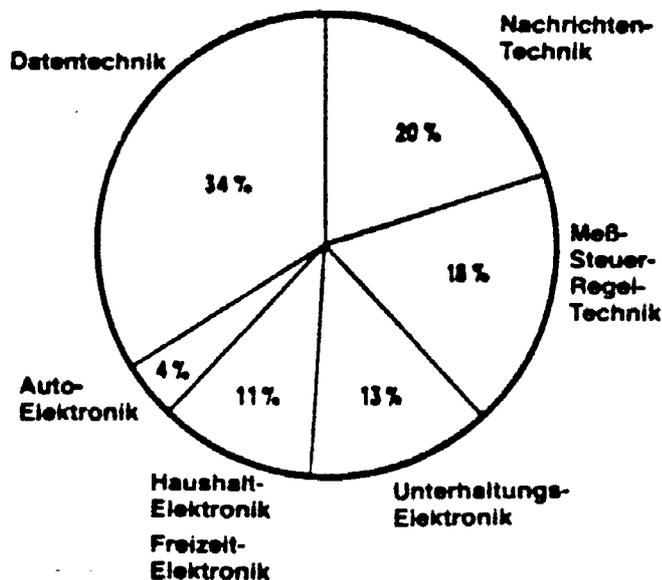
Weicher Weg für den Anwender jeweils der günstigste ist, bedarf intensiver Überlegung und Beratung, bedarf enger Zusammenarbeit mit dem Bauelementehersteller. Die Optimierung ist zudem auch noch einem Wandel unterworfen, je nachdem, wie es gelingt, die Schaltungsentwicklung mit Hilfe von Computern voranzutreiben bzw. die Erzeugung der Software durch Programmierhilfsgeräte und Verwendung höherer Programmiersprachen zu verbilligen. Hierzu gehört auch die Erarbeitung einer Methodik beim Software-Herstellen für eine „strukturierte Programmierung“, um komplexe Funktionssysteme schnell und kostengünstig zu analysieren und in Software-Blöcken zu strukturieren.

2. Die Anwendungen der Mikroelektronik

Betrachten wir die Einsatzgebiete der Integrierten Schaltungen quantitativ, so teilte sich der Weltmarkt im Wert von rund 150 Mrd. \$ im Jahre 1984 nach Bild auf. Die Hauptanwendungsgebiete sind Daten- und Nachrichtentechnik, Meß-, Steuer- und Regeltechnik und die Unterhaltungselektronik. Der heute noch geringere Anteil von Auto- und Haushaltselektronik wird sich in den nächsten 5 Jahren bestimmt vergrößern, wenn durch die Großintegration ganze Schaltungssysteme auf einem Chip vereinigt sind und damit einer Massenanwendung von der Kosten- und Zuverlässigkeitsseite nichts mehr im Wege steht.

IS-Weltmarkt nach Branchen 198

150 Mrd. öS



Die Mikroelektronik löst in den verschiedenen Branchen bestimmte Zielrichtungen aus, die im folgenden kurz gestreift werden.

In der „kleinsten“ **Datentechnik** hat sich der elektronische Taschenrechner längst seinen Markt erobert. Er ist weit über den Ersatz von Rechenschiebern und mechanischen Tischrechnern hinausgewachsen. Ein neues Produkt hat sich beispielhaft einen weltweiten neuen Markt geschaffen. In seinem Innern befindet sich meist nur ein einziger Siliziumchip, der alle Rechenregeln enthält.

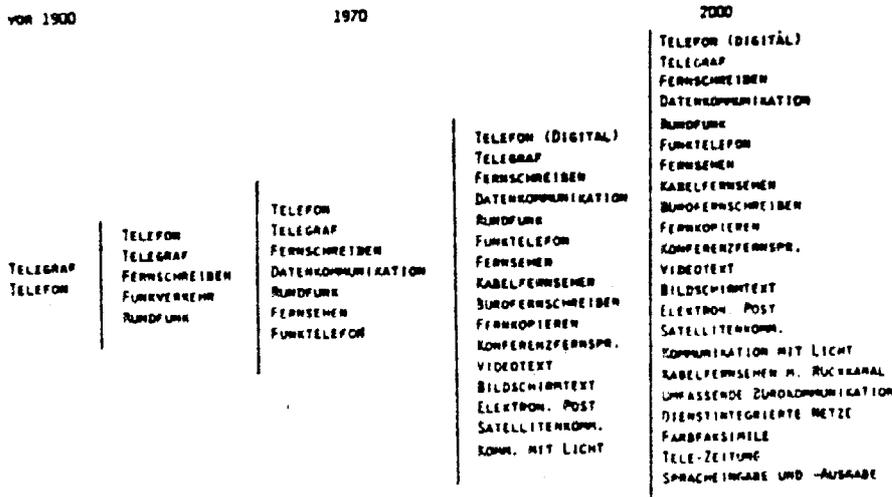
Auf dem Gebiet der programmierbaren Computer hat sich ein neuer Markt mit Kleingeräten entwickelt. Der „Personal Computer“, nicht teurer als ein Farbfernsehgerät, wird den Geschäftsmann bei seiner Buchführung, Lagerhaltung oder Kundenkartei entlasten.

Als Heimcomputer kann er helfen, Bücher oder Schallplatten zu archivieren, er erinnert an Termine, erstellt die Steuererklärung und unterstützt Kinder beim Lernen mit Lernprogrammen.

Der Mikrocomputer führt in der kommerziellen Datenverarbeitung zu einer Dezentralisierung der Rechenarbeit. Terminals, die früher nur zur Ein- und Ausgabe von Daten dienten, werden selbst zum Computer („intelligente Terminals“). Daten können an Ort und Stelle selektiert werden, Rechengänge finden z. T. im Terminal statt. Die Datentechnik wird damit in den Arbeitsplatz integriert, sei es im Büro, in der Produktion oder auch am Ladentisch.

Selbstverständlich steigt auch die Leistungsfähigkeit der Großrechner ständig an – ohne in gleichem Verhältnis mit dem Preis nachzuziehen. Hochintegrierte Mikroelektronik-Bausteine beschleunigen den Rechengang, verkürzen die Zugriffszeiten und erhöhen die Speicherkapazität. Die Datentechnik gab die stärksten Impulse zur Entwicklung der Integrations-technik, da der Leistungsumfang eines Rechners direkt mit der Zahl der binären Schaltelemente, der Transistoren, verkoppelt ist.

In der **Nachrichtentechnik** verbessert die Mikroelektronik einerseits unsere bestehenden Informations- und Kommunikationssysteme, wie Rundfunk und Fernsehen, Telefon und Fernschreiber; andererseits erweitert sie mit neuen Nachrichtensystemen die Möglichkeiten, Sprache, Schrift, Bilder und Daten auszutauschen. Breitbandkabelkommunikation, Teletext, Bildschirmtext, Videotext, Fernsehen mit Rückkanal und all die technisch-wirtschaftlich möglich gewordenen Telekommunikationssysteme (Bild) kommen dem wachsenden Bedürfnis des Informationsaustausches im Wirtschaftsbereich, aber auch im privaten Sektor entgegen.



Der Sorge, daß uns eines Tages die Informationssfülle durch die neuen Nachrichtensysteme völlig überschwemmt, ist durch bessere Selektionsverfahren zu begegnen. Die gleiche Technik, die uns die Fülle beschert, erleichtert uns auch die Selektionsarbeit. Ein entscheidender Punkt ist allerdings auch, daß wir lernen, mit den neuen Informationsmedien richtig umzugehen. Informationen, vernünftig genutzt, sollen unser Bewußtsein erweitern, wie einst die Erfindung des Buchdrucks, und uns nicht zur geistigen Passivität verführen.

Datenverarbeitung und Nachrichtentechnik verbinden sich in der **Bürotechnik** zu einer Reihe von arbeitserleichternden und arbeitsrationalisierenden Systemen. Textverarbeitungsautomaten und Speicherschreibmaschinen übernehmen das Schreiben von Standardtexten und vereinfachen das bisher mühevoll Korrigieren geschriebener Seiten. Die Effektivität der Büroarbeit wird durch elektronische Verarbeitung und Übertragung von Text, Daten und Bildern ansteigen. Multifunktionale Arbeitsplatzsysteme werden die heutige Bürotechnik ergänzen und bestehende Geräte mit neuen integrieren. Bildschirm und Tastatur gehören in Zukunft neben dem Telefon zur selbstverständlichen Ausstattung von Büroarbeitsplätzen, nicht nur bei Sekretarinnen, sondern auch bei Sachbearbeitern und Managern.

Der Anwendungsbereich **Meß-, Steuer- und Regeltechnik** umfaßt die Industrieelektronik, medizinische Geräte, Verkehrsleitsysteme u. v. a. Dieser Bereich hat 1980 18 Prozent der Integrierten Schaltungen verbraucht.

Die Meß-, Steuer- und Regeltechnik mit Mikroelektronik wird eine Domäne für mittlere und kleine Unternehmen der Geräteindustrie werden. Während bei den Bauelementeherstellern sich die Großintegrationstechnik auf immer weniger große Halbleiterfirmen konzentriert, werden die Erzeugnisse dieser Unternehmen zu bequemen und preiswerten Schlüsselbausteinen für Geräte-Innovationen auch beim mittelständischen Unternehmen. Hierin liegt die besondere Chance für den ideenreichen mittelständischen Unternehmer, der früher führend in der feinmechanischen Industrie war und der heute mit den Mikroelektronik-Standardbausteinen ein vielseitiges elektronisches Werkzeug zur Verfügung hat.

Mikroelektronische Steuerungen stellen eine wesentliche technische Verbesserung der Produkte dar. Die Erwartungen sind

- Erhöhung der Flexibilität
- Erhöhung der Zuverlässigkeit durch Substitution von verschleißbehafteten mechanischen Teilen
- Erhöhung des Leistungsumfanges (Verarbeitungsgeschwindigkeit, Genauigkeit u. a.)
- Erhöhung der Bedienungsfreundlichkeit

Neben den technischen Vorteilen ist auch der wirtschaftliche Vorteil der reduzierten Herstellkosten zu beachten.

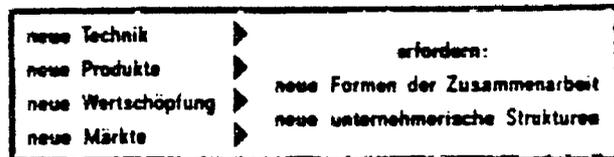
In der **Unterhaltungselektronik** wird die digitale Signalverarbeitung im Fernsengerat voranschreiten und eine neue Bildqualität liefern, aber auch neue Geräte wie Videorecorder oder Bildplatte werden weitere Verbreitung finden. Mit zunehmendem Lebensstandard wird auch die Freizeitelektronik anwachsen. Je mehr die elementaren Bedürfnisse des Menschen gestillt sind, desto mehr greift er nach kreativen Freizeitgeräten wie Foto und Film, elektronischen Musikinstrumenten und Spielen. Überall ist die Mikroelektronik darin enthalten.

Die **Auto- und Haushalts elektronik** gehören zu den Massen Anwendungen, in die die Mikroelektronik in den 80er Jahren erst Eingang finden wird. Hier werden im nächsten Jahrzehnt neue Märkte für die Bauelemente durch die Durchdringung der Geräte mit Mikroelektronik entstehen. Beiden Branchen sind die Zielrichtungen gemeinsam: energiesparendere Technik, sicherere Technik, benutzerfreundlichere Anwendungen und höherer Komfort.

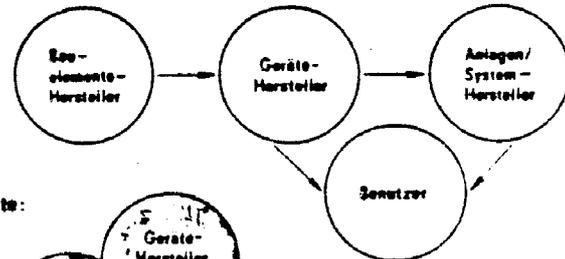
Die Anwendungen der Mikroelektronik, vor allem im Bereich Messen, Steuern und Regeln, erfordern nicht nur die Bausteine der Informationsverarbeitung, sondern auch Sensoren und Aktuatoren. Sensoren müssen die Umweltdaten erfassen und aufbereiten, Aktuatoren die Ergebnisse in Aktionen umsetzen. Diese z. T. noch fehlenden Bausteine verzögern in vielen Fällen den raschen Einsatz der Mikroelektronik in der Prozeßtechnik.

Die industrielle Revolution wird dadurch – ebenso wie durch das Fehlen ausreichender Software – eher zu einer Evolution. Revolutionen lassen sich mit Ideen verwirklichen; in der Mikroelektronik ist noch viel harte Ingenieurarbeit zu leisten, um all das zu verwirklichen, was man sich wünscht.

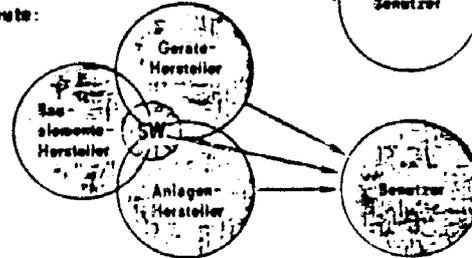
Die Herausforderung der 80er Jahre an das Management



Früher:



Heute:



Natürlich gibt es Druck-, Temperatur-, Feuchtemesser und andere Sensoren, aber diese sind meist nicht mikrocomputerkompatibel, d. h. sie sind zu groß, zu empfindlich, sie liefern nicht die vom Mikrocomputer verarbeitbaren elektrischen Daten und vor allem sind sie zu teuer. Man geht immer mehr dazu über, das Sensorelement mit auf den Chip zu integrieren.

3. Voraussetzungen und Wege für den Einsatz der Mikroelektronik

Um die Chancen zu nutzen, die in der neuen Technologie stecken, müssen beim Gerätehersteller folgende Voraussetzungen gegeben sein:

- gute Systemkenntnisse
- angemessene Ausbildung der Mitarbeiter, auch auf dem Softwaregebiet
- evtl. Einschaltung externer Beratung (z. B. VDI-Zentrum, LGA, IHK)
- kooperatives, flexibles und innovationsförderndes Management
- sorgfältige Produktplanung und Marktstrategie
- rechtzeitige Durchführung der Innovation

Folgende Maßnahmen lassen sich in der richtigen Reihenfolge für den Einstieg in die Mikroelektronik nennen:

1. Management (Entwicklungsleiter, Produktplaner, Ingenieur) erwerben Mikroelektronik- und Mikrocomputer-Grundkenntnisse (Bücher, Vorträge)
2. Beratungsstellen konsultieren (z. B. Technologiezentrum, „ob Produkt oder Verfahren für Mikroelektronik geeignet ist und welche staatlichen Fördermittel zur Verfügung stehen)
3. Entscheidung über Einstieg in Mikroelektronik/MC-Technik fällen, geeignetes Produkt auswählen
4. Im Unternehmen „Projektleiter-Mikroelektronik“ ernennen und mit ein bis zwei weiteren Technikern gründlich ausbilden lassen (z. B. Seminare VDI, REFA, RKW, Mikrocomputerschule des Halbleiterherstellers)
5. Entscheidung fällen, mit welchen Bauelementeherstellern zusammengearbeitet werden soll (Lieferfähigkeit, Kommunikationsmöglichkeit, Applikationshilfe, ggf. Angebot an Software und Entwicklungssystem, Sensoren, Aktoren, Anzeigen beachten)
6. Zusammenarbeit mit Bauelementehersteller für endgültige Produktplanung
7. Bei ersten Projekten auch mit externem Ingenieurbüro zusammenarbeiten, wenn eigene Fähigkeit noch nicht genügend ausgebildet
8. Bei Einsatz eines Mikrocomputers Programm-Entwicklungssystem anschaffen, Einarbeitungszeit von einigen Monaten für Mitarbeiter vorsehen
9. Produktentwicklungen generell auf Mikroelektronik/Mikrocomputer ausrichten, z. B. Flußdiagramme verwenden
10. innovationsfreudiges Arbeitsklima schaffen (Zeit zum Nachdenken, Brainstorming, Anerkennung für neue Ideen)

Es gibt Beispiele einer Reihe von Firmen, die es geschafft haben, mit Hilfe der Mikroelektronik sich auf dem Markt erfolgreich durchzusetzen. Davon wird im Laufe des Tages noch die Rede sein.

Es gibt leider auch eine Reihe von Negativbeispielen, Firmen, die wegen unterlassenem Strukturwandel oder zu spätem Einstieg in die Mikroelektronik in den Konkurs geraten sind.

Als innerbetriebliche Innovationsbarrieren können dabei auftreten:

- fehlende Strategie und Zielsetzung
- Tragheit, hervorgerufen durch Unkenntnis der Innovationsnotwendigkeit
- fehlende Motivation, häufig als Folge falschen Führungsstils oder fehlender Anreize
- innovationshemmende Organisationsstrukturen
- unzureichende Kommunikation und damit fehlender Informationsfluß
- fehlender Arbeitskräfte-Spielraum („Slack“)
- mangelnde Durchsetzungskraft
- fehlendes Fachpersonal
- fehlende Finanzmittel

Gottfried Wolf

2. ÜBERWINDUNG DES COMPUTER - ANALPHABETENTUMS

Die sechziger und siebziger Jahre waren durch Großcomputer und eine zentralisierte Datenverarbeitung in der Büro-Organisation geprägt.

Der Trend der achtziger Jahre lautet: Dezentralisierung. Eine geradezu "kopernikanische Wende". Der Arbeitsplatz wird nicht, wie bei der Datenverarbeitung, auf die Technik hin organisiert, sondern die Technik paßt sich dem Arbeitsplatz an.

Die Technik reduziert bisherige Zwänge und die Gestaltungsmöglichkeiten in der Organisation nehmen wieder zu, die Zusammenarbeit der Menschen tritt wieder in den Vordergrund. Mit einem Satz: Eine angepasste Technik wird neu in die neue Arbeits-Organisation eingeführt.

Am Arbeitsplatz und in der Verwaltung geht es darum, Informationen zu beschaffen, zu verarbeiten und weiterzugeben. Und dazu ist Kommunikation notwendig. Früher verlief diese Kommunikation überwiegend persönlich. Dann kam das Telefon, und heute haben wir Tele-Kommunikation. Für viele hat diese neue Zeit die Umstellung auf neue Computersysteme bereits stattgefunden.

Rationalisierung von Routinetätigkeiten im Büro war im Gegensatz zur Landwirtschaft und in der industriellen Fertigung mangels geeigneter Werkzeuge nur sehr begrenzt möglich. Unter dem Einfluß der Mikroelektronik beschleunigt sich zur Zeit noch das Tempo der Rationalisierung in der Fertigung.

4 % jährlicher Rationalisierung von Routinetätigkeiten sind denkbar. Das würde zu einer ähnlichen Reduzierung der Zahl der Arbeitsplätze führen wie in der Landwirtschaft und Industrie, wenn nicht zusätzliche Leistungen "innoviert" werden. Die Bürokommunikation und -automation ermöglicht durchaus die Bereitstellung eines weiten Spektrums von neuen Dienstleistungen und Warenangeboten, die ohne diese Mittel nicht kostengünstig darstellbar wären.

Dies gibt die Hoffnung, daß die Zahl der Arbeitsplätze nicht im gleichen Maße abnimmt wie die Rationalisierung erfolgt. Allerdings nur dann, wenn viele qualifizierte Menschen neue "Leistungen" erfinden und bestehende verbessern.

Das Preis-Leistungs-Verhältnis bei Geräten und Software wird zunehmend günstiger. Damit sind auch kleinere und mittlere Unternehmen und Private in der Lage, diese moderne Technologie zu nutzen.

Immer mehr Informationen erreichen den einzelnen Arbeitsplatz. Die Technik paßt sich dem Menschen an. Der Computer kann jetzt menschlichere Formen annehmen, weil er auf den Arbeitsplatz zugeschnitten ist.

Wenn man die Mittel, die schon heute vorhanden sind und kommen, richtig einsetzt, können die Möglichkeiten der Arbeitsplätze in geradezu dramatischer Weise erweitert werden. Ein Anbieter in einer Vertriebs-Organisation z.B. hat heute ungeahnte Möglichkeiten - durch den Zugriff zu einem riesigen Informationsapparat -, mit einem Kunden über ein breites Spektrum zu verhandeln. Früher mußte er ihn von einem zum anderen überweisen, um ihn mit ähnlichen Informationen versorgen zu können.

Ein solches elektronisches System zu etablieren, setzt zunächst den Willen der Entscheidungsträger voraus, den Mitarbeitern Geduld entgegenzubringen. Aber es wird auch ein anderer Mitarbeiter gebraucht. Denn repetitive Arbeiten werden immer mehr entfallen.

Die neue Technik braucht auch neue Verhaltensweisen. Ein neues Spektrum der Bürotechnik kommt von der Kommunikationstechnik. Sie ist das Bindeglied zwischen den bisher isoliert bestehenden Techniken der Textverarbeitung und Datenverarbeitung. Die Kommunikationstechnik verbindet sehr unterschiedliche Bereiche der Büroarbeit.

Etwa 80 % der schriftlichen Kommunikation in Großunternehmen oder in der öffentlichen Verwaltung ist interne Kommunikation.

Es ist eine Chance, diese Entwicklung im positiven Sinne zu beeinflussen.

Die Einführung neuer Technik muß stets zwei Funktionen erfüllen:

- Die Arbeit erleichtern, das heißt dem Menschen dienen, und
- sie sollte wirtschaftlich sein.

Viele Menschen müssen im Laufe des Durchdringungsvorgangs ihre Arbeitsgewohnheiten ändern, was ja in der Regel nicht einfach ist. Manager zum Beispiel sind nur in seltenen Fällen bereit, ihre Arbeitstechnik auf neue Informationsmedien auszurichten.

Wenn man viele Jahre erfolgreich und mit eigenen Methoden gearbeitet hat, ist es schwer einzusehen, plötzlich umzustellen. Das "Akzeptanz"-Problem stellt sich hier in ganz besonderer Weise.

So muß heute besonders danach unterschieden werden zwischen dem, was die Technik kann und was die Technik augenblicklich leistet.

Die Diskussion über die Vor- und Nachteile von zentralen und dezentralen Lösungen ist nicht nur ein technisches Problem, sondern häufig ein Problem der persönlichen Einstellung. Es gibt von Haus aus förderative Menschen oder Zentralisten. Bei den Integrationsbemühungen kommen oft ausgewogene Lösungen heraus. Wenn neue Anwendungen hinzugewonnen werden, lassen sich meist neue - verbindende - Symbiosen entwickeln.

Die Tatsache, daß bei einer völlig neuen Technologie zunächst nur die Technik in den Mittelpunkt steht, ist verständlich, weil neue Technologien einen Anpassungs-Zeitraum erfordern. Das ist bei jeder neuen Technologie, beim Telefon oder beim Fernschreiber so gewesen.

Erst in einer zweiten Phase wird die Fähigkeit zu differenzieren entwickelt.

Fortschritt wird vor allem auch durch zeitgerechte Ausbildung bedingt. Aus heutiger Sicht sollte kein Berufsbild mehr geschaffen werden, in dem die Computertechnologie nicht zur Ausbildungspflicht gehört. So muß zum Beispiel der Industriekaufmann auch Datenverarbeitungskaufmann sein. Wie früher zur Ausbildung eines Industriekaufmanns die Buchhaltung gehörte, so muß heute die moderne Technik mit einbezogen werden.

Der Heim-Computer ist für jedermann zugänglich, und dadurch wird die institutionelle Ausbildung unterlaufen. Das ist für die Generation schmerzhaft, die nicht diese freiwillige Ausbildung miterlebt hat.

In Zukunft werden Mitarbeiter gebraucht, die in der Lage sind, die Vernetzung von Informationen zu begreifen und in die Unternehmensstruktur zu integrieren. Gleichzeitig müssen sie analytisch arbeiten: Sie müssen herausfinden, wie die Informationen in den Unternehmen zu verteilen sind und wie sie konzentriert und für das Unternehmensziel optimal eingesetzt werden können. Wenn die Ausbildungsstrukturen in Österreich dahingehend geändert werden, wird auch das Akzeptanzproblem gelöst werden.

Um alle aus dem Computer-Analphabetentum herauszuführen, fehlt z. Zt. noch die notwendige Struktur. Das heißt, eigentlich sollte jeder Schüler und Student sich einen kleinen Computer anschaffen, damit er sich in die Technologie einüben kann.

Die entscheidende Frage für die Berufsausbildung hierbei allerdings: Wie bindet man die theoretische Ausbildung an den praktischen Erfahrungsschatz an? Oder anders formuliert: Wie koppelt man die Erfahrung zurück?

Ein Blick auf die Jugend ist hierzu geradezu eine Offenbarung. Denn immer mehr Jugendliche produzieren sehr interessante Computerprogramme, die sie dann auch verkaufen können.

Programmproduktion für Computerspiele - besonders "Nicht-Nullsummenspiele" - in immer neuen Versionen ist bevorzugte Domäne der Jüngeren, deren Phantasie noch nicht verformt ist. Das erlaubt ihnen, mit Programmbefehlen verwunschene Besen auf dem Bildschirm zu zaubern, welche Straßen von Abfällen freikehren - oder auch sich selbst samt der ganzen Familie auf eine Ferieninsel befördern.

Nach strengen Regeln maschineller Logik schaffen es 16jährige Lehrlinge bereits ein Programmpaket für Fakturierung und Finanzverwaltung eines Ladengeschäftes zu schreiben.

Sie schaffen es ohne Unterricht in der Schule. Sie lernen es sich zum Teil in den Kaufhäusern - an angeschlossenen Heimcomputern - selbst. Danach befragen sie z.B. einen Ladenbesitzer

genau "was er zu welchem Zweck tut" bzw. "besser machen sollte".

Kein wissenschaftliches Gutachten sagt bislang etwas darüber aus, weshalb Computer, die in Redaktionen und Büros, in Werkstätten und an Konstruktionsplätzen berufserfahrene Menschen ihrer bisherigen Arbeit angeblich entfremden und sie unter den Zwang eintönig wirkender Bildschirmsymbole stellt, gerade bei vielen jungen Menschen, ganz entgegen aller früheren Erwartungen, zu Instrumenten höchst persönlicher und individueller Entfaltung werden.

Bei "Betriebserkundungen" entwickeln angeblich am Lernen "uninteressierte Außenseiter" plötzlich einen Leistungswillen und eine Leistungsfähigkeit die nur durch das Ausschalten der Anlagen zu beenden ist.

Hinweise auf Fehler, unangenehme Nebenerscheinungen, jeden Unterrichts, werden mit Jubel begrüßt, wenn sie als wohlformulierte Error-Meldungen auf dem Computerbildschirm erscheinen, Millisekunden nach dem begangenen Irrtum. Kein noch so strenger Lehrer könnte derart unachtsichtig Fehler aufzeigen, wie es Computer tun, die eben überhaupt keine formalen Irrtümer dulden, nicht einmal ein unschuldiges Komma an falscher Stelle.

Sind Computerkenntnisse psychologische Phänomene?

Schon 12 - 14jährige Japaner und Chinesen müssen in der Regel mehr als 2000 keineswegs anschauliche Schriftzeichen beherrschen und niemand wundere sich, daß dies möglich ist.

Die heutige Jugend stellt ein großes "Einsteigerpotential in das Elektronikzeitalter" dar. Die z.Zt. künstlich erreichten Barrieren sind der "Computeranphabetismus" und mangelnde Einsicht in die "Anforderungsprofile" der Zukunft.

Nichts deutet an, daß diese Jugend etwa die Gesellschaft verändern wollen. Sie sind voll damit beschäftigt, die sich ihnen bietenden Möglichkeiten auszuschöpfen, die sich ihrer Umwelt bewußt wurden, einschließlich der Computer, die nichts besonderes für sie sind und sie weder beengt noch in Normen zwingt.

Sie wissen aber z.B., daß es für bestimmte Probleme optimale Lösungen gibt, und je länger ein Programm benutzt wird, um so mehr zeigen sich Möglichkeiten, es noch besser zu gestalten und es immer mehr auf die eigenen Bedürfnisse auszurichten und individuell zu gestalten.

Wenn auch nicht bewußt, die jungen "Computereinsteiger" verändern die Gesellschaft doch - unsichtbarer und lautloser als Demonstranten, aber vielleicht nachhaltiger und sicherlich nicht negativ. Wie sieht die Welt aus in einem Jahrzehnt, wenn ein beträchtlicher Teil normaler Schulabgänger so selbstverständlich mit Computerprogrammen vertraut ist, daß auch in jeder kleinen Firma zumindest ein Lehrling sitzt, der das EDV-System beherrscht - und gegebenenfalls nach Bedarf auch ändert?

Neue Technologien – Zielorientierte Bildungsarbeit erhält eine neue Dimension

Gottfried A. Wolf

Neue Technologien, wie zur Zeit die Mikroelektronik, erfordern u.a. neue Dimensionen des Denkens, Führens, Planens und der Zusammenarbeit, denn mit ihrer Einführung in den Unternehmen haben sich neuartige Situationen ergeben, die dem Management vor 10 Jahren größtenteils noch unbekannt waren.

Die Mikroelektronik in Industrierobotern und auf Bildschirmarbeitsplätzen hat sehr schnell das Szenarium in Werkstätten und Büros verändert. Dieser Wandel ist, wie sich jetzt zeigt, keineswegs eine Erscheinung, deren Ende sich abzeichnet. Neue Systeme drängen nach.

Die weltweite Beschleunigung der technologischen und technischen Entwicklung erfordert nicht nur die Umstellung auf neue Produktionsmittel und -methoden, sondern ein zunehmend nutzbares Innovationspotential innerhalb jedes Unternehmens das langfristig überleben will.

Aus Information, Energie und Material besteht unser ganzes physisches Dasein. So ist es nicht verwunderlich, wenn die Mikroelektronik als Basisinnovation und erstes Werkzeug für den menschlichen Geist in nahezu alle Bereiche unserer Arbeitswelt und unseres Alltags eindringt.

Mikrocomputer steuern und kontrollieren zwar den Produktionsablauf, aber sie denken nicht. Das führt zu der Frage "Wer produziert die Programme, welche die Mikrocomputer kontrollieren und steuern?". Für diese geistige Arbeit bedarf es einer zunehmenden Zahl besonders qualifizierter Mitarbeiter.

Die Bildungsarbeit erhält damit eine neue Dimension.

Die breite Einführung der Basisinnovation "Mikroelektronik" in alle Funktionsbereiche der Industrie wie im Dienstleistungssektor verändert alte Berufsbilder, verdrängt manche alte und schafft neue Berufe, rund 50 % aller Arbeitsplätze in den Industriestaaten werden zu dem Beginn der 90er Jahre davon berührt werden.

D.h. Arbeitsplatzinhalte und Qualifikationsprofile sind einander durch zielorientierte Bildungsarbeit anzupassen, damit der technische Strukturwandel in nützlicher Weise für den einzelnen, die Unternehmen und die Gesellschaft bewältigt werden kann.

Unabhängig von den Bildungsmöglichkeiten gibt es in diesem Zusammenhang einige gemeinsame Bildungsziele, die in geeigneter Weise in allen Bildungsmaßnahmen berücksichtigt werden sollten.

– Zur Sicherung der Flexibilität ist ein breites Grundlagewissen zu vermitteln.

- Eine lebenslang anhaltende Lernbereitschaft ist zu wecken.
- Das strategische Denken und das Denken in Systemzusammenhängen sowie das Planen logischer Abläufe ist zu üben.
- Die Grundlagen der Informations-, Digital- und Datentechnik sind so früh wie möglich zu behandeln.
- Das Arbeiten mit Tastaturen und Bildschirmen ist so früh wie möglich – auch spielerisch – zu lehren.

Da die Zukunft einer Industrienation auf Technik basiert, ist ein ausgewogenes Verhältnis zur Technik zu schaffen.

- Bei der Symbiose von Mechanik und Mikroelektronik ist z.B. die Herausbildung eines Berufsbildes "Mechatroniker" zu beachten, bei der Symbiose von Installatechnik, medizinischer Technik u.a.m. und der Mikroelektronik die Herausbildung entsprechender weiterer ".....troniker-Berufsbilder".

Mikroprozessoren und Mikrocomputer tragen u.a. maßgeblich dazu bei, technische, wirtschaftliche und soziale Barrieren zu überwinden. Das heißt, sie wirken als "Denkzeuge" bereichsübergreifend, indem sie die Grenzen zwischen Einzeldisziplinen überschreitet, als hätte es solche nie gegeben. Das bedeutet, daß einzelne Bereiche und Funktionsträger nicht mehr unabhängig voneinander arbeiten können, ohne die Produktivität und Effektivität gemeinsamer Anstrengungen zu gefährden.

Der technische Fortschritt auf der Grundlage von Basisinnovationen wie sie die Mikroelektronik darstellt, wird überwiegend in den "innovativen" Unternehmen "produziert". Deshalb können die Schulen kaum auf den letzten Stand der Entwicklung hin ausbilden.

Das bedeutet, daß durch zielorientierte Bildungsarbeit in den Betrieben vorhandene Lücken zu den unternehmensspezifischen Anforderungsprofilen geschlossen werden müssen.

Darüber hinaus benötigt heute z.B. ein Elektroingenieur jährlich etwa 250 Fortbildungsstunden, um alleine die laufende Wissenszunahme auf dem Gebiet der Mikroelektronik mitzuvollziehen.

Der gravierendste "Engpaßfaktor" bei der Einführung und wirtschaftlichen Nutzung der Mikroelektronik ist die Fähigkeit möglichst vieler Mitarbeiter in den Unternehmen neue Anwendungsmöglichkeiten vorzuschlagen und hierfür auch die erforderlichen Anwendungsprogramme zu erstellen. Für diese Tätigkeit müssen viele erst schrittweise in einem mühsamen und aufwendigen Prozeß umgeschult und höherqualifiziert werden. Das verhindert einerseits einen revolutionären Einbruch der Mikroelektronik und ermöglicht eine evolutionäre Weiterentwicklung auf internationalem Niveau, wenn sich die betriebliche Bildungsarbeit auf diese strategische Lücke konzentriert.

Orientierung am Ziel

Mit zielorientierter Bildungsarbeit kann jedes Unternehmen seine Schlagkraft verbessern. Wer rechtzeitig "Qualifikationslängnetze" knüpft, kann damit auch betriebswirtschaftliche Abstürze vermeiden.

Allerdings genügt im Rahmen betrieblicher Bildungsmaßnahmen der Nachweis des Lernerfolges als das Erreichen von Lernzielen – auch aufgrund der gegenwärtigen wirtschaftlichen Situation – nicht mehr. Es geht immer mehr darum, zu beweisen, daß ein bestimmtes Problem, zu dessen Lösung zielorientierte Bildungsarbeit beitragen sollte, tatsächlich besser als sonst gelöst worden ist oder dank rechtzeitig geknüpfter "Qualifikationstangnetze" Probleme im eigenen Unternehmen erst gar nicht auftreten.

Analog, wie man fortschrittliche Methoden zur Situations-, Problems- und Entscheidungsanalyse oder zur Steigerung der Effektivität im Management, der strategischen Geschäftsfeldplanung oder der Nutzung der Chancen der Basisinnovation Mikroelektronik anwendet, benötigt zielorientierte Bildungsarbeit neue Ansätze, um über ihren Nutzen eine verwertbare Aussage machen zu können. Ein derartiger Ansatz heißt:

"Bildungsarbeit an strategischen Zielen orientieren".

Jeder einzelne, jedes Unternehmen und jede Gesellschaft muß mit Blick auf die angestrebten Ziele strategisch planen, taktisch, d.h. situationsgerecht handeln und dabei die wirkungsvollen Operationen durchführen.

Orientierung an einem Ziel erfordert qualifizierte Denkprozesse, die zum angestrebten Ergebnis führen. Jede Verbesserung dieser Denkprozesse setzt einen Lernprozeß voraus. Bildungsarbeit, die sich an Zielen orientiert, bedeutet damit gleichzeitig auch strategische Zukunftsgestaltung.

- a) Die Bildungsstrategie beschreibt "WAS" durch zielorientierte Bildungsarbeit erreicht werden soll.
- b) Die operativen Bildungspläne beschreiben "WIE" dieses "SOLL" erreicht werden "KANN".
Hier werden vor allem die Beziehungsebenen mit ihren verschiedenen Aspekten berücksichtigt, d.h.
 - die Beziehungen zwischen Lehrern, Trainern bzw. Führungskräften zu den Teilnehmern einer Bildungsmaßnahme
 - die Beziehungen zwischen den Teilnehmern untereinander aber auch
 - die Beziehungen der Teilnehmer, der Lehrer, Trainer bzw. der Führungskräfte zu der Umwelt in der eine Bildungsmaßnahme stattfindet wie z.B. Beleuchtung, Geräuschpegel, Raumtemperatur, Sitzordnung, Zeitbudget usw.
- c) Die Taktik oder besser die Methodik mit der Bildungsprozesse durchgeführt und gesteuert werden. Sie umfaßt vor allem die Lernhilfen, die gewährleisten sollen, daß die vermittelten Bildungsinhalte von den Teilnehmern auch angenommen und beibehalten werden.

Die Taktik besorgt aber auch

- alle wichtigen Informationen
- sichert durch Analysen und vorübergehende Maßnahmen voraussichtbare Schwachstellen ab
- sorgt für den sparsamen Einsatz angemessener Mittel
- sichert den Bildungsrahmen und
- bildet die Bildungsschwerpunkte

Die taktischen Bildungsmethoden stellen die treibenden Kräfte der Teamentwicklung dar und geben Hilfestellung bei der Anwendung neuer Fähigkeiten und Verhaltensweisen in der Praxis.

Der Charakter einer Bildungsmaßnahme ergibt sich aus der Verlagerung der Schwerpunkte auf eine oder zwei dieser drei Ebenen. Ihre Effektivität, d.h. das Ausmaß der Anwendung der neuen Bildungsinhalte durch die Teilnehmer in der beruflichen Praxis erfordert es, eine möglichst optimale Mischung dieser drei Ebenen zu finden.

In Verbindung mit den praktischen Anwendungsmöglichkeiten neuer Technologien wie z.B. der Mikroelektronik, Lasertechnik, Biotechnik u.a. soll in der Regel mit zielorientierten Bildungsmaßnahmen bei einzelnen, in Gruppen, in Unternehmen und auch in der Gesellschaft das Innovationspotential erhöht werden. Es wird parallel dazu stets eine Steigerung der Effektivität im Management durch den Erwerb von neuen Fähigkeiten und Verhaltensweisen angestrebt werden müssen. Auf der fachlichen Ebene dient zielorientierte Bildungsarbeit dazu, ein Qualifikationstangnetz zu knüpfen, um aktuelle Probleme besser lösen und neue Probleme vermeiden zu können. Vor allem aber um mit dem eigenen Innovationspotential bzw. in Partnerschaft mit anderen der weiteren Entwicklung die erwünschte Richtung weisen zu können.

Nur mit besonders qualifizierten Mitarbeitern können – was auf speziellen Gebieten durchaus einmal passieren kann – technische Rückstände aufgeholt und ein technischer Vorsprung auf neuen Gebieten ausgebaut werden. Die Mikroelektronik kennt nach einer Diebold-Studie etwa 25.000 Anwendungsmöglichkeiten, aber erst ca. 10 % sind tatsächlich erschlossen und noch weniger ausgeschöpft. Der Innovationstyp und die Erfingungsrate der Führungskräfte und möglichst vieler Mitarbeiter bleibt es also vorbehalten, gewissermaßen in einem stochastischen Suchprozeß die restlichen 90 % der Anwendungsmöglichkeiten ausfindig zu machen und wirtschaftlich zu nutzen.

expert verlag.

expert verlag GmbH
Fachverlag
für Wirtschaft & Technik
Maichinger Straße 16
Postfach 2
D 7031 Gratenau 1 Württ
Telefon (0 70 33) 73 44

Produktive Partnerschaft

Ein standortreicher Ausweg in die Zukunft
von G. A. Wolf
1. Auflage 1983
ca. 140 Seiten
ISBN 3-88508-850-9

Produktivität steigern durch bessere Problemlösungen und vorübergehende Maßnahmen zur Vermeidung potentieller Probleme. Steigerung des Innovationspotentials und schnellere Umsetzung in neue Produkte, Verfahren und Leistungssysteme