Informations- und Kommunikationssysteme: Einblick in ihre Grundlagen und ihre Entwicklung

Autor(en): **Balmer, Beat**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **105 (1987)**

Heft 16

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-76566

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Informations- und Kommunikationssysteme

Einblick in ihre Grundlagen und ihre Entwicklung

Von Beat Balmer, Baden

Neue Technologien beeinflussen zunehmend Wirtschaft und Gesellschaft. Es gilt, die Herausforderung anzunehmen, um die neuen Dienstleistungen und Einrichtungen nutzbringend anwenden zu können. Chancen und Risiken solcher Anwendungen sind oft nicht einfach abzuschätzen. Einblicke in die Grundlagen und in die Entwicklung dieser Technologien können die Gesamtbeurteilung erleichtern.

1837 +SIA 1987

Im Rahmen der Veranstaltungen zum 150jährigen Jubiläum des SIA veranstaltete die SIA-Sektion Baden am 24. März einen öffentlichen Vortrag von Dr. sc. nat. *Beat Balmer*, Leiter der Stabsstelle Technik und Entwicklung im Unternehmungsbereich Kommunikations- und Systemtechnik der Motor-Columbus AG, zu einem für unsere Zukunft wichtigen und interessanten Thema.

Die Elemente eines beliebigen Systems kommunizieren untereinander, indem sie Informationen austauschen und anwenden. Es müssen deshalb vorerst die Begriffe «System» und «Information» geklärt werden.

Natürliche und künstliche Systeme

Alle Gegenstände im Raum-Zeit-Kontinuum der wahrnehmbaren Welt sind durch räumliche Ausdehnung, Lebensdauer und Inhalt gekennzeichnet. Ausdehnung und Lebensdauer bilden die Abgrenzung eines Objektes gegen andere Objekte; sie machen das Objekt unterscheidbar von andern Objekten. Der Inhalt des Objektes besteht aus materiellen und immateriellen Anteilen, die, je nach der Art unserer Beobachtung, als Materie-, Energie- oder auch als Informationsinhalt wahrgenommen werden. Wir erkennen vor allem die Veränderungen solcher Objekte. Diese stellen sich als Materie-, Energie- und Informationsflüsse dar.

Ein System besteht aus Objekten (Elementen), die miteinander verknüpft sind, die sich also gegenseitig beeinflussen. Systeme erfüllen bestimmte Aufgaben, streben nach erkennbaren Zielen, weisen eine innere Ordnung oder Struktur auf, dienen speziellen Zwekken. Die Kommunikationswissenschaften sind Bestandteil jeder Systemtheorie: sie untersuchen den Informationsaustausch zwischen Elementen, Teilsystemen und Systemen.
Alle bekannten Systeme können nach zunehmender Komplexität geordnet werden. Es ergibt sich dadurch beispielsweise die folgende Klasseneinteilung:

- Rigide, einfache, statische Systeme (frame work systems)
- Einfache dynamische Systeme (clock work systems)
- Kybernetische Systeme (mehrfache, nichtlineare Kopplungen)
- Einfache biologische Systeme (Zellen)
- Komplexe biologische Systeme (Organe, Lebewesen)
- Soziologische Systeme (Gruppen, Gemeinschaften von Lebewesen)
- Globale Systeme (Biosphäre)
- Universales System (Kosmos)
- Transzendentale Systeme

Die gesamten menschlichen Bemühungen in Wirtschaft und Technik haben zum Ziel, künstliche Systeme zu erzeugen, welche nützlich angewendet werden können. Dabei ist es bis heute bei weitem nicht gelungen, Systeme mit der Komplexität von einfachen biologischen Systemen herzustellen. Die komplexesten künstlichen Systeme sind kybernetische Systeme, bei denen eine grosse Anzahl von Elementen und Teilsystemen durch gegenseitige Beeinflussung gemeinsame Wirkungen erzeugen. Biologische Systeme können Teile solcher Systeme sein; sie sind jedoch nur mit einzelnen ihrer Funktionen in das übergeordnete System miteinbezogen.

Kybernetik bedeutet «Steuermannskunst». Sie wurde im Jahre 1949 durch den Mathematiker Norbert Wiener begründet [1]. Es handelt sich um mathematische Methoden zur Behandlung von Ausgleichs- und Extrapolationsrechnungen. Das Verfahren eignet sich unter anderem zur Beschreibung von Eigenschaften einfacher Systeme; es kann jedoch auch für die modellmässige Beschreibung von biologischen und soziologischen Systemen eingesetzt werden.

Evolution der Komplexität

Die Evolution von Materie und Energie folgt einerseits dem Gesetz zunehmender Entropie und andererseits, für Systeme fern vom thermodynamischen Gleichgewicht, den Zustandsänderungen dissipativer Strukturen [2]. Diese erzeugen seit der Entstehung des Universums zunehmend komplexer werdende Systeme. Die Evolution des Lebens kann vereinfachend in fünf Epochen deutlich verschiedener Komplexität eingeteilt werden [3]:

□ *Urknall bis Ende des Feuerballs.* In dieser ersten Epoche wird der Kosmos durch einige wenige Arten von Elementarteilchen und leichten Elementen gebildet, was einer Komplexität (Informationsinhalt) von etwa 5 Bit entspricht.

□ *Supernova-Epoche.* In dieser Epoche entstehen die Sonne und die Planeten. Ihre Materie besteht aus den natürlichen Elementen und ihren Verbindungen. Die Komplexität dieser Welt wächst um etwa 20 Bit.

□ *Protoplanet.* In dieser Epoche entstehen die Weltmeere und ein gasförmiger Mantel um die Erde. Als Vorstufe lebender Zellen entstehen verschiedene Aminosäuren. Sie werden aus etwa 10exp59 mögliche Arten von Peptiden gebildet; der zusätzliche Informationsinhalt beträgt etwa 200 Bit.

□ *Biosphäre.* In dieser Epoche bildet sich eine sauerstoffhaltige Atmosphäre und eine grosse Anzahl verschiedener Lebewesen. Die Komplexität ist durch die Anzahl der prinzipiell möglichen verschiedenen Lebewesen geprägt. Am Beispiel des Menschen kann diese Zahl abgeschätzt werden: Die Zahl der verschiedenen Buchstaben im genetischen Code eines Gens ist 10exp9, daraus ergibt sich die Anzahl prinzipiell verschiedener möglicher Menschen zu 10exp72 Mio (eine sehr grosse Zahl!). Die genetische Komplexität berechnet sich daraus zu 240 Mio Bit.

□ *Kulturelle Epoche.* Sie ist durch die Emanzipation des Menschen von seiner

natürlichen Umgebung charakterisiert. Dadurch wird die biologische Evolution des Menschen verlangsamt; an ihre Stelle tritt kulturelle Evolution [4]. Die Komplexität dieser Epoche ist nicht restlos überschaubar.

Informationen austauschen

Materielle oder immaterielle Einwirkungen genügender Stärke können eine Zustandsänderung des Systems bewirken. Der Logarithmus zur Basis 2 der Gesamtzahl verschiedener Zustände, welche das System einnehmen kann, wird Komplexität des Systems genannt. Der Informationsinhalt eines einfachen Systems ist identisch mit seiner Komplexität.

Bei einem biologischen Gesamtsystem (also bei einem Lebewesen) ist die Komplexität durch die Anzahl der möglichen, genetisch verschiedenen Erscheinungsformen bestimmt. Der genetische Informationsinhalt wird damit zum Logarithmus zur Basis 2 der Gesamtzahl genetisch verschiedener Lebewesen.

Die Systeme der menschlichen Gesellschaft zeichnen sich durch kulturelle Leistungen aus. Der Informationsinhalt eines solchen Systems wird durch Sprache, Schrift, Wissen, Technik und alle anderen kulturellen Äusserungen bestimmt.

Sprachen bestehen aus einigen phonetischen Silben, Schriften aus einigen hundert Zeichen. Jede mit Text beschriebene Seite im Format A4 repräsentiert einen Informationsinhalt von etwa 50 kBit. Wenn wir annehmen, dass weltweit 100 Mio Bücher mit je 100 Seiten existieren, ergibt das einen Informationsinhalt von 10 Mrd Bit. Diese grosse Informationsmenge ist gering, verglichen mit der Speicherkapazität grosser künstlicher Massenspeicher (10exp13 Bit); sie ist sehr gering, verglichen mit der Speicherkapazität eines menschlichen Gehirns, welche nach Schätzungen bei 10exp17 Bit liegt [5].

Information im üblichen Sprachgebrauch bedeutet kulturelle Information: Steuerbefehle, Wissen, Sprache, Musik, Bilder oder andere Inhalte (Botschaften) sollen übertragen werden. Kommunikation erzeugt die gewünschte Übertragung der Botschaft.

Botschaften werden über geeignete Informationsträger zwischen Sender und Empfänger ausgetauscht. Dabei handelt es sich entweder um Menschen oder um spezielle technische Einrichtungen. Je nach Art der Teilnehmer gewinnt die Informationsübertragung, also die Kommunikation, eine besondere, qualitativ unterschiedliche Bedeutung, beispielsweise die Mensch-zu-Mensch-Kommunikation in der Pädagogik, die Mensch-Maschine-Kommunikation in der Ergonomie oder die Computer-Kommunikation in der Informatik.

Kommunikationstechnik ermöglicht den Austausch von Informationen mit Hilfe von technischen Einrichtungen. Telekommunikation bedeutet das unverzögerte Übermitteln von Informationen zu entfernten Zielen. Telekommunikation befasst sich demnach mit der Gestaltung und Analyse von Systemen zur Übermittlung von Informationen mittels elektromagnetischer Signale.

Die Telekommunikation löst verschiedene Marktaufgaben. Dazu gehören vor allem das Übermitteln (vermitteln, übertragen) von Sprache, Text, Ton, Bildern oder Daten. Diese Übermittlung findet im allgemeinsten Fall in Netzwerken statt, welche die an der Kommunikation teilnehmenden Elemente verbinden und die Informationen übertragen. Die geeigneten Lösungstechniken für lokale, regionale und grossräumige Netzwerke sind sehr unterschiedlich; sie umfassen beispielsweise einfache Zweidraht-Leitsysteme und hochkomplexe Satellitenverbindungen.

Der Begriff «Informationstechnik» beschreibt im weitesten Sinne das Bearbeiten von Informationen mit technischen Mitteln. Der Begriff «Informatik» ist daraus abgeleitet. Er bedeutet die Technik der Informationsverarbeitung in Computern und Datenbanken, also Wissenschaft, Theorie und Anwendung von Rechenanlagen.

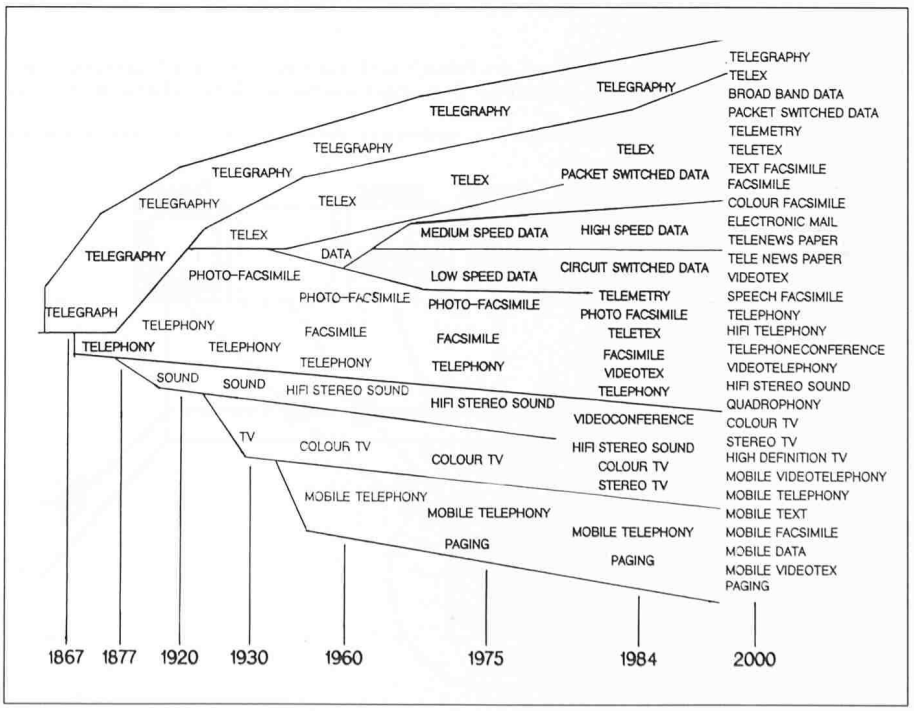
«Telematik» ist ein seit 1979 gebräuchliches Kunstwort, das aus Telekommunikation und Information gebildet wurde. Die Telematik umfasst demnach Gestaltung und Analyse von Systemen zum Speichern, Verarbeiten und Übermitteln von Informationen mit Hilfe von Computern, Datenbanken und Netzwerken.

Entwicklungstendenzen der Telekommunikation

Netzwerke werden mit Geräten und Einrichtungen (Hardware) ausgerüstet. Der Netzwerkbetreiber bietet den Teilnehmern eine Reihe von Nutzungsmöglichkeiten in der Form von Programmen und Dienstleistungen an (Software). Seit mehr als hundert Jahren sind bedeutende Entwicklungen bezüglich Hard- und Software im Gange, so dass die Palette der Kommunikationsdienstleistungen stets vielfältiger geworden ist. Einige wichtige Stationen auf diesem Entwicklungsweg sind folgende:

1867 Fern-Zeichen (Morse-Telegraph)
1877 Fernsprechen (Telephon)
1920 Rundfunk (Radio), Fernschreiben (Telex)
1930 Fernsehen (TV)
1940 Fernmessen (Telemetrie), Daten übertragen
1950 Farbfernsehen, Stereoton
1960 Fernbild (Faksimile), Paket-Da-

Bild 1. Entwicklung der Telekommunikationsdienste seit 1867. Quelle: ITT, 1985



ten, Richtstrahlverbindungen
1970 Koaxialkabelnetzwerke, Mietleitungen, Satellitenverbindungen, Mobiltelephon
1980 Glasfaserkabelnetzwerke
1985 Teletex, Videotex, High speed data
1988 Digitale Teilnehmervermittleranlagen und Netzwerke
1990 Dienstintegrierte digitale Netzwerke

Seit einigen Jahren stehen Koaxialkabel und zugehörende Anschlussgeräte zur Verfügung, neuestens auch Lichtleiterkabel, bei denen ein Lichtstrahl in einem sehr grossen Frequenzbereich moduliert werden kann. Damit ist die neueste Entwicklung vorgezeichnet, mit der verschiedene der gewünschten Dienste auf einem einzigen Träger übermittelt werden können [6].

Die Trends der zukünftigen Entwicklung ergeben sich einerseits aus den zukünftigen Marktbedürfnissen und andererseits aus den Fortschritten der Basistechnologien. Die zukünftigen Marktbedürfnisse bedeuten nach aller Voraussicht eine weiter ansteigende Automatisierung und Optimierung der Abläufe im Produktions- und Bürobereich, aber auch im Konsum-, Komfort- und Freizeitbereich.

Die Basistechnologien der Telematik sind Mikroelektronik, Optoelektronik, Computertechnik und Anwendungsprogramme. Die Mikroelektronik wird sich in Richtung höherer Speicherdichten bis zum 100 Mbit-Chip und zu Strukturen im Submycron-Bereich weiter entwickeln. Die Optoelektronik wird billige, miniaturisierte Lichtleiter, Wandler und Schaltelemente zur Verfügung stellen, allenfalls sogar integrierte optische Schaltungen. In den Computerwissenschaften geht der Trend in Richtung neue Architektur und parallele Abläufe; dadurch werden umfangreiche, schnelle Compiler für hohe Anforderungen möglich. Die Anwendungsprogramme werden in Richtung komplexere Aufgabenstellung und einfachere Bedienung stetig weiter verbessert.

Software-Entwicklungstendenzen

Computer verarbeiten Daten in der Art einer *divergenten* Logik: Aus einigen Eingangsdaten wird eine Fülle von Ausgangsdaten generiert, die der Interpretation bedürfen, damit sie verstanden werden. Die menschliche Intelligenz ist dem gegenüber konvergent: Aus einer immensen Fülle von Eingangsdaten, beispielsweise aus Bildern und Sprache, werden wenige konkrete Ergebnisse produziert. Der Mensch erfasst alles, was um ihn herum geschieht, und berücksichtigt es bei der Auswertung. Der Computer hat üblicherweise weder Augen noch Ohren oder sonstige Sensoren. Sein Eingangskanal ist auf wenige Zeichen pro Sekunde beschränkt. Er kann jedoch grosse Datenmengen berechnen und am Ausgangskanal bereitstellen.

Die strukturellen Unterschiede zwischen natürlicher und nachgebildeter Intelligenz sind also sehr gross. Sie können etwa wie folgt zusammengefasst werden:

Natürliche Intelligenz hat eine beinahe unbegrenzte Speicherkapazität zur Verfügung. Sie verarbeitet eine immense Fülle von Eingangsdaten (Sensoren) fast ohne Zeitverzug zu wenigen Ausgangsreaktionen. Sie orientiert sich nicht an streng vorgegebenen Programmen, sondern an den reellen Abläufen, an der Umwelt und an der Erfahrung. Sie besitzt hohe Fähigkeiten zum symbolischen und analogen Vergleich, jedoch beinahe keine arithmetischen Fähigkeiten.

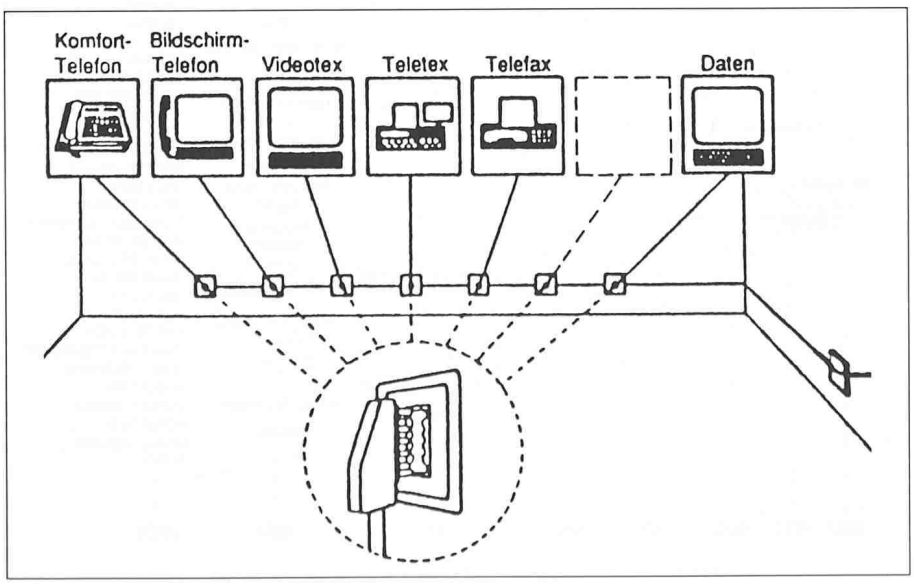
Computerintelligenz basiert auf einer eng begrenzten Speicherkapazität. Sie verarbeitet wenige, seriell und langsam anfallende Eingangsdaten in sequentiellen Abläufen zu einer Fülle von Ausgangsdaten. Sie besitzt hohe arithmetische, aber nur geringe symbolische oder analog vergleichende Fähigkeiten. Sie verarbeitet ausschliesslich nach vorgegebenen Programmen und bleibt vom Umgebungsgeschehen unbeeinflusst.

Die ersten Computerprogramme befassten sich ausschliesslich mit der Lösung numerischer Aufgaben. Dabei konnten die arithmetischen Fähigkeiten, beispielsweise beim Berechnen von Tabellenwerten oder beim Lösen von Optimierungsaufgaben, optimal genutzt werden. In einer zweiten Phase wurden Computer mit Erfolg zur Handhabung von Text eingesetzt: Alle kommerziellen Programme für das Rechnungswesen und für die Bürotechnik beruhen auf Arithmetik und Textverarbeitung. Heute werden mehr und mehr Programme installiert, welche die Handhabung erleichtern sollen: Betriebssysteme und anwenderorientierte Software ermöglichen auch dem Nichtfachmann den Umgang mit dem Computer.

In Zukunft sollen Computer noch anspruchsvollere Aufgaben bewältigen können. Ein erster Schritt in dieser Richtung sind die Expertensysteme. Es handelt sich um Computerprogramme, welche das Wissen von Experten in der Form von Regeln oder Modellen enthalten und es dem Benützer in einer Frage-Antwort-Sequenz zur Verfügung stellen. Diese Programme setzen ein nach festgelegten Regeln strukturiertes Wissen sowie logische Grundoperationen voraus. Es handelt sich um eine neue Art des Programmierens, die, ähnlich wie die heute allgemein verbreiteten Textsysteme, in vielen Bereichen der Software Anwendung finden wird. [7].

Andere wichtige Entwicklungslinien zukünftiger Computeranwendungen sind die Sprach- und Bilderkennung, Büro- und Fertigungsautomation, Telekommunikationszentralen, Simulation sowie Ausbildungs- und Trainingshilfsmittel. Generell handelt es sich um schwierige Einzelaufgaben, die im Rahmen von grossen internationalen und nationalen Entwicklungsarbeiten in Japan, USA und Europa gleichzeitig intensiv untersucht werden.

Bild 2. An die «Kommunikationssteckdose» der Zukunft werden sich alle Arten von Endgeräten an eine einzige Teilnehmerleitung und unter einheitlicher Rufnummer anschliessen lassen. Quelle: R. Trachsel, PPT-GD, 1987



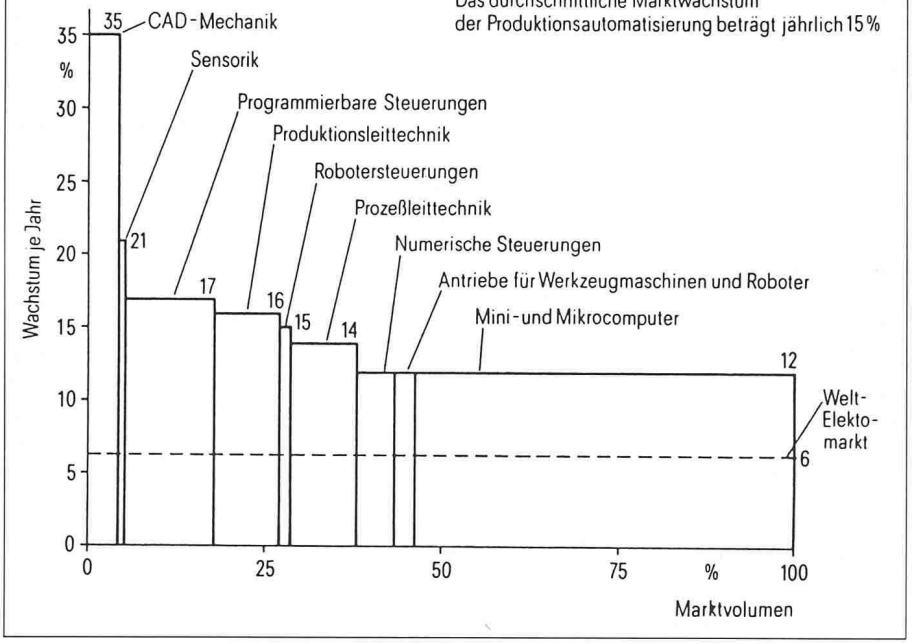


Bild 3. Marktaufteilung und Marktwachstum in den einzelnen Bereichen der Produktionsautomatisierung. Das grösste jährliche Wachstum von 35 % entfällt auf das Gebiet CAD-Mechanik; aber auch die anderen Bereiche wachsen mindestens doppelt so stark wie der Weltelektromarkt mit jährlich 6 %. Quelle: Siemens AG 1987

Literatur

[1] *Norbert Wiener:* Extrapolation, interpolation and smoothing of stationary time series, Wiley 1949

[2] *Ilja Prigogine:* Vom Sein zum Werden, Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften, Piper München 1979

[3] *M. Taube:* Evolution of matter and energy on a cosmic and planetary scale, Springer New York 1985

[4] *John Eccles:* Zur biologischen und kulturellen Evolution des Menschen, NZZ 26. 9. 1984 S. 98

[5] *R. Sinz:* Gehirn und Gedächtnis, Funktionen und Leistungen des menschlichen Gehirns, VEB Berlin 1978

[6] H. P. W. Lutz: Aktuelles aus der Teleinformatik, PTT Telecom-Seminar Regensdorf, 20. 1. 1987

[7] *R. E. Morley, W. A. Taylor:* Demystifying aritficial intelligence, North-Holland Amsterdam 1986

[8] *Martin Rotach:* Das Forschungsprojekt Manto, Chancen und Risiken der Telekommunikation, STR-Symposium Zürich 1986

[9] *Klaus Haefner:* Mensch und Computer, die Herausforderung der Technik, STR-Symposium Zürich 1986

[10] *Marshall McLuhan,* Understanding Media, 1964

Chancen und Risiken

Die neue Spitzentechnik ermöglicht Daten- und Informationsaustausch, Wissensvermittlung, Überwachung, aber auch Datenübertragung im Bereich Steuern, Regeln und Automatisieren von Prozessen.

Diese Anwendungen werden die Lebens- und Arbeitswelt nachhaltig verändern und prägen [8]. Es gilt, die Entwicklung aufmerksam zu verfolgen und negative Auswirkungen nach Möglichkeit zu verhindern oder zu kompensieren, beispielsweise am Arbeitsplatz und im Datenschutz.

Der Mechanisierungs- und Automatisierungsprozess kennzeichnet die Volkswirtschaften der fortgeschrittenen Industrienationen. Nachdem dieser Prozess in der Landwirtschaft bereits sehr weit gediehen ist, wird er zunehmend auch im Industriesektor angewendet, so dass immer weniger menschliche Arbeit zur Erzeugung der materiellen Güter aufgewendet werden muss. Schliesslich wird der Automatisierungsprozess auch im Sektor Dienstleistungen weiter fortschreiten. Im Büro der Zukunft werden die Schreib- und Archivarbeiten bedeutend rationeller gestaltet sein.

Ob die dadurch ersetzte Arbeit durch zunehmende Arbeit im Bereich neuer Technologien kompensiert werden kann, ist nicht eindeutig zu beantworten. Viele Anzeichen deuten darauf hin, dass sich unsere arbeitsbetonte Gesellschaft in eine vorwiegend von der Handhabung und Verarbeitung von Kenntnissen und Wissen geprägte Gesellschaft verwandelt. Dadurch würde die Arbeit allgemein an Bedeutung verlieren.

Andererseits besteht tatsächlich eine gewisse Gefahr, dass verbale und nichtverbale zwischenmenschliche Kommunikation mehr und mehr durch Kommunikationstechnik ersetzt wird, beispielsweise beim Einkaufen und im Unterricht. Die Auswirkungen einer solchen Entwicklung sind nicht bekannt; sie werden aber generell als unerwünscht angesehen. Die heutigen Menschen sind, ähnlich wie ihre Vorfahren, personale und soziale Wesen. Es muss angenommen werden, dass eine Technisierung zwischenmenschlicher Kommunikation schädliche Folgen erzeugen würde. Es bleibt primär jedem Einzelnen überlassen, im Kreis seiner Mitmenschen für den erforderlichen Ausgleich zu sorgen. Dies sollte um so eher möglich sein, als durch fortschreitende Automation die Lebensarbeitszeit verkürzt und die zur Verfügung stehende Freizeit verlängert wird.

Visionen

Wir können, wenn wir genügend Technik und Kapital investieren, die Produktion lebensnotwendiger Güter automatisieren, und über ein umfassendes Kommunikationssystem die Konsumenten direkt mit den Produzenten verbinden. Mit Hilfe dieser «Computer aided economy» [9] lässt sich die Arbeitsproduktivität voll ausschöpfen. Gleichzeitig können die Umweltschäden optimal vermieden werden. Das Volumen an primär erforderlicher menschlicher Arbeit wird dadurch drastisch reduziert. Der Zwang zur Arbeit und damit auch die Sozialversicherung und die durch Arbeitslosigkeit erzeugte Armut entfallen. Jedermann hat Anrecht auf Grundversorgung. Neben dieser gemeinwirtschaftlich organisierten Primärwirtschaft gilt freie Marktwirtschaft; jedermann ist frei, sich im High Tech oder Low Tech-Bereich zu betätigen und dabei Geld zu verdienen. In dieser computerisierten Gesellschaft entsteht Raum für echte Humanität.

Dann allgegenwärtiger Kommunikationstechnik ist die Welt überschaubar geworden. Damit steigt die Chance, dass sich die Menschheit mehr und mehr als Gesamtheit verstehen kann. Die globalen, lebensgefährdenden Probleme unserer Zeit, beispielsweise Kriege und Bevölkerungswachstum, werden immer besser erkennbar. Das Bewusstsein, dass wir alle «Besatzungsmitglieder des Raumschiffs Erde» sind, dass die Erde ein «globales Dorf» darstellt, wächst [10]. Dies ist zweifellos eine notwendige Voraussetzung zur Lösung der anstehenden Probleme.

Die «human computerisierte Welt» und das «globale Dorf» sind hypothetische Zukunftsvisionen. Die Entwicklung der Telematik zeigt uns jedoch, dass auch in Zukunft viele sinnvolle und nützliche Anwendungen möglich sein werden. Es gilt, diese Anwendungen zu fördern, und schädliche Auswirkungen möglichst zu vermeiden.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. nat. *B. Balmer,* Vizedirektor Motor-Colombus AG, Parkstrasse 27, 5401 Baden.