

Sonderdruck aus:

# Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Erhard Ulrich, Manfred Lahner, Werner Jooß

Analyse der Entwicklung der Datenverarbeitung

3. Jg./1970

**4**

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

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

### *Hinweise für Autorinnen und Autoren*

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

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

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

### **Herausgeber**

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

### **Begründer und frühere Mitherausgeber**

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

### **Redaktion**

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

### **Rechte**

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

### **Herstellung**

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

### **Verlag**

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

### **Bezugsbedingungen**

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

### **Zitierweise:**

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

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

# Analyse der Entwicklung der Datenverarbeitung

Erhard Ulrich, Manfred Lahner, Werner Jooß

Es wird versucht, die Entwicklung der Datenverarbeitung nicht durch Beschreibung, sondern durch eine schematisierte Darstellung zu erfassen. Mit einem Netzwerk, ähnlich einem Netzplan, werden Entwicklungslinien aufgezeigt.

Verknüpfungen zwischen den Entwicklungslinien auf den verschiedenen Arbeitsgebieten erläutern die Zusammenhänge zwischen einzelnen Aktivitäten und verdeutlichen die Wechselwirkung zwischen Forschung und Anwendung. In Diagrammen werden, als weitere Dimension der Entwicklung, die quantitativen und qualitativen Veränderungen charakteristischer Größen im Zeitablauf dargestellt.

Aus der Zusammenstellung dieser Wachstumskurven können Vorbedingungen für Entwicklungen und Abhängigkeiten zwischen Entwicklungsverläufen abgelesen werden. Auf die Entwicklung des Computerbestandes und des daraus ableitbaren Personalbedarfs wird näher eingegangen. Der Personalbedarf wird nicht als absolute Größe betrachtet, sondern in Abhängigkeit verschiedener Einflußgrößen abgeschätzt.

Die Untersuchung wurde im Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit durchgeführt.

## Gliederung

1. Vorbemerkung
2. Prognosemöglichkeiten
3. Darstellungsgrundsätze
4. Entwicklungsplan der elektronischen Datenverarbeitung
5. Wachstumskurven
6. Entwicklungsverläufe typischer Größen
  - 6.1 Diffusions- und Innovationszeiten in der Lehre
  - 6.2 Vergleich der Wachstumskurven
  - 6.3 Datenbanken
7. Zur Entwicklung des Computerbestandes in der Bundesrepublik Deutschland
  - 7.1 Personalberechnung nach Diebold
    - 7.1.1 Annahme über die Zahl der potentiellen Anwender
    - 7.1.2 Computerbestand und Prognose der zahlenmäßigen Entwicklung
    - 7.1.3 Entwicklung des Personalbedarfs
  - 7.2 Variation des Ansatzes
    - 7.2.1 Alternative Annahme über die Zahl der potentiellen Anwender
    - 7.2.2 Computerbestand und Prognose
      - 7.2.2.1 Trendextrapolation des Computerbestandes
      - 7.2.2.2 Graphische Extrapolation der Zuwachsrates des Computerbestandes
      - 7.2.2.3 Computerdichte
    - 7.2.3 Entwicklung des Personalbedarfs

### 1. Vorbemerkungen

Bereits in Heft 6 der „Mitteilungen“ [1] wurde in einer Analyse technischer Neuerungen auf die

Schwierigkeiten hingewiesen, die auftreten, wenn man bemüht ist, technische Entwicklungen nicht durch Beschreibungen der historischen Abläufe zu erfassen, sondern durch Systematisierung und Formalisierung. Dort wurde versucht, für einige technische Neuerungen, die sich auf verschiedenen Gebieten der Technik vollzogen, gleiche Entwicklungsphasen (Grundlagenphase, Inventionsphase, Innovationsphase und Berufsentstehung) miteinander zu vergleichen.

Hier wird versucht, eine technische Neuerung zu verfolgen, die in mehreren Gebieten der Naturwissenschaft und der Technik ihren Ursprung hat. Es sollen weitere Phasen der Entwicklung, neben den bereits erwähnten, analysiert werden. Man fragt zum Beispiel: Wann wird Wissen über eine neue Technik im großen Umfang verbreitet? Wie lange dauert es, bis das Wissen Lehrstoff an Schulen und Universitäten wird? Wieviel Zeit vergeht, bis spezielle Schulungsstätten entstehen? In welcher Reihenfolge und in welchen zeitlichen Abständen entstehen die einzelnen Arten der Schulungsstätten? Wann wird eine technische Neuerung in bestimmten Bereichen der Wirtschaft und des öffentlichen Lebens angewendet? Wann klassifiziert und registriert die amtliche Statistik neue Produkte, neue Industriezweige, neue Berufe und Beschäftigungsgruppen.

### 2. Prognosemöglichkeiten

Die Antworten auf derartige Fragen geben Hinweise für die Prognose ähnlicher technischer Entwicklungen und deren Auswirkungen.

Mit dem so erarbeiteten Material und mit weiteren Unterlagen (Statistiken, Erhebungsmaterial, technische und wirtschaftliche Kennzahlen u. ä.) lassen sich andere technische Entwicklungen sicherer beurteilen.

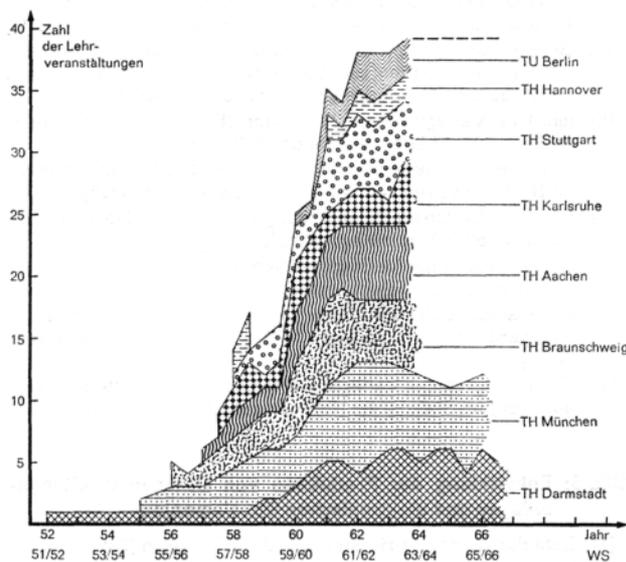
Diese Studie soll auch einen Überblick über die bisherige Entwicklung der Datenverarbeitung (DV) geben, wobei versucht wird, auch Aspekte zu berücksichtigen und zusammenzuführen, die in anderen Studien zur Entwicklung der Datenverarbeitung nicht angesprochen worden sind.

Die Analyse in einem Netzwerk verdeutlicht, welche Ereignisse logischerweise aufeinanderfolgen und welche Wachstums- und Diffusionsprozesse auftreten. Sie kann auch zeigen, wo durch politische Entscheidungen (hochschulpoli-

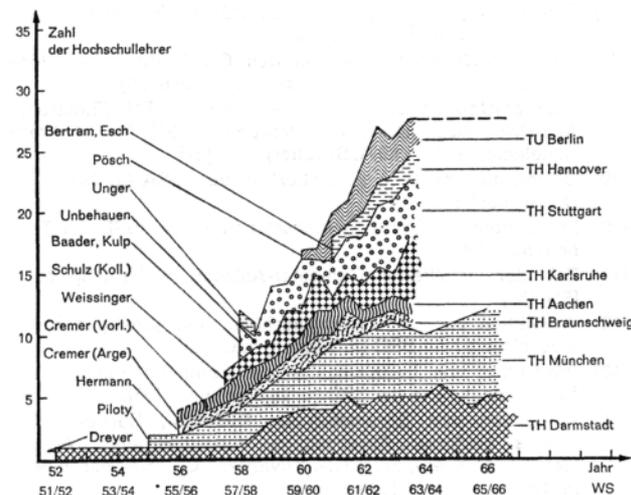
tische, wissenschaftspolitische u. ä.) die Entwicklung beeinflusst ist.

Zum Beispiel ist das Eindringen der Datenverarbeitung in die Lehre an den technischen Hochschulen ein Prozeß, der durch politische Entscheidungen gekennzeichnet ist. Trotzdem kann nicht davon ausgegangen werden, daß aufgrund derartiger politischer Entscheidungen sprunghafte Änderungen auftreten werden. Wie die Bilder 1 und 2 für den Hochschulbereich zeigen, wächst die Zahl der Lehrpersonen und Lehrveranstaltungen allmählich an. Es sind also selbst bei Entwicklungen, die durch politische Entscheidungen beeinflussbar sind, stetige Wachstumskurven zu beobachten.

**Bild 1**  
Zunahme der Zahl der Lehrveranstaltungen auf dem Gebiet der Datenverarbeitung — ohne die Vorlesungen in Nachrichtentechnik — an westdeutschen Technischen Hochschulen (Techn. Universitäten).



**Bild 2**  
Zunahme der Zahl der Hochschullehrer auf dem Gebiet der Datenverarbeitung — ohne die Hochschullehrer, die speziell Nachrichtentechnik lesen — an westdeutschen Technischen Hochschulen (Techn. Universitäten).



### 3. Darstellungsgrundsätze

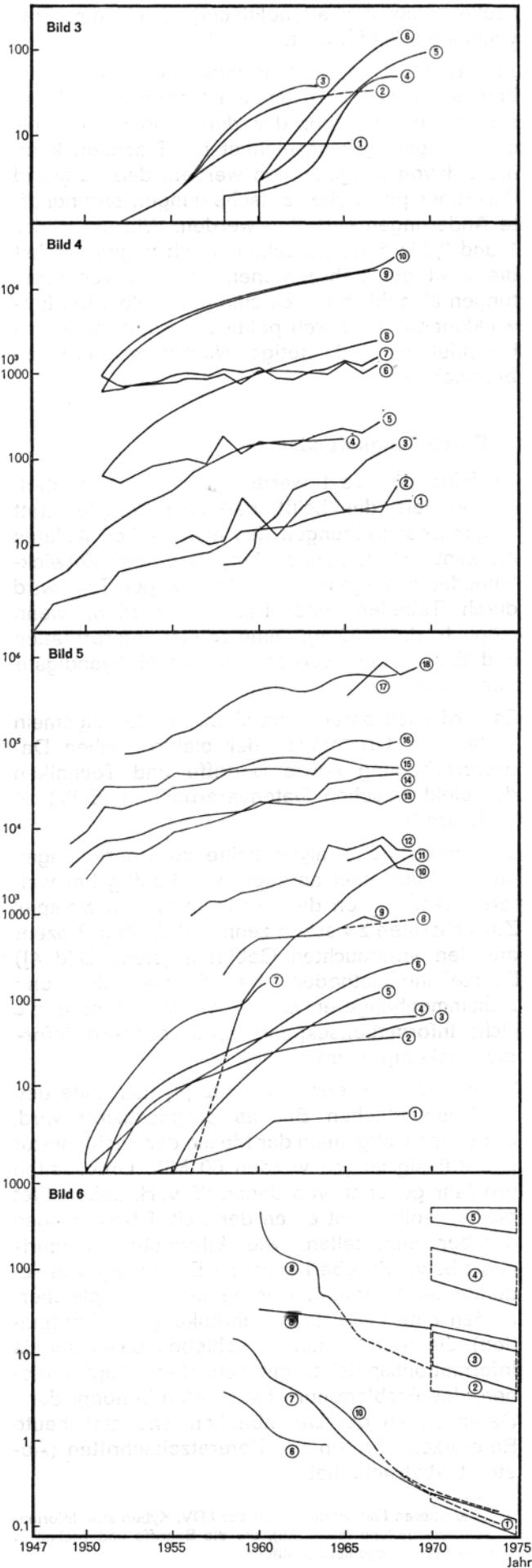
Im folgenden Text werden Informationen stark komprimiert, das heißt, daß zum Beispiel statt langer Beschreibungen des historischen Ablaufs markant erscheinende Ereignisse und Entwicklungsdaten aufgelistet werden; langer Text wird durch Tabellen, und Tabellen werden, wenn möglich, durch Diagramme ersetzt; Interpretation und Erläuterung werden auf das Notwendigste beschränkt.

Es wird auch darauf verzichtet, bereits allgemein verbreitete Grundlagen der elektronischen Datenverarbeitung sowie Begriffe und Techniken der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) zu erläutern.<sup>1)</sup>

Eine derartige Analyse sollte zu Überlegungen und Diskussionen anregen, wie künftig bei weiterem Anwachsen der Fachliteratur (zum Beispiel Zuwachsraten zwischen zehn und dreißig Prozent auf den untersuchten Gebieten [siehe Bild 4]) Darstellungsmethoden für Sachverhalte und Zusammenhänge entwickelt werden könnten, die nicht informationsexpandierend, sondern informationskomprimierend wirken.

In einer Zeit, in der von Arntz [4] das Ende des wissenschaftlichen Buches prognostiziert wird, in der man allgemein der Masse der Fachliteratur überdrüssig ist (es werden 60 Mill. Druckseiten pro Jahr genannt, von denen 95 v. H. unbeachtet bleiben sollen), ist es an der Zeit, Überlegungen darüber anzustellen, wie Information komprimiert bzw. wie überhaupt die Erzeugung von redundanter Information verhindert wird (gleichermaßen eine Geburtenbeschränkung bei Information). Denn Datenbanken schieben, da sie nur als Informationsspeicher mit schnellem Zugriff dienen, das Problem nur hinaus. Man benötigt dann Datenbanken der Datenbanken, wie man heute Referatzeitschriften der Referatzeitschriften (Abstract-Abstracts) hat.

<sup>1)</sup> Es existieren Fachwörterbücher der EDV, Kybernetik, Informationsverarbeitung (siehe [2]), die die Begriffe und Techniken dieser Wissensgebiete erläutern.



**Bild 3: Das Eindringen der Datenverarbeitung in die Lehre**

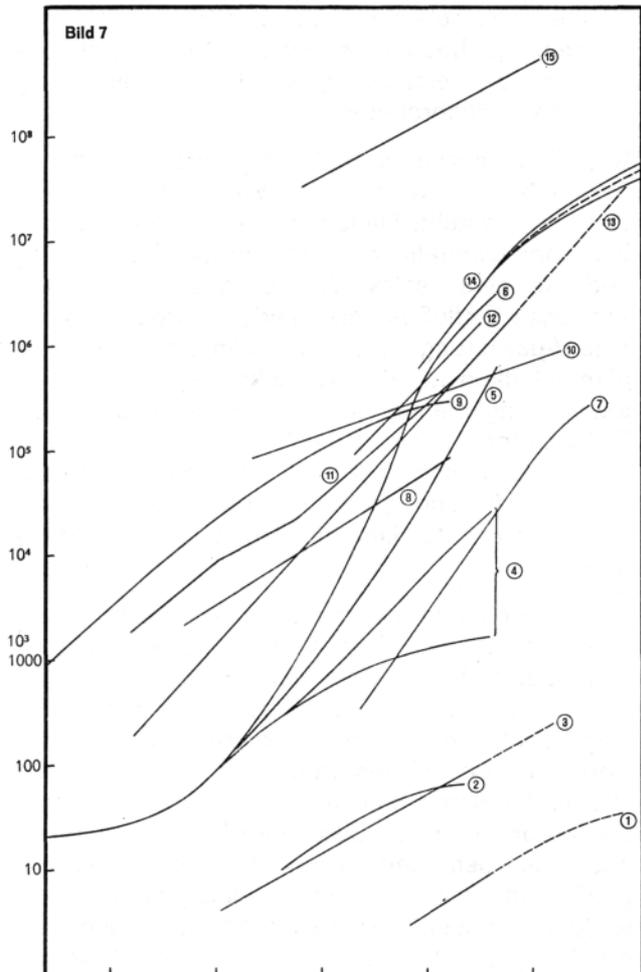
- (1) Zahl der Technischen Hochschulen mit Datenverarbeitungsvorlesungen in der Bundesrepublik Deutschland, Auswertung von Vorlesungsverzeichnissen westdeutscher Technischer Hochschulen und Technischer Universitäten.
- (2) Zahl der Hochschullehrer für Datenverarbeitung an den Technischen Hochschulen in der Bundesrepublik Deutschland, Auswertung von Vorlesungsverzeichnissen westdeutscher Technischer Hochschulen und Technischer Universitäten.
- (3) Zahl der Lehrveranstaltungen über Datenverarbeitung an den Technischen Hochschulen in der Bundesrepublik Deutschland, Auswertung von Vorlesungsverzeichnissen westdeutscher Technischer Hochschulen und Technischer Universitäten.
- (4) Zahl der Arbeitsgemeinschaften für Datenverarbeitung an den Ingenieurschulen der Bundesrepublik Deutschland nach [3].
- (5) Zahl der Ingenieurschulen mit Datenverarbeitung im Unterrichtsprogramm in der Bundesrepublik Deutschland nach [3].
- (6) Zahl der Lehrveranstaltungen über Datenverarbeitung an den Ingenieurschulen in der Bundesrepublik Deutschland nach [3].

**Bild 4: Entwicklung der Fachinformation und des Erfahrungsaustausches**

- (1) Summenkurve über Veröffentlichungen von Zeitschriften in der BRD, die die EDV behandeln. Auswertung von [36].
- (2) Jährliche Buchveröffentlichung über Elektronik in der BRD. Auswertung von [36].
- (3) Summenkurve von Buchveröffentlichungen über Datenverarbeitung in der BRD. Auswertung von [36].
- (4) Summenkurve der Literaturveröffentlichungen (Einzelaufsätze in Zeitschriften und Büchern) über „Digitale Universalrechenautomaten“ in der Welt. Auswertung von [5].
- (5) Jährliche Verlagsveröffentlichungen (Erst- und Neuauflagen) im Sachgebiet Mathematik in der BRD nach [23].
- (6) Jährliche Verlagsveröffentlichungen (Erst- und Neuauflagen) im Sachgebiet Technik, Industrie, Gewerbe, nach [23].
- (7) Jährliche Verlagsveröffentlichungen (Erst- und Neuauflagen) im Sachgebiet Naturwissenschaft, nach [23].
- (8) Summenkurve der Verlagsveröffentlichungen (Erst- und Neuauflagen) im Sachgebiet Mathematik [23].
- (9) Summenkurve der Verlagsveröffentlichungen (Erst- und Neuauflagen) im Sachgebiet Technik, Industrie, Gewerbe, nach [23].
- (10) Summenkurve der Verlagsveröffentlichungen (Erst- und Neuauflagen) im Sachgebiet Naturwissenschaft, nach [23].

**Bild 5: Entwicklung der Produktion von Datenverarbeitungsanlagen und elektronischen Bauelementen**

- (1) Zahl der Computer-Hersteller in der BRD, nach [20].
- (2) Zahl der Computer-Hersteller in den USA, nach [20].
- (3) Zahl der Aussteller für EDV-Anlagen auf der Hannover-Messe, nach [34].
- (4) Zahl der Computer-Hersteller in den OECD-Mitgliedsländern nach [20].
- (5) Zahl der Computer-Typen in der Bundesrepublik Deutschland nach dem Erstinstallationszeitpunkt nach [25].
- (6) Zahl der Computer-Typen in den USA nach dem Welterstinstallationszeitpunkt nach [33].
- (7) Zahl der Computer-Typen in den OECD-Mitgliedsländern nach dem Welterstinstallationszeitpunkt nach [20].
- (8) 5-Jahres-Umsatzprognose für die USA der EIA (Electronic Industries Ass., USA) vom November 1965 für „diskrete Bauelemente“ (in Mill. US-Dollar) nach [21].
- (9) Umsatz für „diskrete Halbleiter“ in den USA (in Mill. US-Dollar) nach [19].
- (10) Produktion von Lochkartenmaschinen in der BRD (in Tonnen) nach [35].
- (11) Zahl der installierten Computer-Anlagen in der BRD nach [31], [32].
- (12) Produktion von Lochkartenmaschinen und sonstigen Büromaschinen in der BRD (in Tonnen) nach [35].
- (13) Produktion von Bauelementen der Fernmelde- und Hochfrequenztechnik in der BRD (in Tonnen) nach [35].
- (14) Produktion von Büromaschinen (Schreib-, Rechen-, Buchungs-, Fakturier-, Abrechnungs-, Vervielfältigungs-, Adressier-, Lochkarten-, Frankier-, Kuvertier-, Geldzählmaschinen) (in Tonnen) in der BRD nach [35].

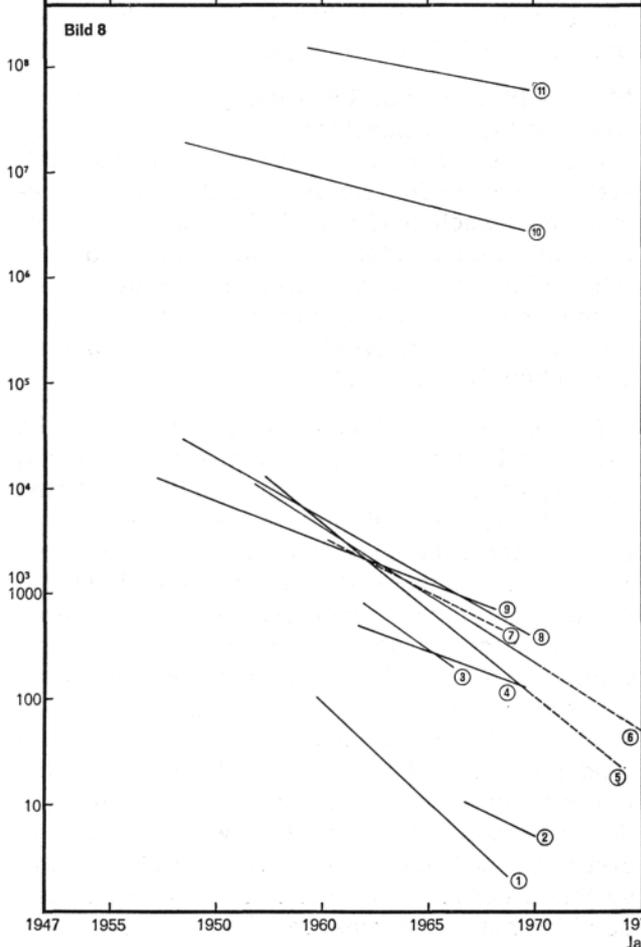


- (15) Produktion von Empfänger- und Verstärkerröhren in der BRD (in 1000 Stück) nach [35].
- (16) Produktion von Buchungsmaschinen (in Stück) in der BRD nach [35].
- (17) Produktion von Elektronen- und Spezialröhren, Kristalle, Halbleiter (in 1000 DM) in der BRD nach [35].
- (18) Produktion von Lochkartenmaschinen (in 1000 DM) in der BRD nach [35].

**Bild 6: Preis- und Kostenrelationen für Computer und Bauelemente**

Prognosen über die Kostenentwicklung [nach 24] (in Pf je 10 bit Speicherkapazität) von

- (1) Magnetbändern
- (2) Magnettrommeln
- (3) Wechselplatten
- (4) Massenspeichern mit direktem Zugriff
- (5) Arbeitsspeichern
- (6) Preise von Germaniumtransistoren für gewerbliche Zwecke (in US-Dollar/Stück) nach [22].
- (7) Preise von Siliziumtransistoren für gewerbliche Zwecke (in US-Dollar/Stück) nach [22] und nach Preislisten von Herstellerfirmen.
- (8) Preise für Funktionsblöcke aus diskreten Schaltelementen (15—30 Schaltelemente bei Mindestabnahme von 100 Stück) (in DM/Stück) nach [21] und nach Preislisten von Herstellerfirmen.
- (9) Preise für mikroelektronische Halbleiterfunktionsblöcke (Schaltelemente bei Mindestabnahme von 100 Stück) (in DM/Stück) nach [21] und nach Preislisten von Herstellerfirmen.
- (10) Preis-Leistungsverhältnis (Monatsmiete in Mill. DM/Add.  $\mu\text{sec}^{-1}$ ) nach [25].



**Bild 7: Packungsdichte, Speicherkapazität und Rechengeschwindigkeit**

- (1) Entwicklung der Speicherkapazitäten bei Metallbändern (in bit/mm).
- (2) Entwicklung der Speicherkapazität bei Oxydbändern (in bit/mm).
- (3) Entwicklung der Speicherdichte bei Magnetbändern (in Zeichen/mm) nach [13].
- (4) Packungsdichte der Schaltelemente bei mobilen Geräten und Anlagen in Subminiaturtechnikausführung (= kleinste konventionelle Schaltelemente) (in Anzahl je  $\text{dm}^3$ ) nach [21].
- (5) Packungsdichte der Schaltelemente bei mobilen Geräten und Anlagen in integrierter Dünnschichttechnikausführung (= mehrere Schaltelemente in Form von Leiterfilmen auf gemeinsamer Trägerisolerplatte) (in Anzahl je  $\text{dm}^3$ ) nach [21].
- (6) Packungsdichte der Schaltelemente bei mobilen Geräten und Anlagen in integrierter Halbleitertechnik (= mehrere Schaltelemente in gemeinsamem Kristall) (in Anzahl  $\text{dm}^3$ ) nach [21].
- (7) Entwicklung der Kapazität bei Dünnschichtspeicher (in bit) nach [27].
- (8) Entwicklung der Rechengeschwindigkeit digitaler Großrechner (in Additionen je Sekunde) nach W. Giloi in VDI-Z, 110 (1968) Nr. 16 — Juni (I).
- (9) Entwicklung der Rechengeschwindigkeit bei Computern (in Additionen je Sekunde) nach H. Frühauf in Nachrichtentechnik Heft 14, 1969.
- (10) Entwicklung der Kapazität beim Kernspeicher (in bit) nach [27].
- (11) Entwicklung der Computergeschwindigkeit (in mittlere Instruktionen je Sekunde) nach Elektronische Rechenanlage 10. Jahrgang, Dezember 1968.
- (12) Entwicklung der Rechengeschwindigkeit digitaler Großrechner (in Additionen je Sekunde, nach W. Giloi in VDI-Z 110 (1968), Nr. 16 — Juni).
- (13) Entwicklung der Rechengeschwindigkeit (in Additionen je Sekunde) nach Bürotechnik und Organisation Heft 10, 1969.
- (14) Entwicklung der Computergeschwindigkeit (in Additionen je Sekunde) nach [25].
- (15) Entwicklung der Kapazität beim Trommel- und Platten-speicher (in bit) nach [27].

Erläuterung zu Bild 8 siehe S. 330.

#### **Bild 8: Abnahme charakteristischer Zeiten (Zugriffs- und Zykluszeit)**

- (1) Entwicklung der Gatterlaufzeit oder Schaltzeit einer logischen Elementar-Operation (in nsec) nach [13].
- (2) Entwicklung der Zugriffszeit beim aktiven Halbleiterspeicher (in nsec) nach [27].
- (3) Entwicklung der Zykluszeit beim Dünnschichtspeicher (in nsec) nach [33], Januar 1969.
- (4) Entwicklung der Zugriffszeit beim Dünnschichtspeicher (in nsec) nach [27].
- (5) Entwicklung der Zykluszeit beim „Schnellspeicher“ (in nsec) nach [13].
- (6) Entwicklung der Zugriffszeit beim Kernspeicher (in nsec) nach [13].
- (7) Entwicklung der Zykluszeit beim Plattenspeicher (in nsec) nach [33], Januar 1969.
- (8) Entwicklung der Zugriffszeit beim Kernspeicher (in nsec) nach [27].
- (9) Entwicklung der Zykluszeit beim Ferritkernspeicher (in nsec) nach [33], Januar 1969.
- (10) Entwicklung der Zugriffszeit beim Trommelspeicher (in nsec) nach [27].
- (11) Entwicklung der Zugriffszeit beim Plattenspeicher (in nsec) nach [27].

#### **4. Entwicklungsplan der elektronischen Datenverarbeitung**

Wichtige Ereignisse und Tatsachen auf dem Gebiet der Datenverarbeitung wurden zu einem Entwicklungsplan zusammengestellt. Er bringt in zeitlicher Anordnung und fachlicher Gruppierung eine Zusammenstellung wichtiger oder beispielhafter Ereignisse auf einem Gebiet. Jeder Kreis mit einer Nummer entspricht einem Ereignis. Die Ereignisse sind in den folgenden Listen aufgeführt. Der Entwicklungsplan ist in neun Bereiche unterteilt:

1. Die Ausbildung, die Lehre an Bildungseinrichtungen, den Erfahrungsaustausch, die Entstehung von Berufen und das Auftreten von Beschäftigten in der EDV;
2. die Anwendung der Datenverarbeitung auf Gebieten der Wissenschaft, der Wirtschaft, der öffentlichen Verwaltung usw.;
3. die Industrialisierung der Datenverarbeitung;
4. die Grundlagen der sogenannten „Software“, die logisch-mathematische Theorie und die Entwicklung formaler Sprachen;
5. die Entwicklung auf dem Gebiet der Rechen-technik, der Rechengenäte und der EDV-„Hardware“;
6. die mechanischen Grundlagen, die mechanische Fertigung und die Verbesserungen in der Fertigungstechnik;
7. die elektronischen und elektrotechnischen Grundlagen und die für die elektronische Datenverarbeitung zugrundeliegende Entwicklung auf diesen Gebieten;
8. die Einflußgrößen der sonstigen Elektrotechnik, soweit sie nicht unter 7. aufgeführt sind und soweit sie auf die Entwicklung der Datenverarbeitung maßgeblich einwirken;

9. die chemischen und physikalischen Grundlagen, die besonders nach 1945 die Entwicklung der elektronischen Datenverarbeitung stark voranbrachten.

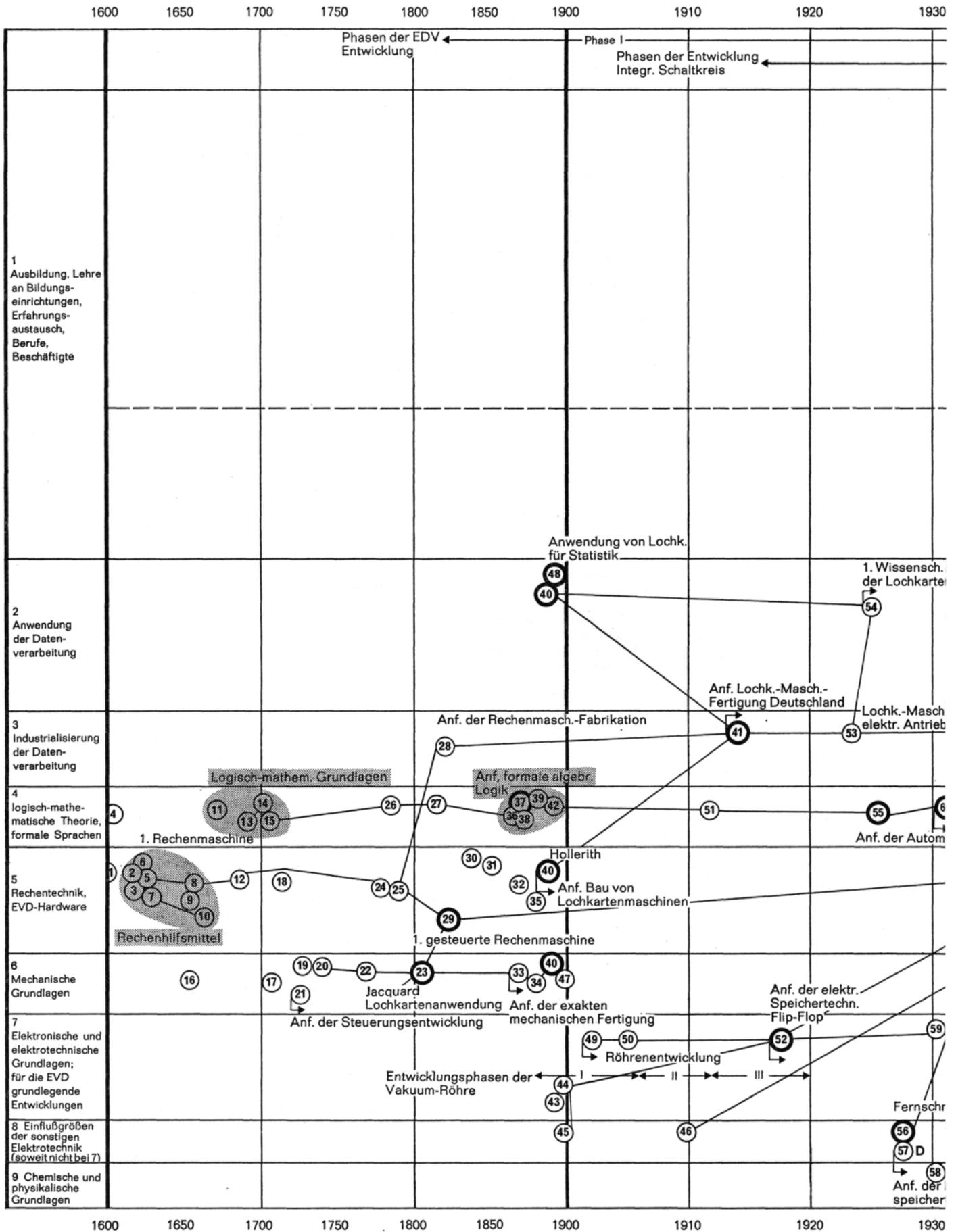
Natürlich lassen sich noch andere Bereiche nachweisen, bei denen eine Wechselwirkung mit der EDV besteht. Da jedoch die Übersichtlichkeit bei einer Darstellung weiterer Entwicklungslinien und bei einer stärkeren Berücksichtigung von sonstigen Einflußgebieten leiden würde, wird auf eine Ausweitung verzichtet. Wie bei den Netzplantechniken ist eine Aufteilung eines Gesamtentwicklungsplanes in Entwicklungspläne von Teilgebieten (zum Beispiel Entwicklung der Nachrichtentechnik, der physikalischen und chemischen Fertigungstechnik und der Anwendungsgebiete der Datenverarbeitung usw.) möglich.

Zusammenhänge zwischen den einzelnen Bereichen sind in dem Plan durch Verbindungslinien angedeutet. Die Grobstruktur des Planes, die sich aus den eingeführten Beschriftungen ergibt, zeigt deutlicher als jegliche Beschreibung die Verteilung und Gruppierung der Aktivitäten, die notwendig waren, um den heutigen Zustand und die Verbreitung der Datenverarbeitung zu erreichen. Aus dem Beitrag in Heft 6 der „Mitteilungen“ sind in diesen Entwicklungsplan die Entwicklungsphasen der elektronischen Datenverarbeitung, der Vakuumröhre, der Halbleitertechnik, der integrierten Schaltkreise und der Silizium-Planartechnik übernommen.

Man sieht eine Auffächerung der Entwicklung, wobei jedoch zu beachten ist, daß aus Gründen der Darstellung zwei unterschiedliche Zeitmaßstäbe angewendet werden mußten. Der Zeitmaßstab zwischen 1600 und 1900 ist gerafft worden; der Zeitmaßstab zwischen 1900 und dem Jahr 2000 ist gedehnt worden. Hierdurch erscheint die Entwicklung vor dem Jahre 1900 intensiver als sie in Wirklichkeit aufgrund der historischen Daten erfolgte.

Da besonders die Rubrik 1 (die Ausbildung, die Lehre an Bildungseinrichtungen, die Entstehung von Berufen und das Auftreten von Beschäftigten in der EDV) interessiert, sind hier auffällige Entwicklungsschritte gesondert aufgeführt worden. Man findet bestätigt, daß ein primärer Indikator für das Entstehen neuer Berufe das Auftreten von Fachliteratur und Fachzeitschriften ist. Erst wenn der schriftliche Erfahrungsaustausch eine größere Verbreitung gefunden hat und in bestimmtem Maße normierend und systematisierend auf ein Fachgebiet wirkt, bilden sich „Erfahrungsbündel“, die an Ausbildungs- und Bildungseinrichtungen vermittelt werden können. Erst wenn sich eine Traube von normierten und systematisierten Lehr- und Erfahrungsinhalten gebildet hat, kann eine Tätigkeit zu einem Be-

# Entwicklungsplan der Datenverarbeitung



Phase I Grundlagenphase  
 Phase II Inventionsphase  
 Phase III Innovationsphase

HL Halbleiter  
 MSI middle scale integration  
 LSI large scale integration

D weitere Entwicklung aus Diagrammen ersichtlich



## Liste der Ereignisse zum vorstehenden Entwicklungsplan der Datenverarbeitung

(Quelle: [5] bis [11] und [14] bis [16])

### 1 Ausbildung, Lehre an Bildungseinrichtungen Erfahrungsaustausch, Berufe, Beschäftigte

- 115 1947 Beginn des Erscheinens spezieller Fachzeitschriften auf elektronischem Gebiet
- 116 1947 Beginn des Erscheinens der grundlegenden Literatur zu Universalrechenautomaten und zur Programmierung (Goldstine, Neumann)
- 117 1952 Beginn spezieller Vorlesungen über DV- und EDV-Anlagen an Technischen Hochschulen in der Bundesrepublik
- 118 1956/59 Beginn von Programmierkursen und Ausbildungskursen in EDV in der Bundesrepublik
- 120 1958/60 Beginn von EDV-Kursen an Ingenieurschulen
- 121 1965 Prüfungsordnung für Mathematisch-Technische Assistenten, IHK Pfalz
- 122 1965 erste bundeseinheitliche Regelung im Ausbildungswesen für DV-Fachkräfte, Berufsförderungswerk Heidelberg, Prüfung DV-Kaufmann-Programmierer, DV-Kaufmann-Operator
- 123 1966 Richtlinien über die künftige Ausbildung von Studierenden an Höheren Wirtschaftsfachschulen in EDV
- 124 1967 Gründung des Deutschen Instituts für angewandte Datenverarbeitung (DIFAD)
- 125 1967 EDV-Ausbildungsprogramm für Führungskräfte in den USA
- 126 1968 EDV-Ausbildung und -Fortbildung für oberste und obere Führungskräfte, 115—135 Veranstaltungen in der BRD
- 127 1968 „Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH.“ von Bund und Land Nordrhein-Westfalen gegründet (Zweck: wissenschaftliche Arbeiten über mathematische Aspekte der DV)
- 128 1968 DV-Berufe treten in der Klassifizierung der Berufe auf (Bundesanstalt für Arbeit)
- 129 1969 „Gesellschaft für Informatik e. V.“ in Bonn gegründet
- 130 1969 „Elektronik-Paß“ wird als Teil des im Handwerk eingeführten Berufsbildungs-Passes anerkannt
- 131 1969 90—100 Computerschulen unterschiedlicher Qualität in der BRD
- 132 1969 Institut für angewandte Unterrichtselektronik gegründet; Aufgabe: Fortbildung von Lehrern
- 133 1969 Internationale Gesellschaft zur Abschaffung der Datenverarbeitungsanlagen in Großbritannien gegründet
- 134 1969 EDV-Kaufmann als kaufmännischer Ausbildungsberuf anerkannt
- 135 1969/70 Vorlesungen über Dokumentation in Stuttgart
- 136 1970 Ausbildung in linguistischer DV an der Universität Bonn
- 137 1970 erste Schule für Medizinische Dokumentationsassistenten in der BRD
- 138 1970 Beginn eines Informatikstudiums an Hochschulen in der BRD
- 139 1970 Kaufmännischer Verein Zürich führt als neues Unterrichtsfach „Maschinenrechnen“ ein
- 142 1970 Japanisches Erziehungsministerium plant, „Programmieren“ als Pflichtfach an Elementarschulen einzuführen
- 143 1970 Beschluß des Bayer. Landtages: Wahlfach an allen höheren Schulen: Einführung in die Funktion und Anwendung von DV-Anlagen
- 147 1970 Stiftungslehrstuhl „Organisationstheorie und Datenverarbeitung“ TU Karlsruhe
- 148 1970 Gründung des Instituts für Pädagogische Technologie zur Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von Computern im Unterricht von der Grundschule bis zur Hochschule (Standort Paderborn)
- 179 1970/71 Interdisziplinäre Studienlehrgänge in technischer Kybernetik und Informatik an der Technischen Universität Stuttgart
- 181 1972 Eröffnung der ersten staatlichen Schule für DV in der BRD in Böblingen vorgesehen
- 194 1975 Jährlich werden in der BRD 1500—2000 Informatiker von Anwendern und Herstellern von DV-Anlagen eingestellt.
- 196 1975 Zwischen 1965 und 1975 vergrößert sich die Zahl der Computerspezialisten um etwas mehr als das Doppelte
- 198 1985 Die gesammelten Erkenntnisse der Wissenschaft werden von Informationsspezialisten verwaltet
- 211 2080 Intelligenz von Maschinen überschreitet die menschliche

### 2 Anwendung der Datenverarbeitung

- 40 1887 Hollerith: Zähl- und Sortiermaschinen zur Bearbeitung von Lochkarten
- 48 1889/90 Krankenhausstatistik und amerik. Volkszählung (1890) mit Lochkartenmaschinen
- 54 1928/30 Verwendung von Lochkartenmaschinen für wissenschaftliche Berechnungen
- 80 1949 US Air Force vergibt einen Auftrag für NC-Werkzeugmaschinen (erster Prozeßrechner)
- 81 1949 erster praktisch genutzter Elektronenrechner als kleines Zusatzgerät an der Lochkartenanlage bei der Kieler Landesbrandkasse
- 84 1951 Amerikanische Volkszählung 1950: Univac I bereitet das Zahlenmaterial auf
- 88 1952 Platzreservierungssysteme für Flugverkehr in USA  
1958 Einführung bei europäischen Gesellschaften (SAS)
- 140 1954 erster Einsatz von Computern in der Wirtschaft
- 144 1954 erste Anwendung eines Computers für die Lohnbuchhaltung einer Versicherungsgesellschaft (UNIVAC I bei der Metropolitan Life)
- 145 1956 erste EDV-Anlage im Bankwesen der BRD
- 146 1956 Bankscheck-Verbuchung über Computer (erste Magnetschriftlesemaschine)
- 149 1957 Personen- und Frachtbelegungssystem über EDV der Eastern Airlines in New York
- 150 1957 Verkehrsplanung in Baltimore; Fahrzeugeinsatz und Fahrplanangleichung an Verkehrsbedürfnisse
- 151 1957 erster Computer im Versandhaus in der Bundesrepublik (Ablaufsteuerung und Datenregistrierung)
- 152 1958 Einführung von Buchungssystemen in der Bundesrepublik (Klartextbuchung, Einzelnachweis bei der Lohnregelung u. a. behindern uneingeschränkte Einführung)
- 153 1959 Computer für Flugsicherung und -überwachung
- 154 1959 Beginn einer Bestandsstatistik für EDV-Anlagen (Diebold) in der Bundesrepublik
- 155 1965 erste Computersatzanlage Europas in Regensburg installiert
- 157 1967/68 breiter Anwendungsbereich der Prozeßrechner (für Energieversorgung, Eisenhüttenbetriebe, Pipelines, u. a.)
- 158 1967/68 „Datexbetrieb“ der Bundespost für Postkunden
- 159 1967 FBI beginnt kriminalpolizeiliche Informationen elektronisch zu speichern
- 160 1968 Verbundsystem der Iberia-Fluggesellschaft für Flugvorplanung, Ladungseingabe, Flugplanung, Ladungskontrolle und -übersicht
- 161 1968 Heiratsinstitute setzen Computer bei der Partner-Zusammenstellung ein
- 162 1968 Steuererklärungen von 80 Millionen US-Bürgern werden von Computern nachgeprüft
- 163 1968/69 EDV beim Eisenbahnwesen für Fahrkartenausgabe, Platzbuchung, Steuerung des Güterverkehrs
- 165 1968 Belegleser und Seitenleser von IBM
- 168 1969 Beschluß des Vorstandes der Bundesanstalt für Arbeit, EDV zur Arbeitsvermittlung einzusetzen
- 170 1969 Rechenzentrum für mehr als 100 bayerische Gemeinden
- 177 1969 Plotter zur Herstellung von Konstruktionszeichnungen in der Hochdrucktechnik in der Bundesrepublik (Computer-assisted-design)
- 180 1969 Integrierte DV in einer Maschinenfabrik in Landshut (Stücklisten, Arbeitspläne, Materialwirtschaft)
- 185 1969 Einheitliche Artikelnumerierung in Industrie und Handel in der Bundesrepublik
- 186 1969 Bayerische Regierung beschließt vorläufige Grundsätze für das automationsgerechte Abfassen von Druckschriften
- 187 1969 Deutsche Bundespost hat 43 Computer in Betrieb für Rentenabrechnung, Fernmeldeabrechnung, Zeitungs-Gebührenabrechnung
- 189 1969 Gründung der Deutschen Datengesellschaft mbH für Datenfernverarbeitung
- 192 1969 Zentrale Einwohnerkartei in Rheinland-Pfalz beschlossen
- 193 1969 Arbeitsplätzevermittlung über Großcomputer in Japan
- 197 1969 erste Zeitungsdatenbank in der BRD (ADW und IFAK-Institut)

- 199 1969 Computer-Assisted-Instruction in USA hat Reißbrettstadium überschritten
- 210 1969 Umsatz von EDV-Anlagen für medizinische Zwecke in USA schätzungsweise 1 Milliarde \$
- 212 1969/70 DV-Projekte der Bundesregierung (medizinische Diagnostik, Kriminalistik u. a.)
- 213 1969 Karolinska-Krankenhaus in Stockholm arbeitet mit Computer
- 214 1969 Allgemeine Computerdatenbank GmbH, München (ACD) für Fakten aller Disziplinen
- 215 1970 Regionaldatenbank beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg
- 216 1970 Abstimmungscomputer im Bundestag
- 217 1970 erste Datenfernübertragung mit hoher Geschwindigkeit über ein EDV-Verbundsystem im Bankwesen in der BRD (Dresdner Bank)
- 218 1970 „Verlegervereinigung Rechtsinformatik“ gegründet zum Zweck der Informationsverarbeitung durch EDV
- 219 1970 Beginn der EDV in der Rentenversicherung in der BRD
- 220 1970 Für Patentdokumentation und -verwaltung wird im deutschen Patentamt ein Computer installiert
- 221 1970 Herstellen von Fachwörterbüchern mit EDV nach Lichtsatztechnik
- 222 1970 „Internationales Kernwissenschaftliches Informationssystem“ nimmt seine Tätigkeit in Wien auf. Alle kernwissenschaftlichen Veröffentlichungen werden bei der INIS gespeichert
- 223 1970 In 8 Ländern Europas bestehen 16 Zentren des Time-Sharing-Netzes. Beginn von Time-Sharing in USA 1964 von MIT, Dartmouth College, 1966 GE u. a.
- 224 1970 Nach amerikanischem Beispiel planen japanische Wirtschaftskreise einen „Denktank“ für Forschung und Entwicklung
- 225 1971/75 Zweites DV-Förderungsprogramm der Bundesregierung
- 226 1974 Weitverbreitete Anwendung einfacher Lehrautomaten
- 227 1975 Komplizierte Lehrautomaten auf dem Markt
- 228 1975 Computer-gesteuerter Autoverkehr auf Hochstraßen
- 229 1975 Erkennung von Handschrift durch Automaten
- 230 1975 Behandlung in großen Krankenhäusern von Computern gesteuert
- 231 1975 Bücherei mit automatischem Heraussuchen und Reproduktion
- 232 1977 Automatische Spracherkennung
- 233 1978 Automatische Sprachübersetzung mit korrekter Grammatik
- 234 1978 Automatische Auswertung juristischer Informationen
- 235 1979 Anwendungen automatisierter Entscheidungen für Planungen höheren Niveaus
- 237 1980 Informationsbank mit öffentlichem Zugriff in USA und UdSSR
- 238 1980 Mehrzahl der praktischen Ärzte hat EDV-Terminals für Konsultationen
- 239 1983 Computer lernen aus ihrer Erfahrung
- 240 1985 Unternehmungsspezifisches Management-Informationssystem durch Einbeziehung von gesamtwirtschaftlichen Aspekten
- 241 2000 Steuerung aller Großindustrien durch Computer
- 242 2000 Automatische Abstimmung zur Gesetzgebung aufgrund von Volksbefragungen
- 243 2000 Beim Bau von Werksanlagen besteht das Verwaltungsgebäude aus einem computergesteuerten Kontrollzentrum
- 244 2010 Weltbibliothek
- 245 2060 Automatischer Lehrer
- 246 2060 Speicher-Code zur Herstellung industrieller Produkte

### 3 Industrialisierung der Datenverarbeitung

- 28 1820 Chr. X. Thomas: fabrikmäßige Herstellung von Rechenmaschinen (n. Leibniz)
- 41 1912 Gründung der Deutschen Hollerith-Maschinen-Gesellschaft (Lochkartenmaschinen)
- 53 1922/25 erste elektrische Lochkartenmaschine von F. Bull (Norwegen), Stuivenberg (Holland)
- 83 1951 UNIVAC I: erster elektronischer Computer für kommerzielle Zwecke auf dem Markt
- 141 1970 Statistik der Produktion von DV-Anlagen und EDV-Beschäftigten in der Bundesrepublik
- 169 1980 Computer-Branche voraussichtlich größter Industriezweig
- 178 1985 Schnelles Wachstum des Computerumsatzes bis fast zu einer halben Billion DM
- 195 1988 Computer etwa hundertmal billiger als heute (1969)

### 4 Logisch-mathematische Theorie, formale Sprachen

- 4 1600 Giordano Bruno (1550—1600) entwickelt Logikverfahren
- 11 1665 ff. Infinitesimalrechnung von Newton und Leibniz
- 13 1680 Athanasius Kircher (1601—1680) entwickelt Logikverfahren
- 14 1703 Leibnizens „Arithmetica dytica“ (Dualsystem)
- 15 1700 Bernoulli: Begründung der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik
- 26 1783 Leonhard Eulers (1707—1783) logische Diagramme
- 27 1816 Charles Stanhope (1753—1816): erste Demonstrationsmaschine für logische Zusammenhänge
- 36 1856 W. Hamilton (1788—1856) behandelt logische Probleme
- 37 1864 George Boole (1815—1864) behandelt logische Probleme algebraisch
- 38 1871 Augustus de Morgan (1806—1871): Algebraische Behandlung logischer Probleme
- 39 1882 W. S. Jevons (1835—1882): Demonstrationsmechanismen für logische Zusammenhänge
- 42 1898 Lewis Carroll: Graphische Methoden für logische Sätze
- 51 1910 P. Erenfest (Rußland): Analogien zwischen logischen Formeln und elektrischen Schaltkreisen
- 55 1923 John Venn (1834—1923) entwickelt logische Diagramme
- 60 1930/40 Anfänge der sogenannten Automatentheorie (Turing und Post)
- 62 1934/35 W. J. Schebstakow: Ansätze für eine Schaltalgebra (1941 veröffentlicht)
- 65 1935/38 Nakasima u. Hanzawa: Theorie der Relais-schaltkreise
- 66 1938 C. E. Shannon: Symbolische Analyse von Relais- und Schaltkreisen
- 69 1939/40 K. Zuse: Versuche zu einem Röhrenrechner in Zusammenhang mit logistischen Überlegungen (Anfang einer Programm-Sprache)
- 78 1948 K. Zuse entwickelt seinen Plankalkül
- 79 1948 N. Wiener verfaßt sein Werk „Kybernetik“
- 107 1951 Beginn der Entwicklung von Programmiersprachen durch Rutishauser's Vorschlag einer algorithmischen Schreibweise
- 109 1961 Beginn der Normungsarbeiten auf dem Gebiet der Informationstechnik
- 110 1956/63 Programmiersprachen Fortran und Algol; 1. Version 1956, allgemeine Benutzung 1963
- 111 1958/63 Programmiersprache Cobol; 1. Version 1958, allgemeine Benutzung 1963
- 112 1958/65 Multiprogramming; 1. Version 1958, allgemeine Benutzung 1965
- 113 1960/69 Vielfachzugriff; 1. Version 1960, allgemeine Benutzung 1969
- 114 1965 Programmiersprache PL/1 von IBM entwickelt
- 166 1979 Computer-„Software“ ist das „große Geschäft“; Patent- oder Copyrightschutz für Software
- 174 1982 Konversation zwischen Mensch und Computer wird möglich
- 184 2000 Aus der automatischen Kommunikation entwickelt sich Universalsprache
- 190 2020 Logische Sprachen

### 5 Rechentechnik, EDV-Hardware

- 1 1518 Adam Riese: „Rechnen auf den Linien“ (allgemeinverständliches Lehrbuch)
- 2 1603/11 Jost Bürgi arbeitet an einer Logarithmentafel
- 3 1614 Lord Napier of Merchiston: Buch über Logarithmen mit Tafel, an der er 30 Jahre gerechnet hat
- 5 1623 Schickards „Rechenuhr“: erste Vierspezies-Maschine
- 6 1620 Johannes Kepler arbeitet an den Rudolfinischen Tafeln (Logarithmen)
- 7 1624 v. Gunter: erste logarithmische Rechenskala
- 8 1641 Pascal baut Addiermaschine mit 6 Rechenstellen
- 9 1642 Zacharias baut Addiermaschine
- 10 1650 Patridge gab dem Rechenschieber etwa die heutige Form
- 12 1672/94 Leibniz: Vierspeziesmaschine mit Staffelwalze als Triebwerk und dezimaler Stellenverschiebung
- 18 1722 C. L. Gersten: Zahnstangenadditor
- 24 1770 Ph. M. Hahn: Staffelwalzenmaschine mit kreisförmiger Anordnung der Zählwerke um die zentrale Antriebskurbel
- 25 1786 J. H. Müller: Bau einer Rechenmaschine nach Hahn mit 14 Stellen; die Zahlenrollen waren austauschbar gegen nichtdezimale Einteilungen, auch Dualzahlensystem nach Leibniz; Ausdruck der Zahlen

- 29 1833 Babbage: Erste automatische Rechenmaschine mit Zahlenspeicher (store), Rechenwerk (mill), Steuerung (control)
- 30 1843 D. Roth (Paris) meldet Sprossenradmaschine als englisches Patent an
- 31 1850 Addiermaschine, tastaturgesteuert, von Parmalee (USA)
- 32 1872 Baldwin (USA): Sprossenrad-Vierspezies-Maschine
- 35 1885 Burroughs (USA): Addiermaschine mit Volltastatur
- 40 1887 Hollerith: Zähl- und Sortiermaschinen zur Bearbeitung von Lochkarten
- 64 1936 K. Zuse: Konstruktion einer elektrischen Rechenmaschine mit 2200 Relais
- 70 1939/44 Howard H. Aiken (USA): ASCC oder Mark I (Relaisrechner)
- 71 1940 Stibitz (USA): Relaisrechner für Einsatz in der Ballistik
- 72 1946 ENIAC, der erste Elektronenrechner der Welt (mit 17 468 Elektronenröhren und 1500 Relais)
- 77 1947/78 SSCE von IBM: erster Computer mit elektronisch gesteuertem Programm (Zwischenspeicher)
- 87 1953 erster Halbleitercomputer
- 96 1957 erster volltransistorisierter Groß-Elektronenrechner (USA)
- 104 1960 Beginn einer Rechentechnik mit optischer Aufzeichnung
- 105 1961 erster Computer mit integrierten Schaltkreisen bei der US Air Force
- 106 1965 erster Computer mit integrierten Schaltkreisen für kommerzielle Anwendung
- 156 1969 Zweite Generation der EDV-Anlagen (d. h. Schaltkreise mit diskreten Halbleiter-Bauelementen) endgültig verschwunden
- 164 1969 erster Kleinstrechner zur Datenerfassung mit nur \$ 39 Monatsmiete
- 176 1976 Computer mit flüssigen Bauteilen
- 188 1978 Bei dem größten Teil der gebauten Computer wird die „software“ in Form von Paketen integrierter Schaltungen mitgeliefert
- 191 1982 Taschencomputer mit riesigen Speichern
- 207 2000 intelligente Maschinen
- 208 2030 Roboter

## 6 Mechanische Grundlagen

- 16 1650 Desargues: Erfindung der Zykloidenverzahnung
- 17 1709 G. Poleni: Sprossenrad
- 19 1725 Patent zur Steuerung von Strickmaschinen mittels Lochkarten
- 20 1728 Falcon: gelochte Brettchen zum Musterweben in der Textilmanufaktur
- 21 1725 Bouchon: eine Art Lochstreifen zum Musterweben in der Seidenmanufaktur
- 22 1760 Vaucanson: Weiterentwicklung der Programm-Muster in der Textilmanufaktur
- 23 1801 Jacquard: Steuerung von Webstühlen mit Serlenlochkarten
- 33 1863 Fourneaux: Automatisches Klavier, Drehorgel
- 34 1870 Wheatstone: Lochstreifen zur Übertragung des Morsealphabets in der Telegraphie
- 40 1887 Hollerith: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei statistischen Zählungen und Bau einer Lochkartenmaschine
- 47 1900/10 Locher mit Volltastatur in USA
- 103 1954 C. France: Hochgeschwindigkeits-Trommel für Drucker (Bull), erste Anwendung des fliegenden „Druckers“

## 7 Elektronische und elektrotechnische Grundlagen; für die EDV grundlegende Entwicklungen

- 43 1888 Oberlin Smith (Engl.): Theorie zur magnetischen Registrierung von Daten, veröffentlicht in „Electrical World“
- 44 1898/99 M. Boda, E. Edler, N. Lischke: Beginn einer Schalttheorie
- 49 1904 Fleming läßt seine Vakuumröhre, die Diode, patentieren
- 50 1906 De Forest entwickelt die Gitter-Vakuum-Röhre, die Triode
- 52 1919 Eccles u. Jordan: Flip-flop-Schaltung mittels zweier Trioden (bistabiles Schaltelement)
- 59 1930 G. Tauschek (Wien): magnetische Speicherung auf Trommeln
- 61 1933 Armstrong: Frequenz-Modulation
- 67 1941 Silizium- und Germanium-Dioden werden für Radargeräte entwickelt
- 68 1942 Entwicklung des Selen-Gleichrichters

- 73 1947 Billing (Max-Planck-Institut, Göttingen): Magnetrommelspeicher, gleichzeitig auch in USA
- 75 1947/48 Shockley, Bardeen, Brattain (Bell Laboratories): erster Punkt-Kontakt-Transistor
- 76 1947 Entwicklung des Flächentransistors
- 82 1951 Ferritkernspeicher
- 86 1954 Beginn der Entwicklung des Silizium-Einkristall-Transistors (Texas Instruments)
- 90 1956 Magnetplattenspeicher bei IBM
- 91 1955 Einführung des Magnetbandspeichers
- 92 1956 Amerikanisches Verteidigungsministerium vergibt Aufträge für Entwicklung von Halbleitern an private Firmen
- 94 1956 Varo Company (USA): Forschungsprogramm zur Entwicklung integrierter Schaltkreise
- 95 1957 General Mills and Bell Lab. (USA): Theorien der integrierten Schaltkreise
- 97 1957 Sony (Japan) entwickelt die Tunneldiode
- 98 1958 Diamond Ordnance Fuse Laboratories (USA) entwickelt Fertigung für Dünnfilmschaltkreise
- 100 1959 Lincoln Laboratories (USA) entwickeln den ersten Dünnfilmcomputerspeicher
- 101 1960 Planar-Transistor auf dem Markt
- 108 1961 Fairchild (USA): Erster Fertigungsplan für integrierte Schaltkreise für kommerzielle Anwendungen
- 109 1962 Magnetkartenspeicher auf dem Markt (bis 1960 in der Entwicklung)
- 171 1962 MOS-Feldeffekt-Transistoren (beschrieben von Hofstein und Heimann), 1963/64 fertigungsgreif
- 172 1963 Einführung der Festkörperelektronik-Steuerung mit Modularkreisstrukturen, verbessert die Zuverlässigkeit der numerisch gesteuerten Systeme
- 173 1969 Monolithische Technik: Anwendung von Elektronenstrahlen zur Herstellung von Schaltkreisen
- 175 1969 erster Halbleiter-Assoziativspeicher
- 201 1969 Absatz von MOS-Schaltkreisen erlangt wirtschaftliche Bedeutung
- 203 1970 Großraumspeicher mittels dünner amorpher Halbleiter-Schichten, die mit Laser-Licht oder Elektronenstrahlen behandelt werden (evtl. 10 000 Bit/mm<sup>2</sup>)
- 204 1972 Schnellspeicher mit 10 000 Bit und Zugriffszeit von 40–50 ns (10 US-Cent/Bit)
- 205 1978 Satelliten in Besitz deutscher Firmen, die u. a. Programme für automatische Produktionsabläufe speichern
- 206 1980 Laserspeicher
- 209 1981 Datenübertragung mittels Lasersignalen
- 236 1982 kleiner Speicher mit 1 Mill. Bytes Kapazität zum Einbau in einen unabhängigen Tischcomputer

## 8 Einflußgrößen der sonstigen Elektrotechnik (soweit nicht bei 7)

- 45 1900 Paulsen: Magnetophon aus magnetisiertem Stahlband oder Filmstreifen mit eingeschmolzenem Eisenpulver
- 46 1910 Elektromechanische Hilfsgeräte wie Relais und magnetgetriebene Schrittschaltwerke
- 56 1928 Fernschreibmaschine
- 57 1928 Papierband als Träger von magnetischem Stahlpulver (Patent von F. Pfelemer)
- 63 1935 Magnetophon (AEG)
- 85 1948 Beginn der Anwendung der gedruckten Schaltungen
- 183 1951 Beginn der Produktion von Punkt-Kontakt-Transistoren bei Western Electric und Raytheon
- 202 1995 Fernsehtelefon wird universelle Kommunikationseinheit, Datenbanken sind anwählbar, Tageszeiten auf Bildschirm

## 9 Chemische und physikalische Grundlagen

- 58 1930 Entwicklung des Selen- und Kupferoxyd-Gleichrichters regt die Halbleiterforschung an
- 74 1947 Forschungsarbeiten bei Bell Laboratories in der Festkörperphysik bringen den Durchbruch in der Halbleitertechnologie
- 89 1949 Laufzeitspeicher für DV, hervorgegangen aus Radar- und Impulstechnik
- 93 1955 Der Diffusionsprozeß für die Fabrikation von Transistoren wurde entwickelt (Bell Laboratories, Texas Instrument, Mullard)
- 98 1951/52 Bell Laboratories entwickelt das Zonenziehen zur Herstellung von hochreinem Halbleitermaterial
- 102 1959 Patent für Planar-Ätz- und Diffusionstechnik
- 167 1960 Bau des ersten Lasers (USA)
- 200 1963 Gunn-Effekt

rufsbild geformt werden, und erst wenn eine gewisse Anzahl derartiger geformter Berufsbilder auftritt und von einigen tausend Beschäftigten in festgelegter Art und Weise ausgeführt wird, reagiert die Statistik auf neue Beschäftigtengruppen.

Es ist bemerkenswert, daß die elektronische Datenverarbeitung noch vor ihrer ersten Anwendung in der Wirtschaft Lehrgegenstand war (vgl. die Ereignisse 117 und 140 ff. in den Listen unter Rubrik 1 und 2).

Die Diffusion der Datenverarbeitung als Lehr- und Ausbildungsgegenstand begann im Hochschulbereich, drang dann in betriebliche und außerbetriebliche Schulungsstätten ein, wurde darauf von den Ingenieurschulen aufgegriffen und ist relativ spät Lehrstoff der Wirtschaftswissenschaft geworden. Zur Zeit beobachten wir das Eindringen der Lehrinhalte der Datenverarbeitung (Informatik) in den Bereich des allgemeinen Schulwesens (vgl. 142 und 143).

## 5. Wachstumskurven

Der Entwicklungsplan ist im Zusammenhang mit den Bildern 1 bis 8 zu sehen. Die Diagramme beschreiben die dritte Dimension des Entwicklungsplanes, der in der Zeichenebene nur bestimmte Ereignisse enthalten kann, nicht aber die Zunahme bestimmter Größen im Zeitablauf, die als Wachstumskurven bezeichnet werden. Es können auch sogenannte „Quasi-Ereignisse“ eingeführt werden, die den Zustand zu einem bestimmten Zeitpunkt für einen bestimmten Bereich beschreiben. Zum Beispiel ist die Angabe der Verbreitung einer neuen Technik in einem bestimmten Jahr ein solches „Quasi-Ereignis“. Eine Aufzählung von Ereignissen und Quasi-Ereignissen gibt erst in Verbindung mit den Kurven nach Bild 1 bis 8 eine übersichtliche Darstellung der Entwicklung eines Teilgebietes der Datenverarbeitung. Im Entwicklungsplan weisen die mit „D“ bezeichneten Stellen darauf hin, daß Diagramme (in den Bildern 1 bis 8) vorhanden sind, die die weitere Entwicklung viel treffender, präziser und vor allen Dingen kürzer beschreiben als ausführliche Schemata oder verbale Erläuterungen.

Leider sind zur Zeit die Möglichkeiten der dreidimensionalen Darstellung noch sehr beschränkt, sonst könnte innerhalb eines Entwicklungsplanes auch gezeigt werden, daß erst ein Mindestniveau der Wachstumskurven (zum Beispiel der Produktion, der Zahl der Beschäftigten, der Zahl der Lehrveranstaltungen u. ä.) erreicht sein muß, damit Entwicklungen auf anderen Gebieten beginnen können.

Nachdem eine Entwicklung auf dem Gebiet der Datenverarbeitung dermaßen schematisiert ist, liegt der Gedanke nahe, Ablaufpläne dieser Art auf formale und funktionelle Zusammenhänge

und Korrelationen zu untersuchen: Wie viele und welche Entwicklungen müssen zusammenstoßen, damit eine neue, die bisherigen Arbeitsverhältnisse stark verändernde Technik entstehen kann?

Zur Beantwortung derartiger Fragestellungen reicht das Instrumentarium trotz der bereits sehr weit entwickelten Methoden der Netzplantechnik kaum aus. Mutige Ansätze findet man bei [17], wo versucht wird, für ein Gebiet der Biochemie Pläne der bisherigen Entwicklung aufzustellen. Man untersucht Forschungsberichte nach Zitaten von Forschungsarbeiten des gleichen Forschers oder seiner Forscherkollegen in der Gegenwart und in der Vergangenheit und erhält so Hinweise darauf, wer auf wessen Arbeiten aufbaut. Eine rein formale Analyse führt zu einem Netzwerk der Namen von Wissenschaftlern oder der Bezeichnungen der Veröffentlichungen und Arbeiten mit „Knotenpunkts“-Autoren. Ein Computer kann nach dieser Methode eine historische Analyse anhand eines „Citation Index“ anfertigen, übertragen auf diese Untersuchung kann, überspitzt ausgedrückt, gesagt werden: Es ist möglich, daß der Computer seine eigene Geschichte schreibt, wenn ihm ein „Citation Index“ der Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Computertechnik und -anwendung eingegeben wird.

## 6. Entwicklungsverläufe typischer Größen

Wie bereits erwähnt, können die Wachstumskurven als dritte Dimension des Entwicklungsplanes aufgefaßt werden. Die Wachstumskurven beschreiben die weitere Entwicklung auf einem bestimmten Sektor, in dem typische quantifizierbare Größen erfaßt werden.

So wurden zum Beispiel für das Gebiet Erfahrungsaustausch die Zahl der Veröffentlichungen über elektronische Datenverarbeitung, die Zahl der Fachzeitschriften u. ä. herangezogen. Für die Beschreibung der weiteren Verbreitung der EDV im Ausbildungswesen wurden die Zunahme der Zahl der Technischen Hochschulen, die Datenverarbeitungsvorlesungen bieten, die Zahl der Hochschullehrer und die Zahl der Lehrveranstaltungen gewählt. Die Produktion von Büromaschinen dient als Meßgröße für den Prozeß der Industrialisierung (die elektronischen Datenverarbeitungsanlagen waren bis 1970 in der Warengruppe Büromaschinen in der industriellen Produktion enthalten) oder auch die Produktion typischer Elemente: Halbleiter, Bauelemente der Hochfrequenztechnik und ähnliches, des weiteren die Zahl der Computerhersteller, die Zahl der Computertypen und der Bestand an Computern, der gleichzeitig auf die Breite der Anwendung der Computer hinweist. Die Zahl der Computer dient weiterhin zur Abschätzung des gegenwärtigen und zukünftigen EDV-Personals (siehe Abschn. 7 ff.).

Für die weitere Verbreitung der elektronischen Datenverarbeitung ist die zeitliche Abnahme der Kosten und der Preise für Computerleistung wichtig. Die Kurven nach Bild 6 lassen den Kosten- und Preisrückgang deutlich erkennen.

über den technischen Fortschritt der Datenverarbeitung geben technische Kenngrößen wie Speicherkapazität, Zugriffszeiten u. ä. Auskunft (Bild 7 und 8).

Im folgenden wird auf die Diffusion der Datenverarbeitung in die Lehre der Ingenieurwissenschaften näher eingegangen; wie bereits erwähnt, werden Entwicklungsabläufe sichtbar, die — um treffende regeltechnische Ausdrücke zu benutzen — Sprungfunktionen (Entscheidungen bestimmte Lehrinhalte einzuführen) zu Antwort-, funktionen führen, die s-förmig sind. Derartige S-Kurven treten in Regelkreisen auf, die mehr als ein Verzögerungsglied haben.

### 6.1 Diffusions- und Innovationszeiten in der Lehre

In Bild 1 und 2 ist das Ergebnis einer Untersuchung dargestellt, die anhand von Vorlesungsverzeichnissen der Technischen Hochschulen aus den Jahren nach 1945 feststellt, wie lange ein bestimmtes Lehrgebiet, die Datenverarbeitung, benötigt, um in die Lehre der Hochschule einzudringen. Man erhält bei der Auszählung der Zahl der Schulen, der Zahl der Lehrveranstaltungen und der Zahl der Hochschullehrer s-förmige Kurven, die einem Sättigungswert zustreben. Die Werte wurden linear aufgetragen, im Gegensatz zu den später folgenden Wachstumskurven, bei denen eine logarithmische Teilung der senkrechten Achse gewählt wurde.

Es wäre interessant gewesen, für den gesamten Universitätsbereich eine derartige Untersuchung durchzuführen, um zum Beispiel auch das Eindringen der elektronischen Datenverarbeitung in die Fachgebiete der Wirtschaftswissenschaften, der Naturwissenschaften und der Geisteswissenschaften feststellen zu können. Hierzu bedarf es allerdings eines beträchtlichen Erhebungsaufwandes, der im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich war.

### 6.2 Vergleich der Wachstumskurven

Die Wachstumskurven wurden normiert: Für die horizontale Achse wurde bei allen Wachstumsdiagrammen von 1947 bis 1975 der gleiche Zeitmaßstab gewählt; die Ordinate ist logarithmisch geteilt. So können Kurven mit unterschiedlichen Dimensionen (Zahl der Lehrveranstaltungen, der Lehrer, der Produktion in Tonnen, Stück oder DM, der Speicherkapazität in bit usw.) zusammen aufgetragen und direkt miteinander verglichen werden. Die logarithmische Teilung hat zudem

den Vorteil, daß Kurven mit gleichen Zuwachsraten im halblogarithmischen Netz Gerade ergeben.

Die Gruppierung aller Wachstumskurven über der gleichen Zeitachse gibt dem Leser einen prägnanten Überblick über die verschiedenen Entwicklungslinien der elektronischen Datenverarbeitung. Es kann nach folgenden Gesichtspunkten analysiert werden:

Vergleich der Anfangspunkte, Vergleich der Steigungen der Kurven, Vergleich der Zeitpunkte der maximalen Zuwachsraten, Vergleich der Zeitdauer für eine Verdoppelung oder eine Verzehnfachung oder der Halbwertszeiten der Werte, Vergleich der Krümmungsrichtung (konkav-konvex).

In Bild 3 wurden die typischen Verläufe für das Eindringen der Datenverarbeitung in die Lehre der Technischen Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland und der Ingenieurschulen der Bundesrepublik eingezeichnet. Aufgetragen sind wiederum die Zunahme der Technischen Hochschulen und Ingenieurschulen, die Lehrveranstaltungen über Datenverarbeitung in irgendeiner Fachrichtung einführten, die Zahl der Lehrveranstaltungen an Technischen Hochschulen und Ingenieurschulen, die Zahl der Lehrer, die an Technischen Hochschulen Vorlesungen, Übungen, Kolloquien, Seminare u. ä. halten und die Zahl der Arbeitsgemeinschaften für Datenverarbeitung an Ingenieurschulen. Die Zahl der Dozenten an Ingenieurschulen, die Datenverarbeitungsunterricht halten, konnte aus dem zur Verfügung stehenden Material [4] nicht ermittelt werden. Die Zahl der Dozenten dürfte etwa der Zahl der Lehrveranstaltungen an Ingenieurschulen entsprechen.

Aus dem Bild 3 kann folgendes abgelesen werden:

Es dauerte in der Bundesrepublik acht Jahre, bis Datenverarbeitung an allen Technischen Hochschulen gelehrt wurde (die Hochschule in Clausthal blieb unberücksichtigt).

Es wird etwa zehn bis elf Jahre dauern, bis alle Ingenieurschulen Datenverarbeitung in den Unterricht eingeführt haben werden.

Der Time-Lag zwischen dem Beginn des Unterrichts in Datenverarbeitung an Technischen Hochschulen und dem Beginn des Unterrichts an Ingenieurschulen beträgt sechs bis acht Jahre (Initial-Time-Lag).

Der Time-Lag zwischen dem Sättigungszeitpunkt, zu dem alle Technischen Hochschulen, und dem Sättigungszeitpunkt, zu dem alle Ingenieurschulen Datenverarbeitung lehren, wird zehn bis zwölf Jahre betragen (Sättigungs-Time-Lag).

Datenverarbeitung als Lehrfach wurde an der Ingenieurschule erst eingeführt, als bereits alle Technischen Hochschulen Lehrveranstaltungen über Datenverarbeitung boten.<sup>2)</sup>

Es vergingen etwa elf Jahre, bis eine Sättigung<sup>3)</sup> mit Datenverarbeitungsvorlesungen an den Technischen Hochschulen der Bundesrepublik auftrat (Diffusionszeit der Lehre).

Etwa die gleiche Zeit von zehn bis elf Jahren verstrich bis zur ersten Sättigung der Datenverarbeitungsvorlesungen an Ingenieurschulen (Diffusionszeit der Lehre).

Etwa fünfzehn Jahre wurden benötigt, bis ausreichend Lehrer für Datenverarbeitungsfächer an den Technischen Hochschulen vorhanden waren (Diffusionszeit der Lehrer).

Bei den Ingenieurschulen kann etwa mit der gleichen Zeitdauer gerechnet werden. Zur Abschätzung der Zahl der Lehrer nimmt man an, daß die Zahl der Lehrveranstaltungen in Datenverarbeitung etwa der Zahl der Lehrer entspricht und zukünftig zusätzlich noch Stellen für haupt-

amtliche Dozenten für Datenverarbeitung geschaffen werden.

Erst nach einer Verzehnf- bis Verhundertfachung der Zahl der Fachveröffentlichungen etwa im Jahre 1956 (Bücher, Zeitschriftenaufsätze u. ä.), die durch die Kurven 1, 2, 3 und 4 in Bild 4 dargestellt sind, setzt die Lehre in breiterem Umfange ein (Kurven 1 bis 6 in Bild 3). Die Zunahme der Fachinformation über Datenverarbeitung und Elektronik gleicht sich der Zunahme der Literatur auf den Gebieten der Mathematik, Naturwissenschaften und Technik an (vgl. Kurven 1, 2, 3 und 4 mit 8, 9, 10)<sup>4)</sup>. Die Zuwachsraten des Bestandes an Fachveröffentlichungen liegen im Mittel bei 10 bis 15 v. H. je Jahr; das entspricht einer Verdoppelung in etwa fünf bis sieben Jahren.

Eine augenfällige Zunahme der Veröffentlichungen bei weiterer Verbreitung der Datenverarbeitung in der Lehre ist nicht festzustellen. Das kann bedeuten, daß in der Zeit nach 1955 die Veröffentlichungsaktivitäten vor allen Dingen aus dem industriellen Bereich kamen. Es wäre interessant festzustellen, in welchem Zusammenhang die Zunahme der Veröffentlichungen auf dem Gebiete der EDV mit der Zunahme der „mit elektronischer Datenverarbeitung Beschäftigten“ steht. Leider gibt es keine Statistik über den Bestand an EDV-Personal.<sup>5)</sup>

Eine merkliche Änderung der Zunahme der Produktion von Elementen, die in EDV-Anlagen eingebaut werden, ist bei steigender Zahl der Datenverarbeitungsanlagen nicht festzustellen. Der Anteil der Elemente, die in EDV-Anlagen eingebaut werden, scheint relativ niedrig zu sein (vgl. Kurven 13, 15, 17, Bild 5). Die Zahl der Computertypen wächst nahezu so steil wie der Bestand (vgl. Kurven 5, 6, 7 und 11 in Bild 8).

Die Zahl der Computerhersteller nimmt mit 3 v. H. (OECD-Länder) bis 5 v. H. (BRD) von allen Wachstumskurven am geringsten zu (vgl. Kurven 1 und 4 in Bild 5). Das ist selbstverständlich, denn der Computermarkt ist das Feld einiger großer Firmen. Es ist schwierig, in diesen Markt einzudringen.

Die Kosten und Preise, die für die weitere Diffusion der Datenverarbeitung ausschlaggebend sind, nehmen zum Teil in dem Maße ab, wie die technischen Leistungen verbessert werden<sup>6)</sup> (vgl. Kurven 1 bis 9 in Bild 6 und 7, technische Daten).

Die letzte Gegenüberstellung der Veränderungen von technischen Daten an Datenverarbeitungsanlagen, getrennt dargestellt nach abfallenden und ansteigenden Werten (s. Bild 8 und 7: Bearbeitungszeit im Computer bzw. Geschwindigkeiten, Speicherkapazitäten) zeigt, daß hier die stärksten Änderungsraten auftreten, die zum großen Teil noch weit entfernt (mindestens eine

<sup>2)</sup> Das Zusammentreffen der „Sättigung“ der Technischen Hochschulen mit Datenverarbeitungsvorlesungen (nach der Zahl der Technischen Hochschulen) mit dem Beginn der Datenverarbeitungsvorlesungen an den Ingenieurschulen mag rein zufällig sein. Andererseits ist zu berücksichtigen, daß an den Ingenieurschulen bei ihrer stärkeren Praxisbezogenheit erst dann Lehrstoffe in den Stundenplan aufgenommen werden können, wenn eine gewisse Verbreitung des Wissens in der Industrie und im Hochschulbereich vorhanden ist.

<sup>3)</sup> Das schließt nicht aus, daß ein erneutes starkes Ansteigen in den folgenden Jahren festzustellen sein wird. Es ist zu erwarten, daß auf das weitere Eindringen der EDV in alle Bereiche der Wirtschaft, des Bildungswesens und der öffentlichen Verwaltung auf den ersten s-förmigen Aufschwung weitere s-kurvenförmige Abläufe im Hochschulbereich folgen werden.

<sup>4)</sup> Die Zunahme der Fachliteratur als eine Meßgröße für die Möglichkeiten des fachlichen Erfahrungsaustausches ist nicht durch die Zunahme der Neu- und Erstauflagen gekennzeichnet, denn diese entspricht einer Zunahme der Zunahme, also einer Beschleunigung, sondern durch die Veränderung der Summenkurve, die daher ebenfalls in die Bilder aufgenommen wurde; läßt man allerdings ältere Veröffentlichungen weg, da sie für den Erfahrungsaustausch eventuell nicht mehr in Frage kommen, so verläuft der Anstieg etwas flacher. Dies nur zur Erläuterung, da häufig die Zunahme der Fachliteratur bei Betrachtung über die Informationslawine mit der Zunahme der Erstund Neuveröffentlichungen gleichgesetzt wird.

<sup>5)</sup> Ab 1970 werden die Beschäftigten, die mit der Produktion von EDV-Anlagen befaßt sind, im Industriebericht erfaßt.

<sup>6)</sup> Die Kurve (10) (Monatsmiete in Mill. DM/Add.  $\mu\text{sec}^{-1}$ ) bedarf einer Erläuterung. Die Kennziffer Add/ $\mu\text{sec}$  ist der Ausdruck für die interne technische Leistung eines Computers. Die Division des Monatsmietpreises durch diese interne technische Leistung ist eine Maßzahl für die Kosten der betreffenden EDV-Anlage. Wird für alle installierten Anlagen zu einem bestimmten Zeitpunkt die Monatsmiete addiert und auf die interne Leistung dieser Anlagen bezogen, so erhält man das einen Zeitpunkt betreffende Preis-Leistungsverhältnis des historisch gewachsenen Computerbestandes. Die Abnahme des Preis-Leistungsverhältnisses ist einmal auf die Verbilligung der Computeranlage zurückzuführen, aber genauso auf die Zunahme der Additions geschwindigkeit. Eine Verlangsamung der Zuwachsraten des Computerbestandes kommt daher auch einer Verminderung des durchschnittlichen Preis-Leistungsverhältnisses gleich.

Tabelle 1:

Anwendung der Computer für öffentliche Datenbanken, Zahl der Datenbanken für ausgewählte Länder

— Stand 1969 —

| Land                        | BRD      |          |           |           | USA      |          |   |   | GB       |          |          |          | Frankreich |          |   |   | Japan    |          |          |   | Schweden |          |          |          | Gesamt    |           |           |           | Insgesamt |    |
|-----------------------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|---|---|----------|----------|----------|----------|------------|----------|---|---|----------|----------|----------|---|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
|                             | O        | I        | P         | D         | O        | I        | P | D | O        | I        | P        | D        | O          | I        | P | D | O        | I        | P        | D | O        | I        | P        | D        | O         | I         | P         | D         |           |    |
| Kriminalistik               |          |          | 2         |           |          |          |   |   | 1        |          |          |          |            |          |   |   | 1        |          |          |   |          |          |          |          | 1         | 1         | 2         |           | 4         |    |
| Wirtschaft                  |          |          |           | 2         |          |          |   |   |          | 2        |          |          |            | 1        |   |   | 1        |          |          |   |          |          | 1        |          | 1         | 1         | 3         | 3         | 7         |    |
| Bildungswesen               | 1        |          |           |           | 1        |          |   |   |          | 2        |          |          |            | 1        |   |   | 2        |          |          |   |          |          | 1        |          | 3         | 1         | 3         | 1         | 8         |    |
| Finanzwesen                 |          | 3        | 1         |           | 1        |          |   |   | 1        |          |          |          |            |          |   |   |          |          |          |   | 1        | 1        |          |          | 3         | 4         | 1         |           | 8         |    |
| Arbeit                      |          |          |           | 1         | 1        |          |   |   |          |          | 1        |          |            |          |   |   | 1        |          |          |   |          | 1        |          |          | 2         | 1         |           | 2         | 5         |    |
| Gesetz                      |          |          |           | 1         | 1        |          |   |   |          |          | 2        |          |            |          |   |   |          |          |          |   |          |          |          |          | 1         |           |           | 3         | 4         |    |
| Bibliotheks-<br>wesen       |          |          |           |           |          |          |   |   |          |          |          |          |            |          |   |   |          |          |          |   |          |          | 1        |          |           |           | 1         |           | 1         |    |
| Gesundheits-<br>wesen       |          |          | 1         | 1         | 1        | 1        |   |   | 1        |          |          |          |            |          | 1 |   |          |          |          |   |          |          |          |          | 2         | 1         | 2         | 1         | 6         |    |
| Meteorologie                |          |          |           |           |          |          |   |   | 1        |          |          |          |            |          |   |   |          |          |          |   |          |          |          |          | 1         |           |           |           | 1         |    |
| Patente                     |          |          | 1         |           |          |          |   |   |          |          |          |          |            |          |   |   |          |          |          |   |          |          |          |          |           |           | 1         |           | 1         |    |
| Politik                     |          |          | 1         |           |          |          |   |   |          |          |          |          |            |          |   |   |          |          |          |   |          |          | 1        |          |           |           | 1         | 1         | 2         |    |
| Einwohner                   | 1        | 2        | 3         | 1         |          |          |   |   |          |          |          |          |            |          |   |   |          |          |          |   | 1        |          |          |          | 1         | 2         | 2         | 3         | 9         |    |
| Regional-<br>planung        | 1        | 1        | 4         | 4         |          |          |   |   | 1        | 1        | 2        | 3        | 1          | 1        |   |   |          |          |          |   |          |          | 2        |          | 2         | 2         | 3         | 7         | 9         | 21 |
| techn.-wiss.<br>Information |          |          |           | 3         | 1        |          |   |   | 1        | 2        | 2        |          |            |          |   |   | 1        |          |          |   |          |          |          |          | 3         |           | 2         | 5         | 10        |    |
| Transportwesen              | 1        |          |           | 2         |          |          |   |   |          |          |          |          |            |          | 2 |   |          |          |          |   |          |          |          |          | 1         | 2         |           | 2         | 5         |    |
| <b>Gesamt</b>               | <b>3</b> | <b>7</b> | <b>13</b> | <b>15</b> | <b>6</b> | <b>1</b> |   |   | <b>5</b> | <b>2</b> | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>1</b>   | <b>3</b> |   |   | <b>6</b> | <b>2</b> | <b>1</b> |   | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>6</b> | <b>24</b> | <b>15</b> | <b>24</b> | <b>29</b> | <b>92</b> |    |

O = eingesetzt (operational)  
 I = installiert (implementation)  
 P = geplant (planning)  
 D = diskutiert (discussion)

Zehnerpotenz) von Grenzwerten liegen; diese sind durch Naturgesetze bestimmt.<sup>7)</sup>

6.3 Datenbanken

Neben der Datenverarbeitung wird künftig die Datenspeicherung einen wichtigen Platz einnehmen. Mit der Zunahme der gespeicherten Datenmenge wachsen auch die Probleme beim Wiederauffinden der eingespeicherten Information. Die Aufgabe der Datenbanken besteht also nicht nur in der Speicherung von Daten, sondern auch im schnellen Wiederauffinden und im schnellen Zugriff der Information. Datenbanken stellen daher eine wichtige Anwendung für Datenverarbeitungsanlagen dar. Die Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Zahl und die Art der Datenbanken und deren Anwendungsgebiete für die Bundesrepublik und für ausgewählte Länder. Die breiteste Anwendung von Datenbanken sieht man bisher in der Regionalplanung. Es folgt die Verwendung von Datenbanken für technisch-wissenschaftliche Information, für Einwohnerdaten und für das Finanz- und Bildungswesen.

<sup>7)</sup> Eine derartige Grenze ist zum Beispiel die Lichtgeschwindigkeit, die nicht überschritten werden kann und mit der sich die Impulse im Computer maximal fortbewegen können.

7. Zur Entwicklung des Computerbestandes in der Bundesrepublik Deutschland

Nicht alle der aufgeführten Teilentwicklungen der EDV können im Rahmen dieser Analyse weiterbehandelt werden. Für die Arbeitsmarkt- und Berufsforschung interessiert in diesem Zusammenhang besonders der Beschäftigungsaspekt. Anlehnend an die Systemanalyse nach Simon, Brödner, Hamke [37] kann zum Beispiel aus dem Bestand an technischen Anlagen die Zahl und Qualifikation der Beschäftigten abgeleitet werden. Ähnlich wurde auch in einer Studie von Diebold [31] verfahren. Um die Größenordnung des künftigen Computerbestandes und des daraus abgeleiteten Personalbestandes festlegen zu können, soll hier auf die Wachstumskurve für die Zahl der EDV-Anlagen näher eingegangen werden.

Seit der Einführung von Computern für kommerzielle Zwecke in der Bundesrepublik sind rund 15 Jahre vergangen. In dieser Zeit hat sich die Zahl der Computer in den ersten 4 Jahren jährlich etwa verdoppelt. In den letzten 5 Jahren lag die Zuwachsrate gegenüber dem Vorjahr jeweils zwischen etwa 25 und 30 v. H.

## 7.1 Personalberechnung nach Diebold

### 7.1.1 Annahme über die Zahl der potentiellen Anwender

In [31] wird die Zahl der potentiellen Anwender für EDV-Anlagen aus der Zahl der Unternehmen, wie sie im Statistischen Jahrbuch 1964 für die Bundesrepublik Deutschland zu finden sind, ermittelt (Ergebnisse der Arbeitsstättenzählung 1961). In den oberen fünf von insgesamt acht Größenklassen der Statistik werden dabei etwa 40 000 Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten angegeben. Diese 40000 Unternehmen werden von der Studie von Diebold [31] in der Zukunft als potentielle Anwender von Datenverarbeitungsanlagen betrachtet.

### 7.1.2 Computerbestand und Prognose der zahlenmäßigen Entwicklung

Die halbjährlich erscheinende Diebold-Statistik [32] weist die in der Bundesrepublik installierten Computer aus. Die Diebold-Statistik ist die zur Zeit umfassendste Computerstatistik für die Bundesrepublik. Sie erfasst unter dem Begriff „Computer“ elektronische Digitalrechner, einschließlich Prozeßrechner und Rechner für technisch-wissenschaftliche Zwecke, die in Serienbauweise hergestellt werden. Nicht erfasst werden elektronische Tischrechner, Lochkartenmaschinen sowie Analogrechner und Rechner für Spezialzwecke.

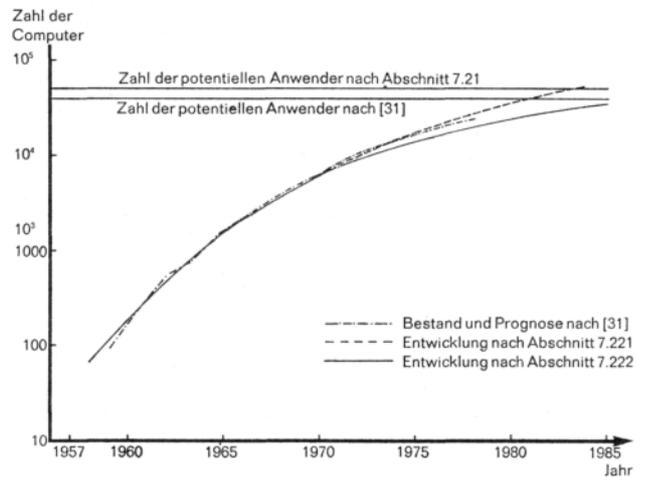
**Tabelle 2:**  
Entwicklung des Computerbestandes in der BRD nach [31] [32]

| Jahr | Zahl der installierten Computer jeweils am 1. 1. | Zuwachsrates gegenüber dem Vorjahr in % |
|------|--|---|
| 1959 | 90   | —                                       |
| 1960 | 170  | 89                                      |
| 1961 | 315  | 85                                      |
| 1962 | 545  | 73                                      |
| 1963 | 690  | 27                                      |
| 1964 | 1 020  | 48                                      |
| 1965 | 1 618  | 59                                      |
| 1966 | 2 241  | 39                                      |
| 1967 | 2 900  | 29                                      |
| 1968 | 3 863  | 33                                      |
| 1969 | 5 007  | 30                                      |
| 1970 | 6 329  | 26                                      |
| 1971 | 8 000  | 25                                      |
| 1972 | 9 900  | 24                                      |
| 1973 | 12 100   | 22                                      |
| 1974 | 14 500   | 20                                      |
| 1975 | 17 100   | 18                                      |
| 1976 | 19 800   | 16                                      |
| 1977 | 22 400   | 13                                      |
| 1978 | 24 600   | 10                                      |

Bis 1978 wird nach der Studie [31] der Bestand an EDV-Anlagen in der Bundesrepublik auf 24 600 anwachsen. Die Zuwachsrates gegenüber dem jeweiligen Vorjahr fallen von 26 v. H. 1970 auf rund 10 v. H. 1978 ab.

Die vergangene Entwicklung und die Prognose des Computerbestandes werden in Bild 9 dargestellt.

**Bild 9**  
Entwicklung und Prognose des Computerbestandes in der BRD



### 7.1.3 Entwicklung des Personalbedarfs

Das Personal für die Datenverarbeitungsanlagen wird nach 5 Qualifikationsstufen unterteilt. Es werden unterschieden:

- Leitende Mitarbeiter: Steuerung und Organisation der gesamten Datenverarbeitungsabteilung, Überwachung der Systemanalyse und Programmiergruppen sowie des Betriebes.
- Systemanalytiker/DV-Organisatoren: Analyse von Arbeitsabläufen im Hinblick auf die Übernahme von Arbeiten durch EDV; Entwicklung einer EDV-Konzeption für den Gesamtbetrieb, Organisation von computergerechten Arbeitsabläufen.
- Programmierer: Selbständige Entwicklung von Programmen für technische, wissenschaftliche und kaufmännische Zwecke; Programmierdokumentation, Programmpflege.
- Operateur: Bedienung von Computern und von Zusatzgeräten, Archivierung von Programmen und Daten, Behebung kleinerer Störungen.
- Personal für Datenaufnahme: Bedienung von alpha-numerischen Tastaturlochern und Magnetbandeingabegeräten.

Da die Zahl der an Computern Beschäftigten wesentlich von der Größe der Anlagen abhängt, wird der Computerbestand in fünf Größenklassen nach Monatsmietwerten eingeteilt. Für jede Computergößenklasse und jede Tätigkeitsfunk-

tion wurde der spezifische Personalbedarf empirisch ermittelt. Mittels Multiplikation des Computerbestandes in den jeweiligen Größenklassen wurde der derzeitige Bestand an Datenverarbeitungspersonal in den unterschiedlichen Qualifikationsstufen erfaßt. Einschließlich des Personals für Datenerfassung sollen 1969 in der Bundesrepublik insgesamt an Computern etwa 80 000 Personen an Computern beschäftigt gewesen sein.

Für das Jahr 1978 ermittelt die Studie in gleicher Weise den Personalbedarf. In der Prognose werden folgende Entwicklungen berücksichtigt:

1. Veränderung der Struktur der Größenklasse, und zwar verstärkte Zunahme der Zahl der Computer im Größenbereich unter 20 000 DM Monatsmiete,
2. Veränderung der organisatorischen Einordnung der Datenverarbeitung in den Betrieben,
3. Übernahme neuer und komplizierterer Aufgaben in die Datenverarbeitung und
4. technische Weiterentwicklung der DV-Anlagen (zum Beispiel Standardprogramme, komfortablere Operationssysteme, optische Belegung und Datendirektübertragung).

Mit dem für 1978 prognostizierten Bestand von rund 25000 Computern ergibt sich unter Berücksichtigung der vorgenannten Umstände eine Zahl von 280 000 Beschäftigten an Computern.

Dabei ist es wichtig, sich die Voraussetzungen und Einschränkungen für diese Prognose von Diebold zu vergegenwärtigen:

1. Computer werden in Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten, die allen Wirtschaftszweigen angehören, eingesetzt.
2. Die untere Grenze des Unternehmens für die Anwendbarkeit des Computers liegt auch in der Zukunft bei Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten.
3. Die Zahl der Unternehmen mit über 50 Beschäftigten hat sich seit 1961 (dem Jahr der Zählung) nicht wesentlich geändert und wird auch in der Prognose für die Zukunft konstant gehalten.

## 7.2 Variationen des Ansatzes

### 7.2.1 Alternative Annahme über die Zahl der potentiellen Anwender

Abweichend vom Ansatz der Diebold-Studie (Zahl der Unternehmen als Berechnungsgrundlage) unter sonst gleichen Voraussetzungen wird hier die Zahl der Arbeitsstätten als Grundlage für eine Schätzung der potentiellen Anwender angenommen. In der Arbeitsstättenzählung 1961 wurden für das Bundesgebiet und West-Berlin insgesamt rund 2,5 Mill. nichtlandwirtschaftliche Arbeitsstätten gezählt. Im Gegensatz zur Unternehmensstatistik im Statistischen Jahrbuch 1964, die nur die Wirtschaftssektoren 0 bis 7 (Land- und Forstwirtschaft, Tierhaltung und Fischerei; Energiewirtschaft, Wasserversorgung, Bergbau; Verarbeitendes Gewerbe; Baugewerbe; Handel; Verkehr und Nachrichtenübermittlung; Kreditinstitute und Versicherungsgewerbe; Dienstleistungen von Unternehmen und Freie Berufe) nachweist, sind in der Arbeitsstättentabelle nach der Systematik der Wirtschaftszweige zwei weitere Wirtschaftsabteilungen ausgewiesen: 8 Organisationen ohne Erwerbscharakter (u. a. Organisationen der Wohlfahrtspflege, Organisationen der Erziehung, Wissenschaft und Kultur und Organisationen der Sport- und Jugendpflege); 9 Gebietskörperschaften und Sozialversicherung.

In diesen Wirtschaftsabteilungen dürfte noch eine erhebliche Zahl potentieller Anwender von Datenverarbeitungsanlagen enthalten sein. Es wird nun ebenfalls wie bei den Wirtschaftszweigen 0 bis 7 angenommen, daß in jeder Arbeitsstätte mit über 50 Beschäftigten eine Datenverarbeitungsanlage aufgestellt werden könnte.<sup>8)</sup> Wie Tabelle 3 zeigt, ergeben sich dadurch, verglichen mit der Zählung der Unternehmen, etwa 10000 mehr potentielle Anwender von Datenverarbeitungsanlagen.

<sup>8)</sup> Die Datenmenge, die in einer Arbeitsstätte zur Verarbeitung anfällt, ist nicht unbedingt direkt proportional der Zahl der Beschäftigten, vielmehr eher direkt proportional der Zahl der Kunden, der Zahl der Konten, der Höhe des Umsatzes. Die Zahl der Beschäftigten richtet sich aber auch hier nach der Anzahl der Kunden, Konten, der Versicherten, Schüler u. a. Es ist also nicht vollkommen abwegig, die Zahl der Beschäftigten als Grundlage für die Auswahl der potentiellen Anwender zu nehmen.

**Tabelle 3:**

**Gegenüberstellung der Zahl der Arbeitsstätten und der Zahl der Unternehmen [30] [23]**

|           | Arbeitsstätten mit . . . . . Beschäftigten |         |         |         |               |
|-----------|--|---------|---------|---------|---------------|
| insgesamt | 50—99                                      | 100—199 | 200—499 | 500—999 | 1000 und mehr |
| 52 034    | 27 771                                     | 13 402  | 7700    | 2079    | 1392          |
|           | Unternehmen mit . . . . . Beschäftigten    |         |         |         |               |
| 42 371    | 21 832                                     |         | 19 105  |         | 1434          |

Für die weiteren Betrachtungen gilt noch folgende Voraussetzung:

Die in Großbetrieben möglichen Mehrfachinstallationen gleichen sich gegenüber Betrieben ohne Datenverarbeitungsanlagen aus.

### 7.2.2 Computerbestand und Prognose

Im folgenden Abschnitt soll nun versucht werden, mit Hilfe zwei verschiedener Methoden der Trendextrapolation den Computerbestand in der Bundesrepublik Deutschland zu prognostizieren. Dabei treten zu den Annahmen über die Zahl und Struktur der potentiellen Anwender von Datenhinzu:

Verarbeitungsanlagen weitere Voraussetzungen

1. Die Zahl der Computer nimmt ähnlich wie in der Vergangenheit zu. Konjunkturelle Schwankungen sind ausgeschlossen.
2. Technische Ereignisse, welche die derzeitige Größenstruktur der Computer wesentlich verändern, treten nicht auf.
3. Es tritt keine sprunghafte Änderung in der Wirtschaftlichkeit beim Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen auf.

#### 7.2.2.1 Trendextrapolation des Computerbestandes

Der Kurvenverlauf wird durch eine Regression 3. Grades angenähert. (Methode siehe [43]). Für die Gleichung des Trends  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$  errechnen sich die Konstanten zu:

$$\begin{aligned} a &= 1\,569,98 \\ b &= 583,07 \\ c &= 67,53 \\ d &= 3,05 \end{aligned}$$

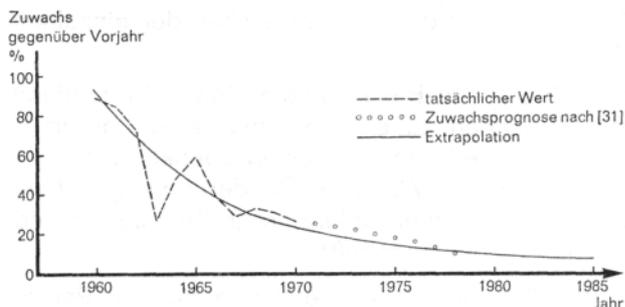
Die Kurve 3. Grades gleicht sich den Werten des Computerbestandes aus der Tabelle 2 gut an und erreicht den Grenzwert der Diebold-Studie (40000 Computer) etwa im Jahre 1981 (siehe Bild 9). Die obere Grenze des Anwenderpotentials (50000 Computer) wird nach dieser Gleichung etwa 1983 überschritten werden.

#### 7.2.2.2 Graphische Extrapolation der Zuwachsrates des Computerbestandes

Tabelle 2 enthält die Zuwachsrates des Computerbestandes jeweils gegenüber dem Vorjahr:

Die graphische Extrapolation der Zuwachsrates zeigt Bild 10. Mit diesen Zuwachsrates können die zukünftigen Bestände ermittelt werden. Einer Zuwachsrates von 26 v. H. im vergangenen Jahr folgt danach 1971/72 eine Zuwachsrates von 20 v. H. Gegen das Ende der 70er Jahre würde bei diesem Verlauf der Bestandsentwicklung die 10-v.-H.-Rate unterschritten werden. Nach dieser Methode wird sich die Zuwachsrates langfristig bei etwa 7 v. H. einpendeln.

**Bild 10:**  
Extrapolation der Zuwachsrates



Wird mit diesen Werten der Computerbestand fortgeschrieben, so überschreitet die Zahl der Anlagen das Anwenderpotential der Diebold-Studie etwa 1988. Das höhere Potential würde nach diesem Verlauf der Bestandsentwicklung (50 000 Computer) erst 1990 erreicht werden.

#### 7.2.2.3 Computerdichte

Die Bundesrepublik hat zur Zeit etwa 26,5 Mill. Erwerbstätige. Mit einem Bestand von 6329 Computern am 1. Januar 1970 in der Bundesrepublik läßt sich eine Computerdichte von 138 Computern auf 1 Mill. Erwerbstätige errechnen. Die USA erreichte 1966/67 einen Wert von 650 Computern je Mill. Erwerbstätige. Bei einer nur wenig veränderten Zahl von Erwerbspersonen wie sie (nach [38]) bis 1980 angenommen wird und einem Verlauf des Computerbestandes nach der Gleichung 3. Grades wird diese Computerdichte in der Bundesrepublik etwa 1975 erreicht werden.

Mit den unterschiedlich angenommenen Anwenderpotentialen in der Bundesrepublik (Unternehmen nach Diebold, Arbeitsstätten nach 7.2.1) bei gleichen Beschäftigtenzahlen wird die maximale Computerdichte nach Diebold 1510 und nach Abschnitt 7.2.2 1890 Computer je Million Erwerbstätigen betragen.

Von diesen hypothetischen Werten hat die Bundesrepublik zur Zeit etwa 16 bzw. 12 v. H. erreicht.

Andere Hinweise auf eine maximale Computerdichte, bezogen auf die Zahl der Beschäftigten, liegen zur Zeit nicht vor.

### 7.2.3 Entwicklung des Personalbedarfs

Der in der Literatur ([31], [40], [41], [42]) angegebene Personalbedarf für verschiedene Anlagengrößenklassen ist schwierig zu vergleichen. Die Größenklassen der Computer nach Mietwerten sind bei den verschiedenen Autoren nicht einheitlich. Häufig werden relativ unbestimmte Begriffe wie „kleine“, „mittlere“ und „große“ Anlagen für die Einteilung verwendet. Trotzdem wurde versucht, aus den Angaben der verschiedenen Autoren, einen Begriff zu geben von der

Größenordnung der Personalbesetzung bezüglich der Anlagengröße, der Qualifikation des Personals und des Streubereiches der einzelnen Aussagen.

Um eine breite Basis für die Gegenüberstellung der Aussagen zu erhalten, mußte auf differenziertere Gliederungen der Größenklassen verzichtet werden. War eine Gliederung angegeben, so wurde sie einer Teilung in große, mittlere und kleine Anlagen angepaßt.

In der Tabelle 4 sind die Werte für den Personalbedarf zusammengestellt.

Für die Leitung, die Systemanalyse, die Programmierung und für Operateure wird ein durchschnittlicher Personalbedarf angegeben. Die Spannen in den Angaben zum Personalbedarf bei den Autoren [31] und [42] ergeben sich aus der Zusammenfassung von Größenklassen. Der mittlere Wert ist als Median der Einzelwerte des gesamten Personalbedarfs der jeweiligen Größen-

klasse zu verstehen. Wenn für den Personalbedarf je Anlage eine Spanne angegeben ist, so wird zur Errechnung des Medianwertes jeweils der obere und untere Wert des Personalbedarfs herangezogen. Die Streubreite gibt den jeweils minimalen und maximalen Bedarf für eine Anlage innerhalb der Größenklasse wieder.

In der Diebold-Studie [31] sind Personalbedarfszahlen in allen Anlagengrößenklassen für die Jahre 1969 und 1978 angegeben. Sie werden zur Abschätzung des Personalbedarfs für den gesamten Computerbestand und, um weitere Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen, mit in die Tabelle aufgenommen. Diesen Zahlen liegt eine definierte Struktur der Computergrößenklasse zugrunde.

Zum Vergleich werden der Tabelle 4 die Angaben einer repräsentativen Umfrage der Zeitschrift „Business Automation“ in Tabelle 5 gegenübergestellt.

**Tabelle 4:**  
**Vergleich des Personalbedarfs unterschiedlicher Anlagengrößenklassen**

| Computergrößenklassen (Mietwerte DM/Monat)     | [31]       | bis 8000   |                                |               | 8001—20 000 |               |                                | 20 001—40 000 |            |         | 40 001—80 000                  |               |            | über 80 000 |  |
|--|------------|------------|--------------------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|---------------|------------|---------|--------------------------------|---------------|------------|-------------|--|
|  | [42]       | bis 10 000 |                                |               |             | 10 000—50 000 |                                |               |            |         |                                | über 50 000   |            |             |  |
| nach   | [41]       | klein      |                                |               | mittel      |               |                                | mittelgroß    |            |         | groß                           |               |            |             |  |
|  | [40]       | klein      |                                |               |             | mittel        |                                |               |            | groß    |                                |               |            |             |  |
| Funktion                                       |            | Leitung    | Systemanalyse + Organisations. | Programmierer | Operateure  | Leitung       | Systemanalyse + Organisations. | Programmierer | Operateure | Leitung | Systemanalyse + Organisations. | Programmierer | Operateure |             |  |
| Personalbedarf nach Anlagengrößen und Funktion | [31] 1969  | 0,1        | 0,3                            | 1,0           | 1,0         | 0,3—0,7       | 1,2—2,6                        | 2,5—4,3       | 2,5—3,3    | 1,1—2,7 | 4—6                            | 6,9—11,5      | 5,2—7,0    |             |  |
|  | [31] 1978* | 0,5        | 1,0                            | 1,5           | 1,5         | 1,0—1,5       | 2,0—3,5                        | 2,0—3,0       | 2,0—2,5    | 2—3     | 5—7,5                          | 4,5—9         | 4          |             |  |
|  | [42]       | —          | 1—2                            | 2—5           | 2           | —             | 2—5                            | 5—8           | 3—4        | —       | 6—10                           | 10—20         | 3—5        |             |  |
|  | [41]       | 0,5        | 1,0                            | 1,5           | 1,5         | 1             | 2—4                            | 4—8           | 1—2        | 2       | 6                              | 12            | 3          |             |  |
|  | [40]       | 1          | 1                              | 2             | 2           | 2             | 2                              | 6             | 4          | 2       | 4                              | 12            | 6          |             |  |
| Mittl. Wert aus [31] [42] [41] [40]            |            | 4,5        |                                |               |             | 10,5          |                                |               |            | 23      |                                |               |            |             |  |
| Streubreite                                    |            | 2,4—9      |                                |               |             | 6,5—17        |                                |               |            | 15,5—35 |                                |               |            |             |  |
| Durchschnittlicher Personalbedarf nach [31]    |            | 8,2        |                                |               |             |               |                                |               |            |         |                                |               |            |             |  |
| [31]*  |            | 6,9        |                                |               |             |               |                                |               |            |         |                                |               |            |             |  |

\* Prognose

**Tabelle 5:**  
**Personalbedarf an Computern in den USA**

|                                    | Monatsmiete in US-Dollar |           |           |             |               |               |             | Durchschnittliche Besetzung |
|------------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-------------|---------------|---------------|-------------|-----------------------------|
|                                    | unter 3000               | 3000—5999 | 5999—8999 | 8999—11 999 | 11 999—24 999 | 24 999—50 000 | über 50 000 |                             |
| Gesamtbeschäftigte je Anlage       | 6,4                      | 9,8       | 15,3      | 21,1        | 34,5          | 63,7          | 178,9       | 37,7                        |
| <b>Darunter</b>                    |                          |           |           |             |               |               |             |                             |
| Systemanalytiker                   | 1,6                      | 1,4       | 1,9       | 2,5         | 3,6           | 7,0           | 16,1        | 4,9                         |
| Systemanalytiker und Programmierer | 1,5                      | 1,5       | 2,3       | 2,9         | 4,8           | 7,5           | 21,8        | 4,9                         |
| Programmierer                      | 1,7                      | 1,9       | 3,0       | 4,1         | 6,3           | 11,4          | 29,3        | 7,2                         |

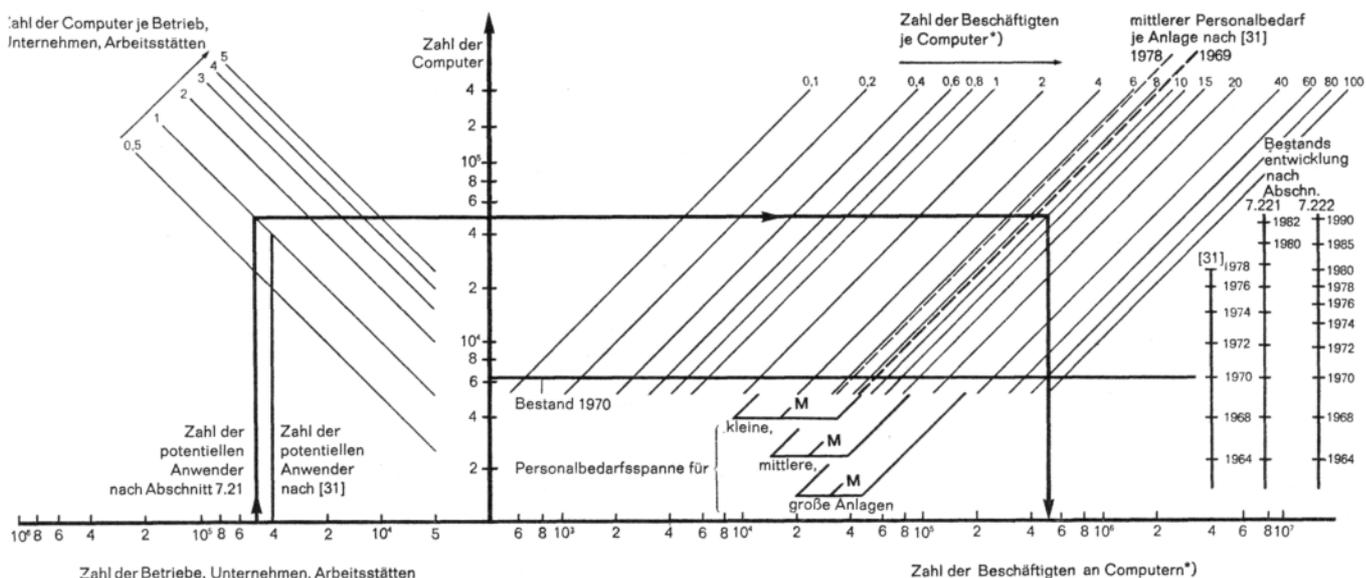
Die Umfrage wurde bei Computeranwendern in den USA durchgeführt und erfaßt 82000 Beschäftigte an Datenverarbeitungsanlagen in 2175 Firmen mit insgesamt ca. 3350 Computern.

Mit der in Bild 11 gewählten nomographischen Darstellung der Zusammenhänge zwischen der Zahl der Betriebe, der Zahl der Anwender, der Zahl der Computer und der Zahl der Beschäftigten kann der geschätzte Personalbedarf an EDV-Anlagen abgelesen werden. Parameter sind dabei die Zahl der Betriebe, die Zahl der Computer je Unternehmen und die Zahl der Beschäftigten je Computer. Die im Text bisher angegebenen Werte, zum Beispiel die Zahl der Betriebe bzw. der Anwender, die Zahl der Beschäftigten je Computer u. ä., wurden in dieses Diagramm

aufgenommen. Ein Ablesebeispiel soll zeigen, wie mit diesem Diagramm gearbeitet werden kann:

Auf der linken Seite der waagrechten Achse liest man die Zahl der Betriebe, Unternehmen oder Arbeitsstätten ab, die als Anwender in Frage kommen. Im eingezeichneten Ablesebeispiel sind dies 50000: Man geht senkrecht bis zu einer schrägen Geraden, die die Zahl der Computer je Betrieb angibt (im Beispiel bis zur Geraden für einen Computer je Anwender). Von diesem Schnittpunkt erhält man, waagrecht nach rechts gezogen bis zur senkrechten Achse, die Zahl der Computer (50000 Computer). Verlängert man diese Linie weiter nach rechts über die Achse hinaus, so schneidet sie die Geradenschar, wel-

**Bild 11**  
**Zusammenhang zwischen Zahl der Anwender, Computer je Anwender, spezieller Personalbedarf und Beschäftigten an Computern**



\*) oder bestimmter Beschäftigtengruppen (Leistungs-, Wartungspersonal, Programmierer, Analytiker usw.)

che die Zahl der Beschäftigten je Computer angibt. Geht man nun von einem dieser Schnittpunkte (zum Beispiel mit der Linie „zehn Beschäftigte je Computer“) senkrecht nach unten, erhält man auf dem rechten Ast der waagrecht Achse die Zahl der Beschäftigten an Datenverarbeitungsanlagen (50000 im Beispiel).

Im rechten Teil des Diagrammes sind Personalbedarfsspannen für verschiedene Größen der EDV-Anlagen angegeben. Dabei bedeutet die Marke M innerhalb der Bedarfsspanne den Median für diese Größenklasse.

Am rechten Rand des Diagrammes sind Achsen mit Jahreszahlen aufgetragen. Geht man von den Jahreszahlen waagrecht nach links, so erhält man auf der mittleren Achse die Zahl der Computer für das betreffende Jahr entsprechend der angegebenen Prognosefunktion.

Genauere Angaben über die Beschäftigten an Datenverarbeitungsanlagen sind von einer Erhebung über den Einsatz der EDV in der Bundesrepublik zu erwarten, die vom Ausschuß für wirtschaftliche Verwaltung (AWV) und von der Gesellschaft für Kernforschung (GfK) mit Unterstüt-

zung der Bundesministerien für Wirtschaft und für Bildung und Wissenschaft durchgeführt wird [29]. In der Erhebung wird das Personal an Datenverarbeitungsanlagen in acht Qualifikations- und Funktionsgruppen unterteilt. Für das Personal wird die Schul- und Berufsausbildung, die Datenverarbeitungs-ausbildung und die Datenverarbeitungstätigkeit sehr detailliert erfaßt. Zusammen mit der Beschreibung des verwendeten Computertyps und der Anzahl der Computer werden sich neue aktuelle Aussagen über die spezifischen Beschäftigtenzahlen an Computern ergeben. Die Erhebung erfaßt unter anderem auch die Anwendungsgebiete des Computers, die Art der Programmierung, die Zahl und die Art der Computer und der peripheren Geräte. In einem speziellen Teil werden die technischen Details der Anlage erfragt.

Ein ähnlicher Erhebungsbogen wird in anderen OECD-Mitgliedsstaaten an Computeranwender versandt. Das Ergebnis der Erhebung wird einen zuverlässigen internationalen Vergleich der Computeranwendung und des Personaleinsatzes ermöglichen.

(Abgeschlossen am 20. August 1970)

#### Literaturverzeichnis

- [1] M. Lahner, E. Ulrich: Analyse von Entwicklungsphasen technischer Neuerungen in Mitt(IAB), Nr. 6, Februar 1969.
- [2] G. Klaus (Hrsg.): Wörterbuch der Kybernetik, Berlin 1968. IFIP Fachwörterbuch der Informationsverarbeitung, Amsterdam 1968.  
A. Müller (Hrsg.): Lexikon der Kybernetik, Quickborn 1964.  
V. Hauff: Wörterbuch der Datenverarbeitung. Begriffe, Erläuterungen, Abkürzungen, 3. Aufl., Stuttgart 1967. G. Paulin: Kleines Lexikon der Rechentechnik und Datenverarbeitung, Berlin (Ost) 1967.  
E. P. Pils: Wörterbuch der Automation, Begriffe, Erläuterungen, Abkürzungen, Stuttgart 1967.  
C. Schneider: Taschenlexikon der Datenverarbeitung, Stuttgart 1967.
- [3] Deutsche Gesellschaft für gewerblich-technisches Bildungswesen e. V.: Umfrage über die Vermittlung von Grundkenntnissen und Methoden der Datenverarbeitung an Ingenieurschulen, in: „Berufliche Bildung“, Heft 7, 1969.
- [4] H. Arntz: Das wissenschaftliche Buch, Hamburg 1969.
- [5] L. Darmstaedter: Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Berlin 1908.
- [5a] K. Steinbuch (Hrsg.): Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Berlin 1967.
- [6] FORECAST 1968 — 2000 of Computer Developments and Application, Copenhagen 1968.
- [7] R. V. Arnfield (Hrsg.): Technological Forecasting, Edinburgh 1969.
- [8] H. E. Littmann (Hrsg.): Handbuch der maschinellen Datenverarbeitung, Stuttgart 1967 bis 1970.
- [9] F. H. G/7/e (Hrsg.): Computer Yearbook and Directory, 2. Auflage, Detroit 1968.
- [10] National Commission on Technology, Automation and Economic Progress: The Employment Impact of Technological Change, Vol. II, Washington 1966.
- [11] Ausschuß wirtschaftliche Verwaltung e. V. (AWV), AWV-Fachbericht, Sonderheft B: Die Ausbildung und Fortbildung auf dem Gebiet der automatisierten Datenverarbeitung für Unternehmensleiter und obere Führungskräfte, Frankfurt (Main) 1969.
- [12] R. Berke: Ausbildung für datenverarbeitende Berufe, Kiel 1967.
- [13] Systems 69, Internationales Symposium über Zukunftsfragen, Stuttgart 1970.
- [14] R. V. Niederberger: Dokumentation, Elektronische Rechenautomaten, Schriftenreihe des Instituts für Automation und Unternehmensforschung an der Universität Freiburg (Schweiz), Band I, Hamburg, Berlin 1963.
- [15] Zeitungs- und Zeitschriftenarchiv des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Erlangen.
- [16] Innovationskartei des Bereiches Technologie beim Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Erlangen.
- [17] E. Garfield u. a.: The Use of Citation Data in Writing the History of Science, 1964.
- [18] OECD, Directorate for Scientific Affairs: Computer Utilization in Member Countries. An Examination of Surveys carried out in Member Countries on Computer System and Personnel as of 1969, Paris 1969.
- [19] OECD: Serie Gaps in Technology Between Member Countries: Electronic Components, Paris 1968.
- [20] OECD: Serie Gaps in Technology Between Member Countries: Electronic Computers, Paris 1969.
- [21] A. Lewicki: Einführung in die Mikroelektronik, München 1969.
- [22] Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Sammlung Studien, Serie Industrie Nr. 1: Die elektronische Industrie der Gemeinschaftsländer und die amerikanischen Investitionen, Brüssel 1969.
- [23] Statistisches Bundesamt der Bundesrepublik Deutschland: Statistische Jahrbücher, Jg. 1949 bis 1969.
- [24] Braun, Klett, Kuck, Schaub, Schwarz: Digital- und Analogrechner, in: VDI-Z., Bd. 11, 1970, Nr. 12, S. 773—787.
- [25] Jansen, Niedermeyr, Seetzen, Wo!t: Untersuchung des Einsatzes von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen in Deutschland, Karlsruhe 1969.
- [26] Ingenieur-Digest, 8. Jg., Heft 3, 1969.

- [27] E. *Schmacke*: 1980 ist morgen, Technik und Forschung der nächsten 10 Jahre, Düsseldorf 1969.
- [28] OECD Directorate for Scientific Affairs: Computer Utilisation in Member Countries: Inventory of Data Bank in the Public Sector, Paris 1970.
- [29] Erhebungsbogen der Erhebung über den Einsatz der EDV in der Bundesrepublik Deutschland. Stichtag 1. Juli 1970. Gesellschaft für Kernforschung mbH. und Ausschuß für wirtschaftliche Verwaltung e. V.
- [30] Statistisches Bundesamt der Bundesrepublik Deutschland: Fachserie C, Unternehmen und Arbeitsstätten, Heft 7: Arbeitsstättenzählung vom 6. Juni 1961, Stuttgart 1961.
- [31] Diebold Deutschland GmbH: Möglichkeiten und Grenzen der elektronischen Datenverarbeitung, Voruntersuchung Teil I—III, Frankfurt (Main) 1970.
- [32] Diebold Deutschland GmbH: Diebold-Statistik der installierten elektronischen Rechenanlagen in Deutschland, vom 1. Juli 1964 bis 1. Januar 1970, Frankfurt (Main).
- [33] *N. M. Donald* (Hrsg.): Monthly Computer Census, in: „Computers and Automation“, Heft Dezember 1969 und Januar 1970.
- [34] Hauptkatalog der Hannover-Messe 1966 bis 1970.
- [35] Statistisches Bundesamt der Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden: Fachserie D „Industrie und Handwerk“ Reihe 3 Industrielle Produktion, Jahreshaft 1950 bis 1969.
- [36] „Führer durch die technische Literatur“, Ausgabe 1957 bis Ausgabe 1969.
- [37] *P. Brödner, F. Hamke*: Automatisierung und Arbeitsplatzstrukturen. Bericht über eine Prognose der mutmaßlichen Entwicklung in der Einzel- und Kleinserienfertigung, in MittAB Heft 2/1970.
- [38] *W. Klauder, G. Kühlewind*: Projektion des Angebots an inländischen Arbeitskräften in der Bundesrepublik Deutschland für die Jahre 1973, 1975 und 1980, in MittAB Heft 1/1970.
- [40] *W. K. de Bruijn*: Computers in Europe 1966, a progress report on the development of the European Computer market, Amsterdam 1966.
- [41] *H.-L. Müller-Lutz*: Das automatisierte Büro, Wiesbaden 1965.
- [42] *H. Futh*: EDV-Organisation, Band I, Entwicklung eines EDV-Systems, München 1970.
- [43] *Croxton, Cowden*; Applied General Statistics, Englewood Cliffs. N. J. 1965.
- [44] EPD Salaries Report 1970, in „Business Automation“ June 1970, Seite 38-49.