

IS Informations-Systeme

Herausgegeben von S. Dworatschek

Computer in der Medizin

von

Dimitris N. Chorafas

Mit 15 Abbildungen und 4 Tabellen



Walter de Gruyter · Berlin · New York 1973

Aus dem Englischen übersetzt und bearbeitet:
Peter Hahn und Michael J. A. Hoffmann

© Copyright 1972 by Walter de Gruyter & Co., vormals G. J. Göschen'sche Verlags-
handlung – J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung – Georg Reimer – Karl J. Trübner –
Veit & Comp., Berlin 30. – Alle Rechte, einschl. der Rechte der Herstellung von
Photokopien und Mikrofilmen, vom Verlag vorbehalten. – Satz und Druck: Saladruck,
Berlin. – Printed in Germany.
ISBN 3 11 004031 X

Vorwort

Der Computer – seit Jahren in der betrieblichen Datenverarbeitung eingesetzt – wird in zunehmendem Maße auch als Instrument nichtbetrieblicher Informationssysteme verwendet.

Zu diesen Anwendungsgebieten zählt seit einigen Jahren vor allem auch der Bereich „Medizin“. Erste Erfahrungen beim Computer-Einsatz für Verwaltungsarbeiten in Krankenhäusern, für Betriebsführung und Organisation der ärztlichen Versorgung, für stationäre Patientenüberwachung und für wissenschaftliche, statistische Auswertung von Krankengeschichten liegen bereits vor. In der letzten Zeit werden verstärkte Anstrengungen unternommen, den Computer weiterhin auch als ärztliche Diagnosehilfe und zur Erarbeitung von Therapievorschlügen einzusetzen.

Der Computer soll nicht den Arzt ersetzen, sondern dem Arzt Hilfestellung leisten, damit dieser Zeit für die Herstellung eines Vertrauensverhältnisses zum Patienten findet. Computer-Euphorie ist in gleicher Weise zu vermeiden wie unbegründete Ablehnung. Nüchterne Forschungsarbeiten, pragmatisches Vorgehen, und vor allem breite Kommunikation zwischen den Datenverarbeitungsspezialisten und den Ärzten werden erforderlich.

Dieses Buch zeigt diese herausfordernde Aufgabe und gibt Informationen über Möglichkeiten und Probleme der Datenverarbeitung in der Medizin. Der Autor ist ein international anerkannter Fachmann der Datenverarbeitung und kennt die Ergebnisse und laufenden Entwicklungsprojekte der Computer-Anwendung in der Medizin.

Weil der Stadt, September 1972

Der Herausgeber

Inhalt

1. Grundbegriffe der elektronischen Datenverarbeitung	9
1.1. Einleitung	9
1.2. Aufbau und Funktion der Datenverarbeitungsanlage	11
1.3. Programm und Programmierung	19
2. Herausforderung der Aufgabe: Automation in der Medizin	22
2.1. Anwendungsprobleme der Computer im Gesundheitswesen	22
2.2. Verbesserung der medizinischen Leistungsqualität und Einsatzeffizienz ..	26
2.3. Problematik der Verteilung und Entwicklung medizinischer Versorgungs-	
leistung	30
2.3.1. Medizinische und politische Aspekte	30
2.3.2. Wirtschaftlichkeitsaspekte	32
2.4. Kosten und Nutzen gezielter Informationsverarbeitung	34
2.5. Statische und dynamische Betrachtungsweise der medizinischen Informa-	
tionsverarbeitung	39
2.6. Aufgaben des Computers im klinischen Bereich	42
3. Systembetrachtung zur medizinischen Entscheidungsfindung	55
3.1. Vorgehensweise und Methodik	55
3.2. Qualitätskontrolle im Laboratorium	58
3.3. Modellsimulation in der Medizin	60
4. Organisationsüberlegungen zur besseren Nutzung vorhandener Einrichtungen	68
4.1. Beispiele zentraler medizinischer Speziallaboratorien	68
4.2. Verbesserung der Personalsituation	71
4.3. Notwendigkeit der Ausbildung in der Gesundheitsfürsorge	73
5. Gesundheitsinformation und Systemvoraussetzungen	79
5.1. Systemtechnik	79
5.2. Gesundheitsinformationssystem	81
5.2.1. Bedingungen und Anforderungen der wachsenden medizinischen	
Informationsflut	81
5.2.2. Auswahlkriterien für Speichersysteme	85
5.2.2.1. Technische Faktoren und Kostenrelationen	86
5.2.2.2. Arbeitsweisen und Verwendung von Speicherarten	89
5.2.2.3. Mikrofilm als Massenspeicher	91
5.2.2.4. Datensicherung und Abfragekontrolle	94

5.2.2.5. Datenzugriff	97
5.2.3. Entwicklung von Identifikationssystemen	100
5.2.3.1. Patientenidentifikation	100
5.2.3.2. Voraussetzungen für Personenkenneichen	104
5.2.4. Datenerfassung über Datenstationen	106
5.2.4.1. Aufgabenstellung an die Datenstation	106
5.2.4.2. Probleme der Datenein- und -ausgabe	109
5.2.4.3. Systemtechnische Überlegungen zur Datenfernverarbeitung	111
5.2.4.4. Anforderungen an die Datenübertragung	114
6. Computer-Software	116
6.1. Programmiersprachen	116
6.2. Programmunterstützung	119
Literaturhinweis	123
Sachverzeichnis	124

1. Grundbegriffe der elektronischen Datenverarbeitung

Die medizinischen Fähigkeiten in der Prognose, Diagnose und Behandlung können im gleichen Maße zunehmen wie die sich immer weiter entwickelnden elektronischen Datenverarbeitungssysteme (*EDV-Systeme*). Wie auf vielen anderen wissenschaftlichen Gebieten vergrößert der Computer auch in der Medizin die bisherigen Möglichkeiten.

Der Einsatz von Computern verlangt einen höheren Grad an Präzision bei der Einsatzplanung als die bisherigen Hilfsmittel. Zum besseren Verständnis soll zunächst der Computer und seine Arbeitsweise allgemein beschrieben werden, ohne auf seine Entwicklungsstufen einzugehen. Der an technischen Einzelheiten von Rechanlagen und deren Programmierung interessierte Leser findet eine reichhaltige Auswahl entsprechender Fachliteratur*.

1.1. Einleitung

Es hat den Anschein, als würden in nächster Zeit die Fortschritte im Gesundheitswesen geringer, da einerseits die zur Verfügung stehenden Mittel geringer und andererseits die Anforderungen größer werden. Die Herausforderung der sich daraus ergebenden Aufgabe liegt in der Methodik und den Arbeitsmitteln, die man zur Lösung dieser Problematik benötigt. Dabei geht es besonders in der Medizin darum, Irrtümer zu vermeiden und Vermutungen durch Wissen zu ersetzen oder zumindest die Wahrscheinlichkeit der Vermutung abzuschätzen.

Die im folgenden angestellte Systembetrachtung (*systems approach*) zu den medizinischen Erfordernissen ist mehr als nur eine Anhäufung von Techniken: sie ist eine Denkweise. Mit dem Eintritt der Medizin in das Zeitalter der elektronischen Datenverarbeitungsanlagen nimmt die analytische, systemorientierte Betrachtungsweise die Rolle eines bedeutenden medizinischen Werkzeuges ein. Wie wichtig diese neue Betrachtungsweise sein kann, läßt sich leicht an einigen wesentlichen Beispielen ersehen:

- Entwurf von Trainingsprogrammen, die für die Weiterbildung der Ärzte sorgen, damit sie den Erfordernissen der sich schnell entwickelnden Technologie gerecht werden können
- Aufbau einer systematischen, tiefgreifenden Methodik
- Betonung des Experiments in der medizinischen Praxis
- Entwicklung von Methoden, die Risiken minimieren

* Vgl. Literaturhinweis im Anhang.

- Bereitstellung von Mitteln und Wegen, Verfahren zu optimieren
- Förderung der Leistungsfähigkeit in der medizinischen Verwaltung einschließlich der Finanz- und Sachmittelplanung

Kurz gesagt, zielt die Systembetrachtung darauf, eine wachsende Effektivität in der Medizin zu erreichen. Ein äußerst kritischer Punkt ist die Denkart, die damit verbunden ist.

Während die Probleme der Krankenhäuser hier nicht behandelt werden, verschmelzen die Probleme der Medizin und des Krankenhauses offensichtlich miteinander, so daß bei der Erwähnung des einen das andere notgedrungen mitbehandelt wird.

Wirksame Lösungen der Probleme, die durch die fortgeschrittene Technologie aufgeworfen werden, erfordern eine grundlegende Kenntnis von den Eigenarten des Anwenders, seinen Informationsbedürfnissen, seinen Fähigkeiten und seinen Beschränkungen.

Das Kriterium für die Auswahl der Art, wie man die Dinge angeht, sollte folgende Frage sein:

»Wie kann man ein Optimum an Information bei einem Minimum an Kosten erhalten?« Dies ist die entscheidende Frage, die ohne eingehende Analysen nicht zu beantworten ist. Viele Dinge müssen bei der Auswahl berücksichtigt werden. Läßt man die Kriterien der Informationsverarbeitung beiseite, dann setzt die Auswahl der Ein- und Ausgabegeräte und ihre Konfiguration zur Lösung der Probleme eine klare Entscheidung voraus. Konstruktionsfaktoren müssen geprüft werden in bezug auf das Reaktionsverhalten der Geräte und auf die Anforderungen der Aufzeichnungsgeräte an die Eingabedaten.

Eine Auswahl kann nicht allein auf der Grundlage eines Kostenvergleichs getroffen werden. Bei der Wahl eines Blattschreibers z. B. ist ein Gerät, das mit Tinte auf Papier schreibt, am billigsten, aber auch recht unzuverlässig. Um schnellere Schreibgeschwindigkeiten zu erreichen, sind hochwertigere, teure Aufzeichnungsmethoden erforderlich.

In vielen Fällen könnte das Geld, das für Hochleistungsschreiber und ähnliche Geräte, die oft nur zu einem geringen Maße ausgenutzt werden, ausgegeben wird, eher dafür verwendet werden, eine Ausrüstung zu beschaffen, die stärker die Dringlichkeit der Informationsbedürfnisse berücksichtigt. Ähnliches kann über die Notwendigkeit gesagt werden, mehr Systemspezialisten einzustellen: Mathematiker und Ingenieure, die den Mediziner beim Experimentieren und bei der Simulation sowie ganz allgemein bei der Benutzung von Computersystemen unterstützen.

Man sieht den Computer erst dann richtig, wenn man ihn als ein treibendes Rad auf dem Weg zu größerer Leistungsfähigkeit betrachtet, nicht als ›Mätzchen‹. Die vorliegende Studie ist von diesem Standpunkt aus geschrieben. Die hier vertretene Meinung ist mehr als nur eine persönliche Überzeugung. Sie stellt beispielhaft die grundlegenden Gedanken einer großen Mehrheit medizinischer Spezialisten und Systemanalytiker dar.

1.2. Aufbau und Funktion der Datenverarbeitungsanlage

Die bestehenden elektronischen Rechenanlagen können in digitale Rechner, die mit diskreten Einzelgrößen (*Zahlen*) arbeiten, und in Analogrechner eingeteilt werden. Letztere operieren mit stetigen physikalischen Variablen.

Innerhalb der Analogrechner unterscheidet man nach dem Prinzip der *direkten* oder der *indirekten* Analogie. Rechner, die nach dem Prinzip der direkten Analogie arbeiten, sind dadurch charakterisiert, daß die Variablen und die Parameter des Problems direkt durch die Variablen in der Maschine dargestellt werden.

Zu den elektrischen direkten Analogrechnern gehören der Netzwerk-Analysator und die Äquivalenzschaltkreise. Ein Beispiel für den indirekten mechanischen Analogrechner ist der Rechenschieber, auf dem die Längen den Zahlenwerten analog sind.

Die elektrischen und elektronischen Analogrechner sind die häufigsten Vertreter des indirekten Typs. Hierbei finden Verstärker mit hohem Verstärkungsgrad Verwendung, die, in entsprechende Rückkopplungsschaltungen eingesetzt, die logischen Operationen ausführen.

Mechanische Analogrechner aufzubauen, ist sehr zeitaufwendig. Gewöhnlich liefern diese Rechner auch nur eine ›einmalige‹ Berechnung. Elektrische Analogrechner sind flexibler als die mechanischen, aber ihre Einsatzbreite ist geringer als die der Digitalrechner. Außerdem steigen die Kosten für analoge Datenverarbeitung exponentiell mit der Größe des Problems bzw. dem Grad der geforderten Genauigkeit.

Im Gegensatz zu den Analogrechnern gründet sich die Philosophie der digitalen Datenverarbeitung auf das Zählen von diskreten Einzelgrößen, wie sie Zahlen darstellen. Ein Digitalrechner ist viel genauer und flexibler als ein analog arbeitender Rechner. Der Grundtyp eines digitalen Computers besteht aus vier Hauptteilen (Abb. 1):

- Ein/Ausgabe
- Speicher
- Arithmetik und Logik
- Steuerung

Maschinenintern bestehen diese Grundkomponenten eines Computers aus einzelnen technischen Bauteilen (*Hardware*). Dennoch liegt diese Unterscheidung mehr im funktionellen als im physikalisch-technischen Bereich.

Es ist wesentlich, wie die Einteilung der einzelnen Komponenten und Funktionen erfolgt. Oft kann der gleiche Bestandteil einer Rechenanlage zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Funktionen ausüben. Zum Beispiel kann ein Magnetband sowohl als Ein/Ausgabemedium wie auch zum Speichern benutzt werden. Ebenso dient ein bestimmter Teil im Innern des Rechners gleichermaßen als Wechsellpuffer (*exchange register*) wie für arithmetische Operationen.

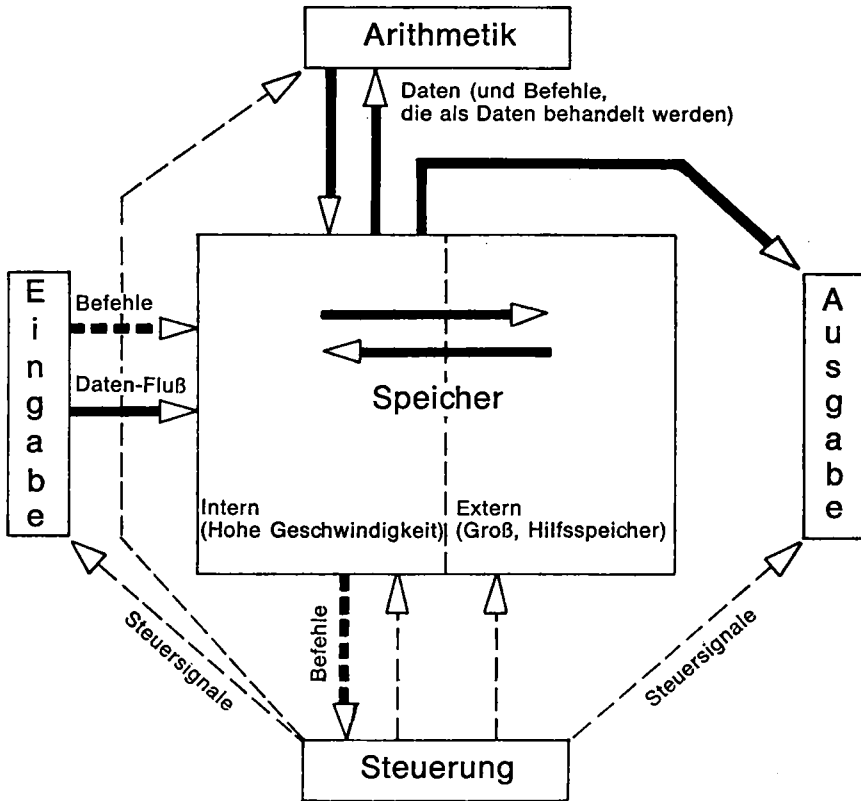


Abb. 1 Schematischer Aufbau einer Datenverarbeitungsanlage

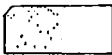



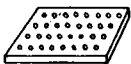


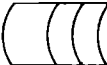
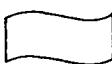



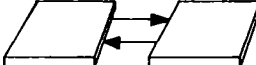



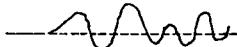
Um die Funktionen des zentralen Systems zu verbessern, lassen sich weitere Einheiten an das zentrale System anschließen. Sind derartige periphere Einheiten nicht direkt angeschlossen, so spricht man von einer *Off-line-Verbindung*. Besteht ein direkter Anschluß an das zentrale System, so hat man eine *On-line-Verbindung*.

Im folgenden seien die vier Hauptkomponenten kurz definiert:

1. Ein/Ausgabe

Die Ein/Ausgabeeinheiten ermöglichen die Übertragung von Daten und Befehlen zum zentralen Verarbeitungssystem und wieder zurück, wie später noch näher beschrieben wird. Sie empfangen Daten und Befehle von außen (*Umwelt*) und geben die verarbeiteten Daten in geeigneter Form wieder aus.

E i n g a b e

- | | | |
|-------|---|--|
| 1. |  | Lochkarten |
| 2. |  | Markierungsbelege |
| 3. |  | Einzeltaste |
| 4. |  | Tastenauswahl |
| 5. |  | Tastatur |
| 6. |  | Magnetkarte |
| 7. |  | Magnetband |
| 8. |  | Magnetplatte |
| 9. |  | Lochband |
| 10. |  | Lichtgriffel |
| 11. |  | Digitalisierung |
| 12.*) |  | Eingabeeinheit zum Speicher |
| 13.*) |  | Speicher zu Speicher |
| 14. |  | Magnetische Tinte |
| 15. |  | Optische Leseverfahren |
| 16. |  | Handschrift (noch nicht möglich) |
| 17. |  | Menschliche Sprache (noch nicht möglich) |

*) 12 ud 13 brauchen als Verbindung einen Daten-Träger (Radio, Telefon, Telegraf)

Abb. 2 Eingabemedien