Computer verändern die Medizin

Neue Hilfsmittel, Techniken und Methoden für Diagnose, Therapie, Pflege, Gesundheitsvorsorge und medizinische Forschung *

Von M. W. Gall

Zusammenfassung

"Computer verändern die Medizin" - ein gleichermaßen herausforderndes wie auch ein wenig nachdenklich stimmendes Thema. Es ist weder Schlagzeile, nach Art einschlägig bekannter Publikationsorgane, noch eine Überzeichnung, vielmehr schon zum Faktum geworden: Computer werden die Medizin verändern.

Der Vortrag geht von einer Bestandsaufnahme aus, die auch etwas Kritik und schon ein wenig Vorausschau enthält, stellt die historische Entwicklung der Datenverarbeitung dar und unternimmt den Versuch, deren "Philosophie" deutlicher zu machen. Die technischen Fakten der Informationsverarbeitung werden erläutert und die Anwendung von Computern in den medizinischen Anwendungsbereichen Diagnostik, Vorsorge, Therapie, Pflege und medizinische Forschung beschrieben. Der abschließende Ausblick ist keineswegs ein Vorgriff auf die Zukunft.

"Wir sind auf das Leben mit den Computern von morgen nicht vorbereitet", so hatte es Professor STEINBUCH formuliert. Er meinte, unsere Gesellschaft sei "falsch programmiert". Trifft das, wenn überhaupt, auch für die Medizin zu ?

Die Antwort auf diese Frage darf gewiß nicht auf eine vordergründige Weise gesucht werden. Professor PROPPE meinte dazu, daß, wenn wir uns über den heutigen Stand unterrichten, den allenthalben in der Welt die Computer-Technik im Krankenhauswesen und in der ärztlichen Praxis erreicht hat, die Schätzung keineswegs als irreal erscheine, daß kaum ein Dezennium vergangen sein wird, bis eine wahrhaft umwälzende Wandlung der ärztlichen Tätigkeit sich vollzogen haben wird. "Es empfiehlt sich, darüber sich Vorstellungen zu machen, daß unter dem Einfluß von informationsverarbeitenden Systemen dann die Form der heutigen Ausübung ärztlicher Praxis so eingeschätzt werden wird, wie wir heute den Medizinmann im Urwald werten. Die durch Computer kontrollierte und gesteuerte ärztliche Hilfe ist der bisherigen Methode des Diagnostizierens und Behandelns so weit überlegen, daß einen Vergleich zu diskutieren schon heute nicht mehr lohnt" (PROPPE).

PROPPE - und nicht etwa nur er - kann es nicht verstehen, daß bisher weder für das Medizinstudium noch in der ärztlichen Fortbildung die völlig veränderten Voraussetzungen zur Ausübung des ärztlichen Berufes überhaupt registriert, geschweige denn berücksichtigt worden sind.

Der Arzt steht der neuen Zeit vollkommen unvorbereitet gegenüber. PROPPE stellte die Frage, wie es geschehen konnte, daß eine so qualifizierte Berufsgruppe dieser technischen Revolution gegenüber in so anachronistischer Ideologie verharrt - so als hätte diese Entwicklung nicht lange schon vorausgesehen werden können.

Was auch immer richtig sein wird: Die Zukunft der technischen Medizin hat schon begonnen. Die Wirklichkeit hat die Vorstellungskraft eines Jules Vernes, eines Hans Dominick, George Orwell, H.G. Wells, eines Aldous Huxley, Karel Čapek und Robert Jungk längst schon überholt. Die Gesundheit der Menschen von morgen wird zweifellos von der Perfektion der Technik mitbestimmt werden. Es kann kaum mehr länger einem Zweifel unterliegen: Die technische Medizin wird bis zum Jahre 2ooo eine Revolution der Heilkunde und damit zwangsläufig auch des Berufsstandes des Arztes herbeigeführt haben. Die Computer haben den Beginn der zweiten industriellen Revolution eingeleitet. Datenverarbeitungssysteme haben ihre Bewährungsprobe in Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung längst - und das glänzend - bestanden. Dagegen hat sich erst relativ spät, dann aber nach WAGNER mit zunehmender Dringlichkeit die Frage gestellt, ob und inwieweit solche Maschinen auch für die klinische und theoretische Medizin eingesetzt werden können. Der allgemeine Tenor geht heute dahin, diesen Maschinen den Rang und die Bedeutung von nicht mehr länger zu entbehrenden Hilfsmitteln zuzuordnen; Hilfsmittel, deren Bedeutung für den Fortschritt der Medizin letztlich noch garnicht in allen Auswirkungen abzusehen sind.

---

*) Überarbeitetes Manuskript eines Vortrags beim Deutschen Ingenieurtag 1971 in Mainz.

Die Anwendungsgebiete für den Computer in der Medizin sind breit gefächert: Die Befunddokumentation, der so weite Bereich der Diagnostik, die Narkoseüberwachung, die EKG-Analyse, die Interpretation von Hirnstromkurven und die Intensivpflege. Diese Maschinen werden aber auch im chemisch-klinischen Labor, in der Chirurgie, in der Strahlentherapie, in der Röntgenologie, in der Blutzentrale, für die Literaturdokumentation, für die Simulation biologischer Vorgänge, für die Prozeßdatenverarbeitung, den öffentlichen Gesundheitsdienst und die medizinische Forschung eingesetzt.

"Computer verändern die Medizin": Hinter diesen Titel ist heute kein Fragezeichen mehr zu setzen. Es bedarf dessen nicht mehr. Ein Fragezeichen würde deutlich machen, daß noch viele Fragen zu beantworten, noch elementare Unklarheiten zu beseitigen sein werden, bis das erreicht sein wird: Ein profundes Erkennen der Möglichkeiten, aber auch der Grenzen für die Anwendung von Computern in dem so weiten Bereich der Medizin. Diese Schwelle gilt, weltweit zu sehen, als überschritten. Ein Fragezeichen würde nur noch mit Berechtigung zu setzen sein hinter die Fragestellung nach der Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Praxis in unserem Lande.

Der Computer

Elektronische Rechenanlagen wurden in den fünfziger Jahren in der Öffentlichkeit als geheimnisumwittert, ja damals sogar noch als bedrohend empfunden. Es fehlte auch nicht an Unkenrufen, denen ein Zerrbild gemeinsam war: Der Mensch hilflos in den Klauen der Roboter ! Um es gleich vorwegzunehmen: In diesem Zusammenhang gesehen wird die Technik den Menschen nicht überlagern, nicht "besiegen" können.

Vor wenig mehr als einem Jahrzehnt waren die Vorstellungen noch recht vage, fast nebulös. Das Phänomen Computer war noch nicht so recht einzuordnen, noch nicht richtig zuzuordnen. Man sprach noch von "Denkrobotern", von "Elektronengehirnen", ja sogar von "Denkmaschinen" und auch von der "Herrschaft der Roboter". Und das nicht nur in Schlagzeilen. In den letzten Jahren jedoch hatte dieser Mythos einer sachlichen Wertung und Bewertung der Möglichkeiten, aber auch der Grenzen für die Anwendung solcher Maschinen Platz zu machen.

Was ist das nun eigentlich ein Computer, oder wie es in unserer Muttersprache formuliert wird: Ein Datenverarbeitungssystem ? Ein deutscher Wissenschaftler nannte einmal diese Maschinen "Vollidioten mit Spezialbegabung". Diese Definition, in paradoxer Verpackung und deshalb originell und als "Ohrwurm" eingängig, hat wohl viel Beachtung gefunden, vermag das Phänomen Computer in allen seinen Auswirkungen auf Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft letztlich jedoch kaum zutreffend zu charakterisieren.

Ein Wissenschaftler in den USA dagegen brachte die Funktion dieser Maschinen auf diesen, so völlig andersartigen, abstrakten Nenner: "Sie tun fast nichts, doch dieses Nichts, das tun sie wundervoll."

Nicht etwa nur für den Bereich der Fertigungsindustrie sind in unserem Lande diese zukunftsweisenden Hilfsmittel auch schon als "Werkzeugmaschinen des Geistes" bezeichnet worden. Der amerikanische Biologe Ashby hat diese Maschinen als "Intelligenzverstärker" angesprochen. Und das wohl zu recht.

Professor Theodor Heuss, damals Bundespräsident, dem bei einer Tagung der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit - wie er selbst sagte - "allerhand Erklärungen" ein solches System einmal demonstriert worden war, philosophierte dann später über seine Eindrücke: "Welche Ersatzleistungen, die denkerisch wirken, von dieser Apparatur produziert werden, daß sie weder Phantasie besitze noch träumen könne" und hängte daran den Schnörkel an, "ob das Träumen die Rückzugslinie des Menschlichen sei".

Doch genug der "Philosophie". Im Folgenden sollen nun einige technische Fakten aufgezeigt werden.

Die internen Rechengeschwindigkeiten solcher Maschinen bewegen sich heute in Größenordnungen von Nano-Sekunden. Dazu ein Vergleich: In einer Nano-Sekunde legt ein Überschallflugzeug mit einer Geschwindigkeit von 3 600 Kilometern in der Stunde nur noch den eintausendsten Teil eines Millimeters zurück.

Datenverarbeitungssysteme arbeiten mit Schaltzeiten, die in noch kürzeren Zeitbegriffen, in Pico-Sekunden, ausgedrückt werden. Ein wenig plastischer: Eine Pico-Sekunde verhält sich zu einer Sekunde wie eine Sekunde zu rund 32 000 Jahren. An der Grenze aller Geschwindigkeit, der Lichtgeschwindigkeit (300 000 km/Sekunde) gemessen, legt das Licht noch ganze 0,3 Millimeter in dieser Zeiteinheit zurück.

Ein bildhafter Vergleich gibt Aufschluß über die bei der Fertigung von Datenverarbeitungssystemen einzuhaltenden Toleranzen. Für ein Speichermedium,

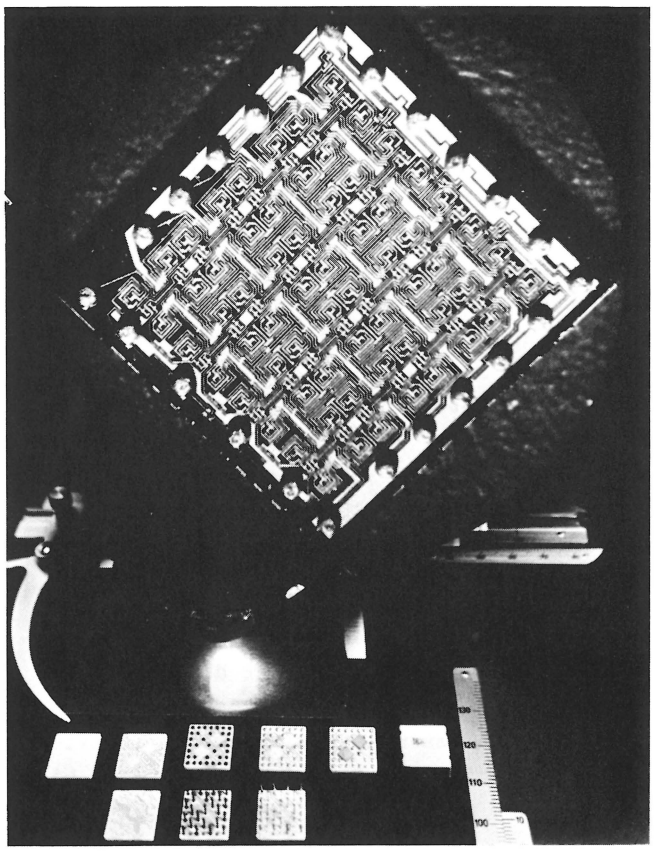


Abb. 1 Die verschiedenen Fertigungsstufen der Fertigung eines Chips des Systems IBM/37o.

die Magnetplatte, sind die Grenzwerte recht eng gezogen. Ein Magnetplattenspeicher, optisch so in etwa mit einer horizontal angebrachten Musikbox zu vergleichen, arbeitet mit einem Zugriffsmechanismus, der auf einem Luftpolster über die 2oo konzentrischen Spuren der Magnetplatte gleitet. Dabei beträgt der Abstand zwischen dem Magnetknopf (für Schreiben und Lesen) und der mit 2 4oo Umdrehungen pro Minute rotierenden Magnetplatte noch ganze 2,5 tausendstel Millimeter. Dieser Abstand entspricht, in ein Verhältnis gesetzt zu der Größe dieses Magnetkopfes, der Flughöhe eines rund 325 Tonnen schweren Großraum-Düsenflugzeuges, eines Jumbo-Jet, das exakt mit 34 Zentimetern über der Landebahn fliegen würde - wenn es das könnte.

Den Trend zur Mikrominiaturisierung verdeutlicht der Hinweis auf die signifikante Verringerung der Dimensionen bei den Bauelementen. Die technologische Entwicklung begann bei Relais und Elektronenröhren, setzte sich fort über den Transistor und über Dioden und führte über die Mikrobauelemente der SLT-Technik zu den monolithischen Elementen. Auf einem solchen Keramikträger, auch Module genannt, enthält ein sogenanntes "Chip", hergestellt aus reinem Silizium, mit einer Kantenlänge von knapp 3 auf 3 Millimetern, über eintausend Bauelemente, sowohl aktive (Transistoren und Dioden) als auch passive (Widerstände und Kapazitäten).

Nach den Vereinigten Staaten ist die Bundesrepublik Deutschland mittlerweile das Land geworden, das die meisten Datenverarbeitungssysteme installiert hat: Heute sind es über 8 ooo. Bis zum Jahre 1975 sollen es etwa 15 ooo Systeme sein. Unbeschadet der Frage nach der Definition des Begriffes "Was ist schon und was noch nicht ein Computer ?" scheint mir das eine noch recht konservative Schätzung zu sein. Deutlich unterstreichen diese Zahlen, welche Anstrengungen gerade auch hierzulande unternommen werden, um die Lebensbedingungen der Werte schaffenden Bevölkerung weiter zu heben.

Daß sich die Anwendungsgebiete in Deutschland im Verhältnis zu denen in den USA manchmal noch recht bescheiden ausnehmen, darf dabei nicht darüber hinwegtäuschen, daß gerade in den vergangenen Jahren auf vielen Gebieten entscheidende Fortschritte erzielt worden sind.

Anwendungen in der Medizin

Was sind nun die Anwendungsgebiete in der Medizin ? Gewissermaßen in Schlagzeilen aufgeführt und nach WAGNER in sieben Gruppen gegliedert:

1. Die Dokumentation klinischer Daten und Befunde.
2. Der Computer als Hilfsmittel der Diagnostik (maschinelle Diagnose, automatische Klassifizierung, Analyse biophysikalischer Signale, Analyse von Bildern, Automatisierung des Labors).
3. Der Computer als Hilfsmittel der Therapie (Erstellung von Behandlungsplänen, Patientenüberwachung).
4. Der Computer als Hilfsmittel der medizinischen Forschung (Beobachtungsanalysen, Vergleichsreihenanalysen, Simulation biologischer Vorgänge).
5. Die Steuerung des Informationsflusses im Krankenhaus (Krankenhaus-Informations-System).
6. Die Rationalisierung der Verwaltungsaufgaben im Krankenhaus.
7. Der Computer als Hilfsmittel des öffentlichen Gesundheitsdienstes.

Darüber hinaus spielt der Computer als Lehr- und Lernmittel und für die Literaturdokumentation eine bedeutende Rolle.

Die Dokumentation klinischer Daten und Befunde

Das komplexe Gebiet der Befunddokumentation im klinischen Bereich, der Erfassung, Speicherung und Auswertung der vom Patienten gewonnenen Daten, Merkmale und Befunde hat in den letzten Jahren

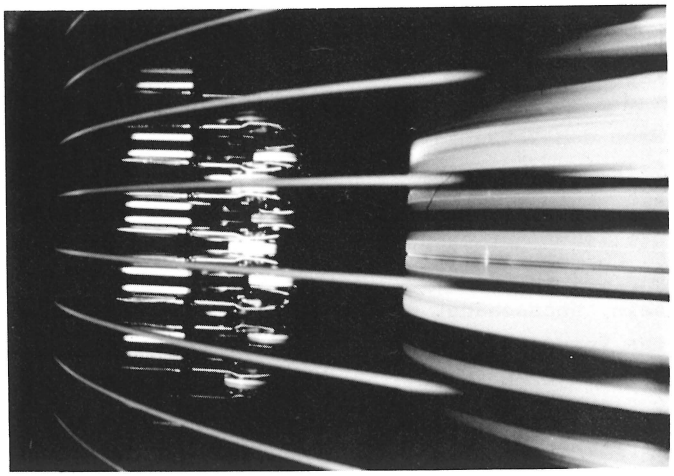


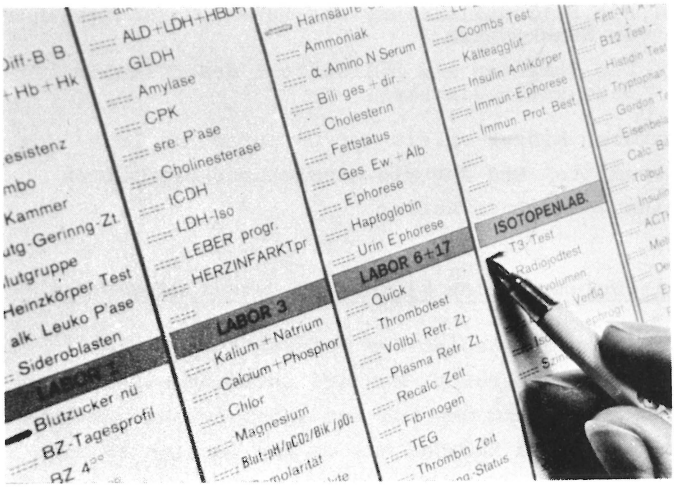
Abb. 2 Ein Magnetplattenspeicher mit Schreib- und Leseköpfen.

erhebliche Bedeutung erlangt. Diese Befunde sind üblicherweise in den Krankenblättern niedergelegt, von denen in der Bundesrepublik jährlich rund 7 Millionen, in den USA aber mehr als 3o Millionen geschrieben werden. Um diese Informationen umfassender und schneller verfügbar zu machen, wurden Krankenblätter entwickelt, die eine Bearbeitung mit Lochkartenmaschinen oder mit Computern erlauben.

In der Bundesrepublik Deutschland werden heute schon in weit mehr als einhundert Kliniken entsprechende Krankenblätter geführt und auch maschinell ausgewertet.

In den USA dagegen ist man einen Schritt weiter gegangen. An vielen Kliniken schreiben die Ärzte gar keine herkömmliche Krankengeschichte mehr, sondern füllen nur noch maschinenlesbare Formblätter aus, deren Inhalt in der Reihenfolge des zeitlichen Anfalls im Computer gespeichert wird.

Abb. 3 Markierungsbeleg einer deutschen Universitätsklinik.



Der Computer als Hilfsmittel der Diagnostik

Das wohl spektakulärste, noch aber etwas umstrittene Anwendungsgebiet für die Datenverarbeitung in der Medizin ist nun eben einmal die Diagnostik. Die besondere Schwierigkeit liegt mit in dem Umstand, daß es weder eine einheitliche, nach exakten naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten aufgebaute Systematik der (nach Professor Leiber) etwa 3o ooo bekannten Krankheiten gibt. Das Ansteigen der Krankheitseinheiten und Syndrome seit der Jahrhundertwende von rund 5 ooo auf etwa 3o ooo hat nach Ansicht von REICHERTZ dazu geführt, daß die Kenntnisse der Symptomatologie selbst bekannter Krankheitsbilder lückenhaft, die seltener Krankheitsbilder fast stets mangelhaft sei.

In einer Betrachtung über Computer-Diagnostik kommt PROPPE zu dem Schluß, daß die Computer-Diagnostik ein Arbeitsprogramm darstellt, das dem Patienten eine wesentlich wirksamere, individuell angepaßte ärztliche Hilfe sichert, als das bisher überhaupt möglich war. Ohne Computer-Diagnostik würde die weitere Entwicklung kaum mehr zu verantworten sein. Und daraus folgert PROPPE, daß im allgemeinen in naher Zukunft die Computer-Diagnostik zu einer Umgestaltung der ärztlichen Praxis führen wird, von deren fundamentalen Auswirkungen sich der Arzt heute kaum eine zutreffende Vorstellung zu machen vermag.

Einer der ersten, der die maschinelle Diagnostik routinemäßig bei Vorsorgeuntersuchungen einsetzte, war Professor Collen von der Kaiser Permanentestiftung in Oakland im US-Staat Kalifornien. Im Durchschnitt über 8o ooo Personen unterziehen sich seit dem Jahre 1951 jährlich im Großraum um die Bucht von San Franzisko einer freiwilligen Gesundheitskontrolle, die in drei Stunden klinische Untersuchungsmethoden, Labortests und einen psychologischen Test einschließen.

Die Erfassung und Analyse physikalisch-meßbarer Signale des menschlichen Organismus hat in der klinischen Medizin immer mehr an Bedeutung erlangt Die Fortschritte auf dem Gebiet der Elektrokardiogramm-Analyse durch den Computer sind so groß, daß seit Jahren schon die routinemäßige Auswertung im klinischen Bereich erfolgt.

Werden die klassischen zwölf Ableitungen benutzt und das EKG für 1o Sekunden aufgenommen, dann fallen dabei rund 3o ooo Meßwerte an. Die elektronische Analyse der Herzstromkurven erfordert zunächst die Umwandlung der Spannungswerte in Zahlenwerte, wobei natürlich störende Überlagerungsfrequenzen ausgefiltert werden. Das Strom-

bild wird in 25o bis zu 1 ooo Einzelpunkte zerlegt, deren Spannungshöhe gemessen und einem Digitalrechner als Zahlenreihe eingegeben werden. Bei der konventionellen EKG-Technik (mit 12 Ableitungen von verschiedenen Stellen der Körperoberfläche) ergeben sich damit pro Herzschlag 3 ooo bis 12 ooo Zahlenwerte.

Die Verarbeitungszeit von EKG-Programmen in der Mayo-Klinik liegt bei etwa 6o bis 8o Sekunden pro EKG, wobei die Zeit für die Aufnahme im Schnitt 8 Sekunden beträgt.

Wesentlich komplizierter als die Auswertung von EKGs ist die Beurteilung von Gehirnstromkurven (EEG). Die Analyse eines Elektroencephalogramms von nur 1o Sekunden Aufnahmedauer macht rund 2oo Millionen rechnerische Einzelschritte erforderlich. Immerhin ist es inzwischen gelungen, mit Hilfe der Technik der sogenannten Mittelwertbildung den Einfluß bestimmter Stimuli auf das Strombild der Gehirnaktivität zu erkennen. Bei dieser Technik werden genau definierte, kurzzeitige Reize optischer oder akustischer Art in exakten Abständen gesetzt.

In Houston, im US-Bundesstaat Texas, hat der Computer des Texas Institute of Rehabilitation and Research bei Schwerstkranken Herzstillstände von 7 bis zu 1o Sekunden registriert; Herzstillstände, die von dem ständig diese Patienten überwachenden Pflegepersonal nicht bemerkt worden waren.

Labor-Automatisierung

Im chemisch-klinischen Labor bedient man sich lange schon der Datenverarbeitung. Die vollautomatischen oder auch noch von Hand zu bedienenden Meßgeräte werden mit dem Computer verbunden, der nicht nur die Analysenergebnisse errechnet, sondern auch die fertigen Laborberichte schreibt. Der Computer greift steuernd in den Laborablauf ein und schaltet Analysengeräte ab, die falsche oder unerwartete Meßwerte liefern.

Eine medizinisch-technische Assistentin in einem gut ausgerüsteten Zentrallabor verbringt bis zu 5o % ihrer Zeit mit dem Berechnen, Korrigieren, Übertragen und Wiederauffinden von Analysenergebnissen. So ist es zu verstehen, weshalb gerade hier die Datenverarbeitung schon breiten Eingang gefunden hat.

Datenverarbeitung in der Blutbank

"Wir kämen nie auf die Idee, zum alten Blutspende-System zurückzukehren", so hatte es Professor Hoegmann, Direktor der Blutbank der Universitäts-Kliniken in Uppsala, formuliert. Das neue System, mit dem Professor Hoegmann das alte vergleicht, ist der computergesteuerte Transfusionsdienst, der inzwischen bis zu einem Viertel der 8 Millionen Schweden versorgt; zu dem jede Woche die Blutbanken melden, wieviele Spender sie brauchen, welche Blutgruppen benötigt werden und die Blutspender, die mit einer Blutabnahme an der Reihe sind. Niemand wird gebeten, der in den letzten sechs Wochen Blut gespendet hat; Frauen dagegen nicht vor Ablauf von acht Wochen. Der Computer berücksichtigt eine längere Erholungszeit, falls die letzte Hämoglobin-Bestimmung Werte unter dem höchsten Normalstand zeigte. Der Computer ist so programmiert, daß er Rücksicht nimmt auf die persönlichen Bequemlichkeiten für den Spender; es werden keine Spender ausgewählt, die im Begriff sind, einen Urlaub anzutreten; Spender werden auch nicht zu einer für sie unpassenden Tageszeit bestellt.

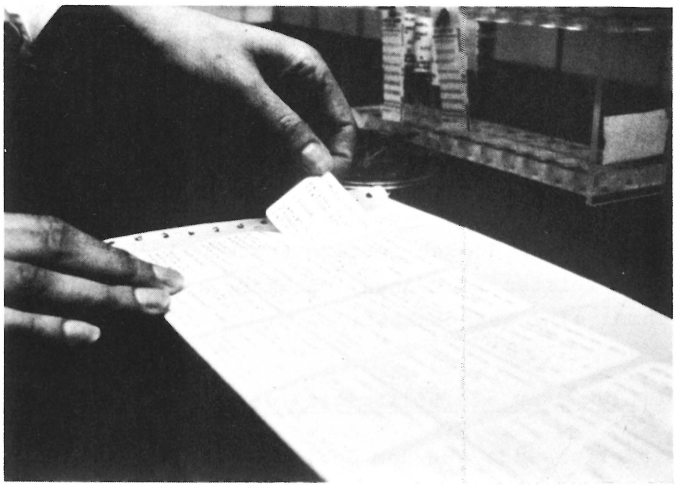


Abb. 4 Vom Computer beschriftete Aufkleber zur Probenidentifikation für das Labor.

Vor Einführung der Datenverarbeitung mußten bis zu 2o % der Blutkonserven weggeworfen werden, weil sie in der vorgeschriebenen Zeitspanne nicht verwendet werden konnten und deshalb nicht mehr verwendbar waren. Heute sind es nur noch 3 bis höchstens 5 %.

Die Blutbank in Uppsala gibt für die Datenverarbeitung pro Monat rund 1 ooo DM aus. Das entspricht dem Aufwand für einen Maschinen-Durchlauf pro Woche. Die Kosten für die Datenverarbeitung pro Bluteinheit belaufen sich auf etwa 7o Pfennig. Der Marktwert einer Bluteinheit dagegen liegt in Schweden zwischen 4o und 6o DM.

Die Blutbank von New York geht noch einen Schritt weiter. Auf Grund von statistischen Werten, gewonnen aus seit Jahren systematisch aufbereitetem

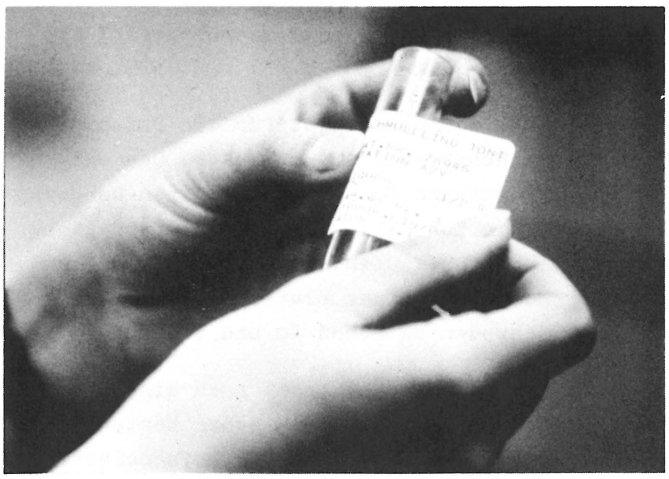
und gesammeltem Datenmaterial, werden für besonders verkehrsintensive Jahreszeiten oder auch entsprechende Wochenenden durch den Computer Vorhersagen erstellt, beispielsweise wieviel Blutkonserven in welchen Blutgruppen an welchen zentralen Punkten der Weltstadt am Hudson zur Verfügung stehen müssen, um den von dort aus zu versorgenden Verkehrsopfern erste und wirksame Hilfe leisten zu können. Makaber, aber nun eben einmal eine Gegebenheit.

Der Computer als Hilfsmittel der Therapie

Natürlich auch auf dem Gebiet der Therapie kann der Computer ein wertvolles Hilfsmittel sein: Die Verordnung von Arzneien stellt hohe Anforderungen an das Gedächtnis. Zu denken ist hier nicht nur an die Medikamente, deren Dosierung, sondern auch an die Berücksichtigung von Allergien und die Verträglichkeit mit anderen verordneten Medikamenten. Hier kann der Computer als Gedächtnisstütze dienen, indem er alle Informationen speichert und nach der Verordnung prüft, ob diese in der Art und in der Dosierung plausibel sind oder ob einschränkende Bedingungen dabei übersehen wurden.

Ein Datenverarbeitungssystem kann auch zur Auswahl der günstigsten Strategie herangezogen werden. Durch die Simulation verschiedener Ansätze und ihrer Auswirkungen kann so ein Test durch ein Modell ersetzt werden. Das Modell wird mit allen Parametern versehen, die dem speziellen Fall nahekommen. So ist die Wirkung eines Medikamentes auf ein bestimmtes Organ zu erproben, bevor es noch verabreicht worden ist. Praktische Erfahrungen wurden mit solchen Verfahren beispielsweise gesammelt bei der Simulation eines Lungenfunktionsmodells.

Abb. 5 So wird der Aufkleber auf das Probenröhrchen aufgebracht.



Seine Anwendung als eigentlicher Rechner findet der Computer in der Strahlentherapie, der Automatisierung der Bestrahlungsplanung, wenn beispielsweise für eine Tiefenbestrahlung die Oberfläche des menschlichen Körpers durch ein Bewegen der Strahlenquelle geschont werden soll. Hier ist eine wirklich optimale radiologische Therapie möglich, können doch die vielen Tausend notwendigen Rechenoperationen in Sekunden bewältigt werden. Der Computer kann dabei auch die Bewegung der Strahlenquelle steuern und Strahlendosis wie auch Strahlenart, Feldgröße und Anzahl der Fehler individuell festlegen.

Während im Falle der Laborautomatisierung Personalmangel und wirtschaftliche Überlegungen an erster Stelle stehen, gibt es aber auch Anwendungen wie beispielsweise die Narkoseüberwachung oder die Intensivpflege, für die auch der größte materielle Aufwand ganz einfach gerechtfertigt ist. Dazu gibt es dann tatsächlich keine Alternative.

Nach Angaben vornehmlich amerikanischer Autoren sterben der weitaus größte Teil der Patienten mit Herzinfarkten an Kreislaufschocks, an Herzversagen oder infolge infarktbedingter Arrhythmie. In einem Schock-Forschungszentrum an der Universität von Südkalifornien in Los Angeles konnte die Überlebensrate deutlich verbessert werden, nachdem von den Patienten Meßwerte wie EKG, Puls und Blutdruck unmittelbar in einen Computer eingegeben wurden. Über 2o solcher Parameter werden miteinander in Beziehung gesetzt, mit den vorherigen Werten verglichen und zu Grenzberechnungen verwendet, so daß kritische Zustände vorausgesagt werden können, noch bevor sie für den beobachtenden Arzt sichtbar werden.

Die elektronische Patientenüberwachung als solche hat nicht nur für die Intensivpflege besondere Bedeutung, sondern auch für die Chirurgie. So werden beispielsweise an der Neurochirurgischen Abteilung der Mayo-Klinik im St. Mary-Hospital in Rochester im US-Staat Minnesota Patienten während eines neurochirurgischen Eingriffs überwacht. Die Meßwerte oder die errechneten Werte werden auf Bildschirmen angezeigt. Der Narkosearzt kann sich durch Knopfdruck die Variable, beispielsweise EKG oder Blutdruck und Atmung, auswählen.

Die Patientenüberwachung dient auch der Forschung, werden doch die Verlaufswerte elektronisch gespeichert und anschließend mathematisch-statistisch ausgewertet, indem beispielsweise Herzvariable, venöser Blutdruck und arterieller Blutdruck miteinander korreliert oder auch mit der

Funktion lebenswichtiger Nervenzentren in Beziehung gesetzt werden.

Krankenhaus-Informations-System

Ein Ziel ist es, alle Bereiche im Krankenhaus zu einer organisatorischen Einheit zusammenzufassen. Dieser Zielsetzung entspricht das Krankenhaus-Informations-System, kurz "KIS" genannt. Dafür stehen eine Reihe von Programmsystemen zur Verfügung.

Eine der Hauptaufgaben eines Krankenhaus-Informationssystems ist das Erfassen aller Daten, auch aus den Wachstationen der Intensivpflege. Ein Beispiel für eine solche Anwendung eines Computers gibt das Institut für Medizinische Wissenschaften am Pazifischen Medizinischen Zentrum in San Franzisko. Der Computer erfaßt von jedem Patienten in den Intensivpflegestationen ständig mehr als 2o physiologische Werte, darunter Blutdruck, Atmung, Körpertemperatur und EKG. Aus diesen Daten kann der Computer, um nur zwei Beispiele zu nennen, die Menge von Blut errechnen, die mit jedem Herzschlag bewältigt wird und gleichermaßen das Lungenvolumen, entsprechend jedem einzelnen Atemzug. Über die Analyse der Daten, die beispielsweise bei Herzkatheterisierungen gewonnen werden, erwartet man über die zeitlichen Abläufe einen genaueren Aufschluß zu gewinnen. Erklärtes Ziel ist es, die Datenverarbeitung auch für die qualifizierte Auswahl der geeigneten Behandlungsmethoden nutzbar zu machen.

Grundsätzlich ist es möglich, Anwendungen für die Datenverarbeitung im Krankenhaus zu unterscheiden nach den fünf großen Bereichen:

1. Pflegebereich
   Unterkunft, Verpflegung, Hilfeleistungen
2. Behandlungsbereich
   Leistungen zur Diagnostik und Therapie
3. Versorgungsbereich
   Apotheke, Küche, Wäscherei, Heizung, Strom, Wasser, Materialversorgung
4. Verwaltungsbereich
   Rechnungswesen, Personalwesen, Disposition
5. Wissenschaftliche Grundlagenforschung

Viele Programmentwicklungen für diese Anwendungen sind amerikanischen Ursprungs. Um nur ein Beispiel zu nennen:
Die Medical Information System Programs (MISP) sind ein System von Programm-Modulen, die gleichermaßen wie Bausteine zusammengesetzt werden können, und von Programm-Funktionen, die auf Grund einer eingehenden Analyse der Anforderungen

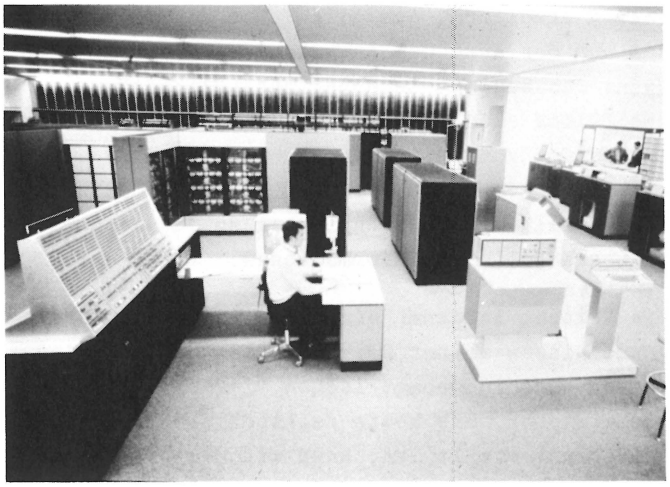


Abb. 6 Eine große Computerinstallation in Deutschland: Das Rechenzentrum des Instituts für Plasmaphysik der Max Planck-Gesellschaft in Garching.

entwickelt wurden, die in der modernen Krankenhausorganisation an Dateneingabe und Datenausgabe, an Informationsaustausch und Datenverarbeitung in zeitlicher und in qualitativer Hinsicht gestellt werden müssen.

Die Größenordnung einer solchen Programmentwicklung macht dieses Beispiel wohl deutlich: MISP, ein Programmpaket, das aus mehr als einhundert einzelnen Programmen besteht, deren Erstellung schon bis zum Ende des Jahres 1967 über 4o ooo Stunden, das entspricht mehr als 2o Mann-Jahren, erforderlich machte. Dieses Programmpaket wird heute von zahlreichen Kliniken in den USA und auch in Europa eingesetzt.

Die Diätkost für die Patienten zusammenzustellen ist schwierig, weil viele Bedingungen gleichzeitig zu berücksichtigen sind: Kaloriengehalt, das Verhältnis von Eiweiß/Fett/Kohlehydrate zueinander, Höchst- oder Mindesgehalt mancher Elemente, Vitamine oder Molekül-Gruppen, unterschiedliche Wiederholbarkeit bestimmter Geschmackskomponenten, Preise und jahreszeitliche Bedingungen.

Das Sara Mayo-Hospital in New Orleans, im US-Bundesstaat Louisiana, hat durch die Benutzung eines Computers die Zeit für die Menüplanung von acht Arbeitsstunden täglich auf vier Minuten und drei Sekunden reduziert. Das Hospital hat dabei eine zehnprozentige Reduktion der Einkaufskosten für Lebensmittel ausgewiesen.

Der Computer, ein Hilfsmittel der Zukunft

Die Beispiele für die Anwendung von Datenverarbeitungssystemen in der klinischen Medizin und in der medizinischen Forschung lassen sich be-

liebig erweitern. Aus allem aber wird deutlich, daß nur der Arzt den Anwendungsrahmen bestimmen kann. Das bedingt zunächst zusätzliche Mühe und zweifellos auch Ausgaben. Bald aber stellen sich Entlastung von zeitraubender Arbeit und Routine ein. Der effektive Wert der Datenverarbeitung in der Medizin ergibt sich vor allem aus den erzielten, zusätzlichen Informationen.

Die Zeiten, in denen ein einzelner Mensch das ganze Wissen seiner Zeit erfassen konnte, sind vorbei. Das in geometrischen Dimensionen anwachsende Wissen, das heute fachspezialisiert auf Experten verteilt ist, kann mit Hilfe der Computer gesichtet, verglichen, geordnet und nicht etwa zuletzt auch koordiniert werden, so daß es dem Wissenschaftler wieder voll verfügbar gemacht wird. Die Dokumentation mit Hilfe von Datenverarbeitungssystemen wird Forscher und Erfinder davor bewahren, zu erfinden, was andere längst ersonnen haben, und wird verhüten, daß neue Erkenntnisse verlorengehen.

Ärzte haben in dem Hilfsmittel Datenverarbeitung ein Instrument, das in absehbarer Zeit für die tägliche Arbeit ebenso unentbehrlich sein wird wie der Röntgenapparat, das chemische Analysengerät oder der Sterilisator oder ganz anders ausgedrückt: Dieses Hilfsmittel, der Computer, wird in einer absehbaren Zeitspanne so selbstverständlich angewandt werden wie beispielsweise heute das Telephon als Kommunikationsmittel.

Der Direktor der Medizinischen Gesellschaft von San Franzisko, Professor Lebo, hat sich eine recht drastische Philosophie zurechtgelegt, wenn er sagt, daß die datenverarbeitenden Techniken, so lange sie von Ärzten intelligent angewandt werden, der Medizin nur zum Vorteil gereichen werden. "Jeder Arzt, der fürchtet, vom Computer abgelöst zu werden, sollte sowieso abgelöst werden", meint Lebo.

Datenverarbeitungssysteme beeinflussen unsere automatisierte Technik und die soziale Struktur in einem Ausmaß wie keine andere Erfindung unseres industriellen Zeitalters. In der so frappierend kurzen Zeitspanne von drei Dezennien haben diese Anlagen eine solche Perfektion erreicht, daß man da und dort schon von einer "künstlichen Intelligenz" und von "denkenden Maschinen" spricht. Das müssen so lange Übertreibungen bleiben, so lange die landläufige Weite dieser Begriffe nicht durch präzise Definitionen begrenzt wird.

Ohne Zweifel jedoch zählen diese Maschinen zu den faszinierendsten Werkzeugen des Menschen. Doch sind sie eben nur Werkzeuge, anzuwenden in einem vom Menschen zuvor festgelegten Rahmen. Diese Hilfsmittel des Menschen werden zweifellos zu den maßgeblichen Gestaltungselementen unseres Zeitalters werden.

Das Phänomen der elektronischen Informationsverarbeitung ist seinem Wesen nach technischer Art, die Probleme aber, die es stellt, sind letztlich menschlicher Natur. Der Mensch muß lernen, dieses Werkzeug zu beherrschen, es voll einzusetzen und mit dessen Hilfe seiner eigenen Arbeit, seiner eigenen Leistung einen höheren Wert zu geben.

Das Interesse für diese "Gehirne der Automation" als einem der erregendsten Triumphe des Menschen, seines schöpferischen Denkens, ist auch hierzulande wach. Es umzusetzen in der medizinischen Grundlagenforschung, im klinischen Bereich und in der ärztlichen Praxis in Anwendungen für morgen, ist eine Aufgabe, die das Übermorgen stellt. Ohne diese Hilfsmittel ist auch in der Medizin dieses Übermorgen schwerlich vorstellbar.

Literaturverzeichnis

BÖSENBERG, W.A. (1967): Computer und Gesellschaft.
IBM Nachrichten

GALL, M.W. (1962): Informationsverarbeitung.
In: Elektro-Jahr 1961/62, Vogel-Verlag Würzburg.

GALL, M.W. (1968): "Computer in der Medizin".
Referat, 4. Delegiertenversammlung der Ärztekammer, Stuttgart.

GALL, M.W. (1969): Die Bedeutung der Datenverarbeitung für Diagnostik und Vorsorge.
Gesundheitspolitische Arbeitstagung der Industriegewerkschaft Metall, Referat Berlin.

GALL, M.W.: (197o): Computer verändern die Medizin. 2. Aufl.
332 Seiten, 51 Abb., A.W. Gentner-Verlag, Stuttgart.

GANZHORN, K. und WALTER, W. (1966):
Die geschichtliche Entwicklung der Datenverarbeitung.
In: Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1966, Verlag Georg Heidecker, Bad Windsheim.

GRIESSER, G. (1967): Forderungen der Medizin an die Datenverarbeitung.
Referat, IBM Seminar "Datenverarbeitung und Medizin", Oktober 1967, Bad Liebenzell.

HEUSS, Th. (196o): Briefwechsel mit dem Autor.
Hier: Brief vom 28. Januar 196o

HÖGMAN, C. (1968): Datenverarbeitung in der Blutbank.
Referat, Universitätskliniken von Uppsala, Mai 1968, Stockholm.

IMMICH, H. (1966): Klinische Diagnoseschlüssel. F.K. Schattauer, Verlag, Stuttgart 1966.

KOEPPE, P. (1968): Der Anschluß des Prozeßrechners IBM 18oo an einen Ganzkörper-Aktivitätszähler (Whole Body Counter). In: IBM Nachrichten, Oktober 1968, Sindelfingen.

LUNDBERG, B. (1968): MEDLARS im Karolinska-Institut in Stockholm. Referat, Seminar, Mai 1968, Stockholm.

PROPPE, A. (1967): Datenverarbeitung als Hilfsmittel der Diagnostik. Referat, IBM Seminar "Datenverarbeitung und Medizin", Oktober 1967, Bad Liebenzell.

REICHERTZ, P.: Das Problem der Computer-Diagnostik. In: Documenta Geigy, Automation in der Medizin, Biberach an der Riß.

SCHIPPERGES, H. (1968): Entwicklung moderner Medizin; Probleme, Prognosen, Tendenzen. In: Schriftreihe der Bezirksärztekammer Nordwürttemberg Nr.1o, A.W. Gentner-Verlag, Stuttgart, 1968.

SCHNEIDER, B. (1968): Computereinsatz zur medizinischen Diagnostik. In: Die Berliner Ärztekammer, Oktober 1968, Berlin.

STEINBUCH, K. (1968): Falsch programmiert. Über das Versagen unserer Gesellschaft in der Gegenwart und vor der Zukunft und was eigentlich geschehen müßte. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart.

WAGNER, G. (1966): Computer - Hilfsmittel der modernen Medizin. In: IBM Nachrichten, Dezember 1966, Sindelfingen.

WHITEHEAD, T.R. (1968): Teleprocessing and Biochemistry. Department of Biochemistry, Queen Elizabeth-Hospital, Birmingham, Seminar Mai 1968, Stockholm.

Anschrift des Verfassers:

Manfred W. Gall
7o3o Böblingen
Kniebisstr. 28

Ein Beitrag zur Frage der Parameterschätzung bei ungleichen Häufigkeiten

Von K. Ehrendorfer

Zusammenfassung

An einem einfachen Zahlenbeispiel eines zweifaktoriellen Versuches mit ungleicher Klassenbesetzung wird deutlich, daß die Errechnung der SQ-Werte nach SNEDECOR nur eine Näherung darstellt; es ergibt sich für die Wechselwirkung ein negativer SQ-Wert. Im Vergleich dazu werden die Versuchsergebnisse nach dem iterativen Verfahren von STEVENS und nach dem Modell der multiplen Regression ausgewertet, wobei vollkommene Übereinstimmung der Ergebnisse gezeigt wird. Das Modell der multiplen Regression sollte für die Parameterschätzung in nicht orthogonalen Versuchen mehr als bisher Verwendung finden.

Summary

By using a simple set-up of a 2 factor trial with unequal classnumbers a demonstration revealed that the estimation of sums-of-squares due to SNEDECOR is only a approximation. For the interaction, a negative s.s.-value is the result. In addition to this demonstration, the trial results were computet again using an iterative technique of STEVENS as well as a multiple regression model which gave a good fit. As a result of this comparisons it was seen that multiple regression should be used for the estimation of parameters in non-orthogonal designs more than is usual at present.

Über die Problematik der varianzanalytischen Auswertung von nicht orthogonalen Versuchen ist in der Literatur wiederholt berichtet worden (STEVENS 1948, RASCH 196o, SIMON und THIELE 1961, CUNNINGHAM 197o u.a.). Die in diesen Arbeiten angewandten Methoden sind einerseits Approximationsmethoden (SNEDECOR 1956, KENDALL 1951, KRAMER 1955), andererseits sind es iterative Verfahren (YATES 1934, STEVENS 1948, HARTLEY and RAO 1967) oder basieren auf Modellansätzen multipler Regressionen (WOOD 1966, HARVEY 1968, LEWIS 1968, CUNNINGHAM 197o).

Die Näherungsverfahren werden vielfach wegen ihrer Einfachheit verwendet, wenn man auch weiß, daß damit nicht ganz exakte Ergebnisse zu erzielen sind. Das Ausmaß der Unkorrektheit der mit solchen Verfahren errechneten Ergebnisse in zwei- oder mehrfaktoriellen nicht orthogonalen Versuchen bleibt in den meisten Fällen unbekannt und kann auch nicht unmittelbar abgeschätzt werden. Es kann aber, wie im Folgenden ein Beispiel aus der Pflanzenernährung zeigt, u.U. die Abweichungsquadratsumme (SQ) für die Wechselwirkung (zweifache) nicht nur sehr klein oder Null, sondern sogar negativ werden, sofern sie als Differenz zwischen der SQ der Versuchsglieder gesamt und den SQ-Werten der beiden Hauptwirkungen gebildet wird; für einen auf diesem Wege unrichtig errechneten SQ-Wert einer dreifachen Wechselwirkung gibt STEVENS (1948) ein Beispiel. In solchen Fällen ist die Unkorrektheit offensichtlich. Dazu ein Beispiel aus einem N-K-Düngungsversuch zu 2-jährigen Fichten, deren Nadeln auf ihren K-Gehalt untersucht wurden (STERBA 197o).

Varianzanalyse (1)

	SQ	FG	DQ	F	P
zw.d.Dgst.	22.381,o5	3	7.46o,35	424,4	<<o,oo1
inh.d.Dgst.	333,96	19	17,577		
Total	22.715,o1	22			

Versucht man die Streuung zwischen den Düngungsstufen in die beiden Hauptwirkungen und die Wechselwirkung zu zerlegen, so findet man für

$$SQ_N = \frac{911{,}98^2}{12} + \frac{767{,}2o^2}{11} - \frac{1679{,}18^2}{23} = 224{,}39$$

und analog dazu für SQ_K 22.312,14, woraus sich sofort erkennen läßt, daß eine Unkorrektheit vorliegen muß; für SQ_{WW} ergäbe sich ein negativer Wert (-155,48).

Mit Hilfe des iterativen Verfahrens nach STEVENS (1948) läßt sich die Wechselwirkung ausschalten; die verbleibende SQ zwischen den Düngungsstufen wird dadurch kleiner, und zwar um den Wert der SQ_{WW}. Der Rechenaufwand dafür ist entsprechend groß; dies ist ein wesentlicher Grund, warum man sich vielfach bei der Versuchsauswertung mit einem Näherungsverfahren begnügt.

Nach dem Verfahren von STEVENS ergeben sich in diesem Beispiel folgende Werte für die Konstanten:

gemeinsame Konstante

$m = 44{,}9006$

Stickstoff-Konstante (Effekt) $i = 0{,}1$

$a_0 = 0;\ a_1 = -3{,}4258$

Kalium- Konstante (Effekt) $j = 0{,}1$

$b_0 = 0;\ b_1 = +62{,}1959$

Aus diesen Konstanten ergeben sich aus der Formel

$$\bar{x}_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j \quad (1)$$

für die Versuchsglieder Mittelwerte, die keine Wechselwirkung zwischen dem Stickstoff- und Kaliumeffekt enthalten:

N_0K_0:
$\bar{x}_{0,0} = 44{,}9006 + 0{,}0000 + 0{,}0000 = 44{,}9006$

N_0K_1:
$\bar{x}_{0,1} = 44{,}9006 + 0{,}0000 + 62{,}1959 = 107{,}0965$

N_1K_0:
$\bar{x}_{1,0} = 44{,}9006 + (-3{,}4258) + 0{,}0000 = 41{,}4748$

N_1K_1:
$\bar{x}_{1,1} = 44{,}9006 + (-3{,}4258) + 62{,}1959 = 103{,}6707$

Die SQ dieser Mittelwerte (SQ_{N+K}) hat 2 Freiheitsgrade, die den beiden Hauptwirkungen zuzuordnen sind. Die Differenz zur SQ zwischen den Düngungsstufen (VA (1)) entspricht der Wechselwirkungsstreuung mit 1 FG. Die Varianzanalyse läßt sich damit in folgender Weise fortführen:

Varianzanalyse (2)

	SQ	FG	DQ	F	P
N- und K-Wirkung	22.379,35	2	11.189,68	636,6	<<0,001
Wechselwirkung	1,70	1	1,70	0,097	>0,7
inh. d. Dgst.	333,96	19	17,557		
Total	22.715,01	22			

Es ist bemerkenswert, daß die Schätzgröße der Wechselwirkungsvarianz sehr klein ist.

Eine Möglichkeit, die beiden Hauptwirkungen zu trennen, ergibt sich durch Differenzbildung zwischen der SQ_{N+K} und der SQ_N bzw. der SQ_K, wobei man die zu prüfende Hauptwirkung an Hand der Differenz testet; vgl. dazu auch LINDER (1964) S. 195 oder SEARLE (1966) S. 280 ff.

In diesem Beispiel ist die N-Wirkung wesentlich kleiner als die K-Wirkung. Da beide zusammen ganz sicher signifikant sind (P <<0,001), wäre vor allem zu prüfen, ob die N-Wirkung signifikant ist.

$$SQ_{Diff.N} = SQ_{N+K} - SQ_K$$
$$= 22.379{,}35 - 22.312{,}14$$
$$= 67{,}21$$

Varianzanalyse (3)

	SQ	FG	DQ	F	P
Differenz f. N	67,21	1	67,21	3,824	<0,1
K-Wirkung	22.312,14	1	22.312,14		
Wechselwirkung	1,70	1	1,70	0,0967	>0,7
inh. d. Dgst.	333,96	19	17,557		
Total	22.715,01	22			

Damit ist für die N-Wirkung P < 0,1, ein Wert, der im allgemeinen als nicht signifikant oder vielleicht als Tendenz zu interpretieren wäre. Wollte man auch die K-Wirkung unmittelbar testen, so müßte man die Differenz $SQ_{N+K} - SQ_N$ bilden,

$$SQ_{N+K} - SQ_N = 22.379{,}35 - 224{,}39$$
$$= 22.154{,}96$$

wofür sich ein F-Wert von 1261,89 ergibt (P <<0,001).

Dem gegenüber erlaubt das Modell der multiplen Regression, basierend auf dem Schätzverfahren der "Kleinsten Quadrate", gleichzeitig sowohl für die Wechselwirkungen als auch für die Hauptwirkungen die Frage nach der Größe der Effekte und ihrer Wahrscheinlichkeit zu lösen. Bei der Varianzanalyse wird die Variation der Mittelwerte $\bar{x}_{ij}$ ausgehend von einem allgemeinen Mittelwert (μ), durch die Abstufung der Faktoren, in diesem Beispiel Stickstoff (α_i) und Kalium (β_j), und durch deren Wechselwirkung ($\alpha\beta_{ij}$) angenommen,

$$\bar{x}_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} \quad (2)$$

Zur Auflösung dieses Modellansatzes mit Hilfe der multiplen Regression ist es notwendig, Koeffizienten für jeden Faktor einzusetzen und daraus die Koeffizienten-Matrix X zusammenzustellen.*

In dem vorliegenden Beispiel wurde für die beiden Stufen der Faktoren N und K jeweils -1 und +1 eingesetzt, für die Wechselwirkung das Produkt der Koeffizienten der Hauptwirkungen und für den Faktor des allgemeinen Mittelwertes jeweils +1. Daraus ergibt sich für die 23 Beobachtungen des vorliegenden Beispiels folgende Koeffizienten-

* Für zahlreiche diesbezügliche Hinweise bin ich Herrn Dr. H. GEIDEL (Hohenheim) sehr zu Dank verpflichtet.

Tabelle 1

Kaliumgehalte in den Nadeln 2-jähriger Fichten; Ergebnisse für die N- und K-Steigerung aus einem NPK-Gefäßdüngungsversuch; die Analysendaten sind 1/1o Promille K in der Trockensubstanz.

	n	Einzelwerte						Summen	Mittelwerte
N_oK_o	6	4o,35	4o,8o	41,39	49,51	49,41	49,5o	27o,96	45,16o
N_oK_1	6	1o6,4o	1o9,56	11o,3o	1o8,56	1o5,9o	1oo,3o	641,o2	1o6,837
N_1K_o	6	36,56	37,14	37,5o	45,49	45,37	45,23	247,29	41,215
N_1K_1	5	1o3,o2	1oo,38	1o4,35	1o2,27	1o9,89		519,91	1o3,982

matrix X. Ihr sind die Versuchsergebnisse (K-Gehalte), die in Tab. 1 angeführt sind, als Vektor x (Datenvektor) gegenübergestellt.

Dabei werden im Sinne der multiplen Regression die Faktoren als die unabhängigen Variablen aufgefaßt mit den in der Koeffizientenmatrix enthaltenen Einzelwerten, und die K-Gehalte als Zielgröße. Mit Hilfe des Matrizenproduktes $X' \cdot X$, das alle Quadrat- und Produktsummen der Koeffizienten enthält, und dem Produkt der transponierten Koeffizientenmatrix und dem Datenvektor $X' \cdot x$ ergibt sich unmittelbar das System der Normalgleichungen, wobei die zu ermittelnden Schätzwerte (m, a, b, ab) zum Vektor b zusammengefaßt werden

$$(X' \cdot X) \cdot b = X' \cdot x \qquad (3).$$

Im vorliegenden Beispiel haben die 4 Gleichungen dieses Systems folgende Form:

$$\begin{aligned} 23\,m - a - b - ab &= 1679{,}18 \\ -m + 23a - b - ab &= -144{,}78 \\ -m - a + 23b - ab &= 642{,}68 \\ -m - a - b + 23ab &= -97{,}44 \end{aligned}$$

Nach Auflösung des Gleichungssystems über die inverse Matrix des Matrizenproduktes läßt sich der Vektor b für die Schätzwerte der Parameter nach der Formel

$$b = (X' \cdot X)^{-1} \cdot X' \cdot x \qquad (4)$$

errechnen. Im Sinne des multiplen Regressionsmodells sind dies die partiellen Regressionskoeffizienten der einzelnen Faktoren (unabhängigen Variablen). Zusammen mit den Streuungsmaßnahmen lassen sich die Wahrscheinlichkeiten für postulierte Hypothesen errechnen. Tabelle 3 enthält t-Werte und Wahrscheinlichkeiten für die Nullhypothese.

Die P-Wertschätzung auf Grund des t-Testes läßt sich für die drei Faktoren N-Düngung, K-Düngung und NK-Wechselwirkung unmittelbar mit den Ergebnissen des F-Testes vergleichen, die in der VA (3) und im anschließenden Test für die K-Düngung erhalten wurden. Für $FG_1 = 1$ ist $F = t^2$; es zeigt sich nahezu vollkommene Übereinstimmung.

Die Schätzwerte stimmen in ihrer Größe mit den nach STEVENS errechneten Konstanten gut überein; wenn man berücksichtigt, daß nach STEVENS die Konstanten bei vorliegendem Ansatz den ganzen Effekt, nach den

Tabelle 2

Koeffizientenmatrix X und Datenvektor x für das Beispiel eines zweifaktoriellen Versuches mit Wechselwirkung

Parameter		μ	α	β	αβ		
Schätzwerte		m	a	b	ab		
Faktoren		allgem. Mittelw.	Stick-stoff	Kalium	Wechsel-wirkung		
N_oK_o		1	-1	-1	1		4o,35
		1	-1	-1	1		4o,8o
		1	-1	-1	1		41,39
		1	-1	-1	1		49,51
		1	-1	-1	1		49,41
		1	-1	-1	1		49,5o
N_oK_1		1	-1	1	-1		1o6,4o
		1	-1	1	-1		1o9,56
		1	-1	1	-1		11o,3o
		1	-1	1	-1		1o8,56
		1	-1	1	-1		1o5,9o
	X =	1	-1	1	-1	x =	1oo,3o
N_1K_o		1	1	-1	-1		36,56
		1	1	-1	-1		37,14
		1	1	-1	-1		37,5o
		1	1	-1	-1		45,49
		1	1	-1	-1		45,37
		1	1	-1	-1		45,23
N_1K_1		1	1	1	1		1o3,o2
		1	1	1	1		1oo,38
		1	1	1	1		1o4,35
		1	1	1	1		1o2,27
		1	1	1	1		1o9,89
		Koeffizientenmatrix					Datenvektor

Koeffizienten in Tabelle 2 die Parameterschätzungen aber nur den halben Effekt angeben. Vollkommene Übereinstimmung wäre nur zu erreichen, wenn der Faktor Wechselwirkung beim Ansatz der multiplen Regression unberücksichtigt bliebe. Dann wäre a = -1,7129, b = 31,09794 und m = 74,2854, das entspricht genau den STEVENS-Konstanten (-3,4258 = -1,7129 · 2 ;
62,1959 = 31,09794 · 2 ;
44,9006 + (-1,7129) + 31,0979 = 74,2856).

Tabelle 3

Schätzwerte der Parameter für die Faktoren allgem. Mittelwert, N-Düngung, K-Düngung und NK-Wechselwirkung mit ihren Streuungsmaßen und Wahrscheinlichkeiten der Nullhypothese.

Faktoren		Schätzwerte	t-Wert	FG	P
allgem. Mittelwert	(m)	74,2984 ± 0,8769	84,727	19	<<0,001
N-Düngung	(a)	- 1,6999 ± 0,8769	1,939	19	<0,1
K-Düngung	(b)	31,1109 ± 0,8769	35,477	19	<<0,001
NK-Wechselwirkung	(ab)	0,2726 ± 0,8769	0,311	19	>0,7

Mit den Parameterschätzwerten läßt sich auch die Struktur der Versuchsgliedermittelwerte deutlich machen:

N_0K_0:
$\bar{x}$ = 74,2984 -(-1,6999)- 31,1109+0,2726 = 45,1600

N_0K_1:
$\bar{x}$ = 74,2984 -(-1,6999)+ 31,1109-0,2726 =106,8367

N_1K_0:
$\bar{x}$ = 74,2984 +(-1,6999)- 31,1109-0,2726 = 41,2150

N_1K_1:
$\bar{x}$ = 74,2984 +(-1,6999)+ 31,1109+0,2726 =103,9820

Diese Mittelwerte sind, entsprechend dem Modellansatz (2), den Mittelwerten in Tab. 1 gleich.

In dem Maße heute für Modelle multipler Regressionen EDV-Programme vorhanden sind, lassen sich auf diesem Wege auch umfangreichere nicht orthogonale Versuche varianzanalytisch auswerten, ohne evtl. Approximationsfehler in Kauf nehmen zu müssen. Dabei ist die Flexibilität hinsichtlich verschiedener Gruppierung und Aufnahme bzw. dem Eliminieren von Faktoren groß. Es ist zu erwarten, daß damit Irrtümer und Fehlentscheidungen, wie sie bei Näherungsverfahren immer wieder vorkommen können, mehr als bisher vermieden werden.

Literaturverzeichnis

CUNNINGHAM, E.P. (1970): A program for large-scale non-orthogonal analysis of variance and covariance. Applied Statistics 19, 160-172

HARTLEY, H.O. and J.K.N. RAO (1967): Maximum-likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. Biometrika 54, 93-108

HARVEY, W.R. (1968): Instructions for use of LSMLGP (least-squares and maximum likelihood general purpose program). Mimeograph report.zit.n.CUNNINGHAM 1970

KENDALL, M.G. (1951): The advanced theory of statistics. Vol.II. 3rd Edition, Hafner Publ. Co., New York

KRAMER, C.Y. (1955): On the analysis of variance of a two way classification with unequal subclass numbers. Biometrics 11, 441-452

LEWIS, J.A. (1968): A program to fit constants to multiway tables of quantitativ and quantal data. Applied Statistics 17, 33-41

LINDER, A.(1964): Statistische Methoden. 4.Aufl. Birkhäuser-Verlag Basel und Stuttgart

RASCH, D. (1960): Probleme der Varianzanalyse bei ungleicher Klassenbesetzung. Biom.Zeitschrift 2, 194-203

SEARLE, S.R. (1966): Matrix algebra for the biological sciences (Including applications in statistics). John Wiley & Sons, Inc., New York - London - Sydney

SIMON, K.H. und H. THIELE (1961): Die Auswertung eines Kiefernkulturversuches mit Hilfe der mehrfachen Varianzanalyse bei ungleicher Besetzung der Untergruppen mit Beobachtungen. Biom. Zeitschrift 3, 92-112

SNEDECOR, G.W. (1956): Statistical methods. 5th Edition, Iowa State College Press, Ames, Iowa

STERBA, H. (1970): Persönliche Mitteilung von Versuchsergebnissen NPK-Gefäßdüngungsversuch "FIKA 66".

STEVENS, W.L. (1948): Statistical analysis of a non-orthogonal tri-factorial experiment. Biometrika 35, 346-367

WOOD, P.D.P. (1966): A suggested computer technique for the analysis for non-orthogonal data in a multiway table. The Statistician 16, 297-303

YATES, F. (1934): The analysis of multiple classifications with unequal numbers in the different classes. J. Amer. Statistic Ass. 29, 51-66

Anschrift des Verfassers:
tit.a.o. Prof.Dr. K. Ehrendorfer
Institut für Pflanzenbau
und Pflanzenzüchtung
der Hochschule für Bodenkultur
A-1180 Wien
Gregor Mendel-Str. 33

Computer Simulation and Information Systems in Radiologic Departmental Operations (II)

Von G. S. Lodwick

SIMULATION

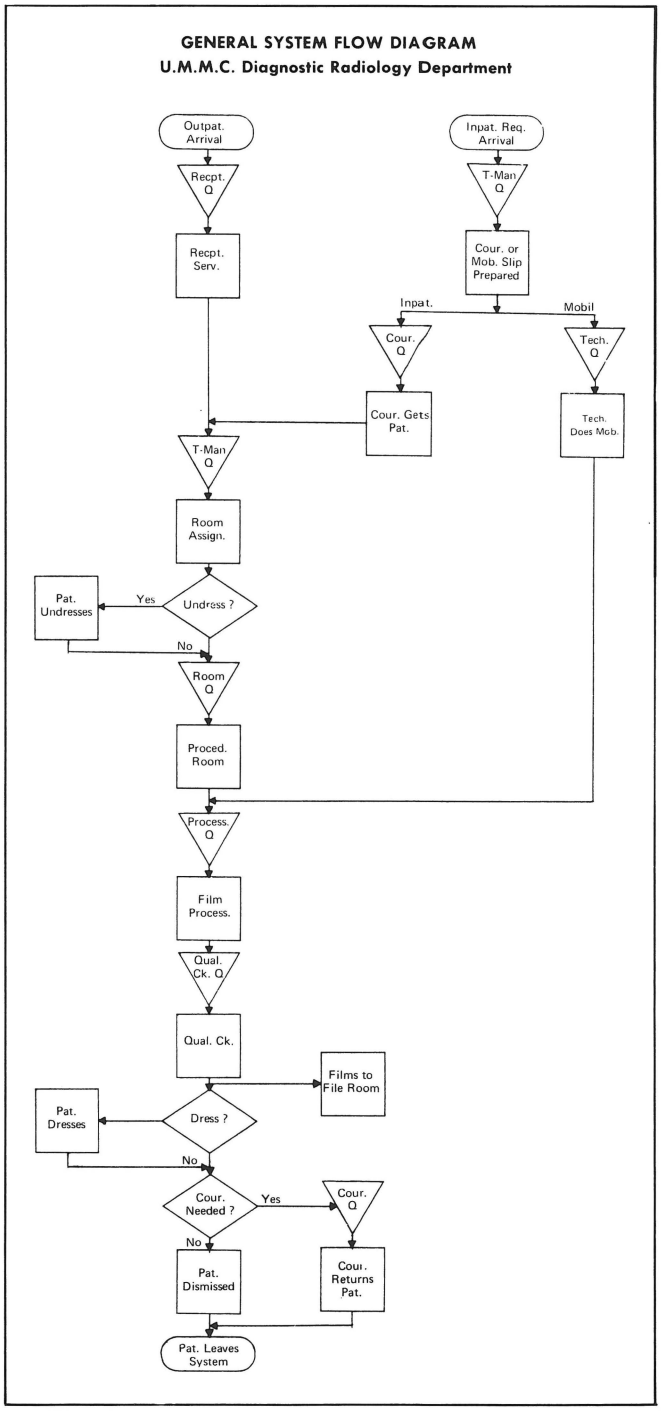
Our staff has long been fascinated by the approach which industry has applied to long-range planning, through the use of computer simulation. In recognition of the need for better planning of radiological facilities, and for better function within existing facilities, the Departments of Radiology and Industrial Engineering have combined resources to carefully study the existing program, and to develop a simulation model of the existing department which would be characterized by the quality of universality which would make its application possible elsewhere. This concept was presented in a proposal for research support to the USPHS which was awarded three years of support to study this problem (HM-00477). This report is to present a partial description of the efforts in this area.

DIAGNOSTIC RADIOLOGY DEPARTMENT SIMULATOR

Our approach to the construction and testing of a simulator of the Department of Radiology has been to model the department itself, including only that portion relating to the flow of patients through the department. The simulator is programmed in GPSS-360, and the other two programs in Fortran-IV. Innumerable models and stages have been evolved in the study of this system, and the efforts of getting the various components to function properly have required repeated re-examination of scheduling algorithms and patient and information flow patterns, which has done much to clarify and improve the operational logic of our department. Hopefully, our models are sufficiently generalized that their use can be adapted to similar departments.

In developing a simulator for the Diagnostic Radiology Department, we established that there were four types of flow through the department: (1) the patient flow, which is a mixture of in-patients, out-patients, emergency patients, and/or employees; (2) the personnel, which includes technologists, escorts, clerks, traffic regulators, and receptionists (the activities of the radiologist are not included in the current model of the simulator); (3) the consultation request, which specifies the name, location and financial classification of the patient, the kind of examination to be performed and some other kinds of information such as the clinical data; and (4) the films which comprise the product of the interaction between the patient and the

Figure 2



system. These four kinds of flow may be followed throughout the entire system: each having separate origin; two or more joining at some point to flow concurrently; separating again according to the logic of the production line; returning to start to be repeated on occasion; or exiting from the system as the patient and the product, i.e. the radiographic examination and the consultation request from the referring physician. With exception of the escorts who accompany patients and technologists who leave the department to carry out mobile examinations, personnel remain within the melieu of the department.

To develop a simulator, every function of the examining process must be modeled, requiring that all functional elements of the examination be included in the model. These include waiting rooms, dressing rooms, x-ray rooms, darkrooms and film processors, and the file room. At stages within each of the four types of flow, queues form. For example, a patient queue may form in the waiting area, either at the receptionist or at the station of the traffic supervisor who introduces the patient into the examining process. A queue forms to admit the patient into the examining room, and where more than one examination is required, a queue may form for the second examining room. Concurrently, the consultation request is passing through a series of queues; at the receptionist, for the person who regulates traffic flow, for an escort, or for a mobile examination, or for the technician. Similar queues are formed for departmental personnel and for the x-ray film. The simulator, therefore, must take into consideration all patterns of flow, the kinds and locations of queues, and must also consider the minimum, average and maximum times (and their distributions) which are necessary for any function to be completed. Evidently, a simulator must duplicate in intimate detail every significant interaction within the department, to the end, that the patient is examined and returned to his station, and that an acceptable, appropriate set of films be produced as the output of the system.

The production of a simulation model requires the most intimate painstaking kind of analysis of the whole interactive process and is by no means an easy task. Data must be gathered for every phase of departmental operation in order to develop accurate simulator input. Representative of these data are times for receptionist activities, procedure times, single and multiple procedures and their relative percentages, patient delays at various service points, film processing times and courier times.

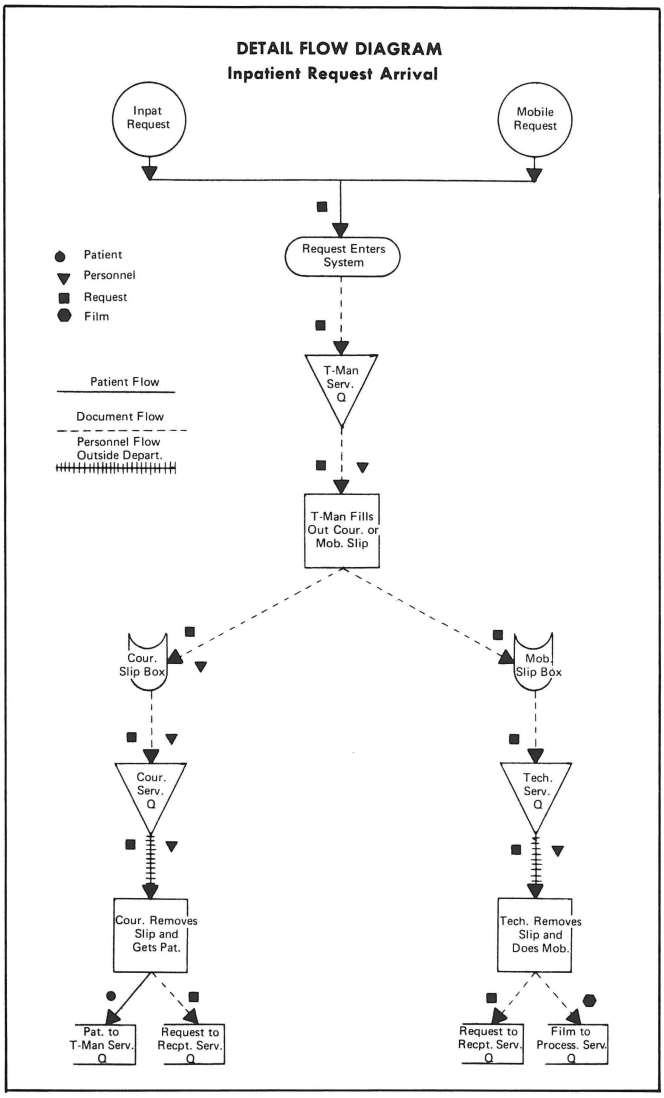
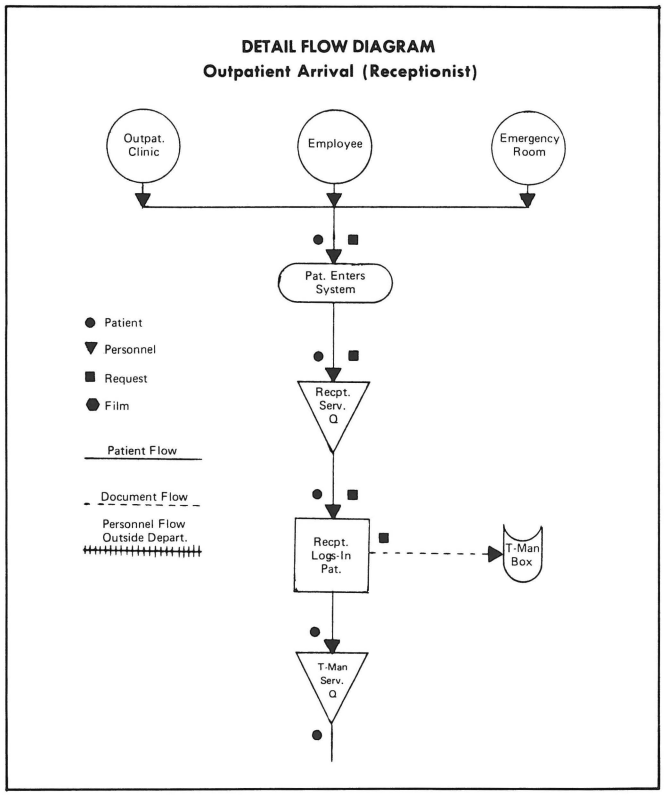


Figure 3

Figure 4



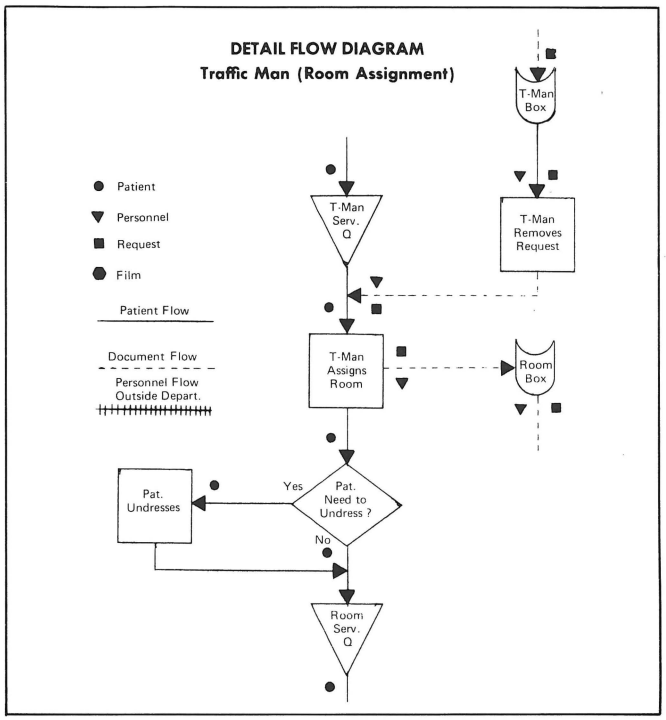


Figure 5

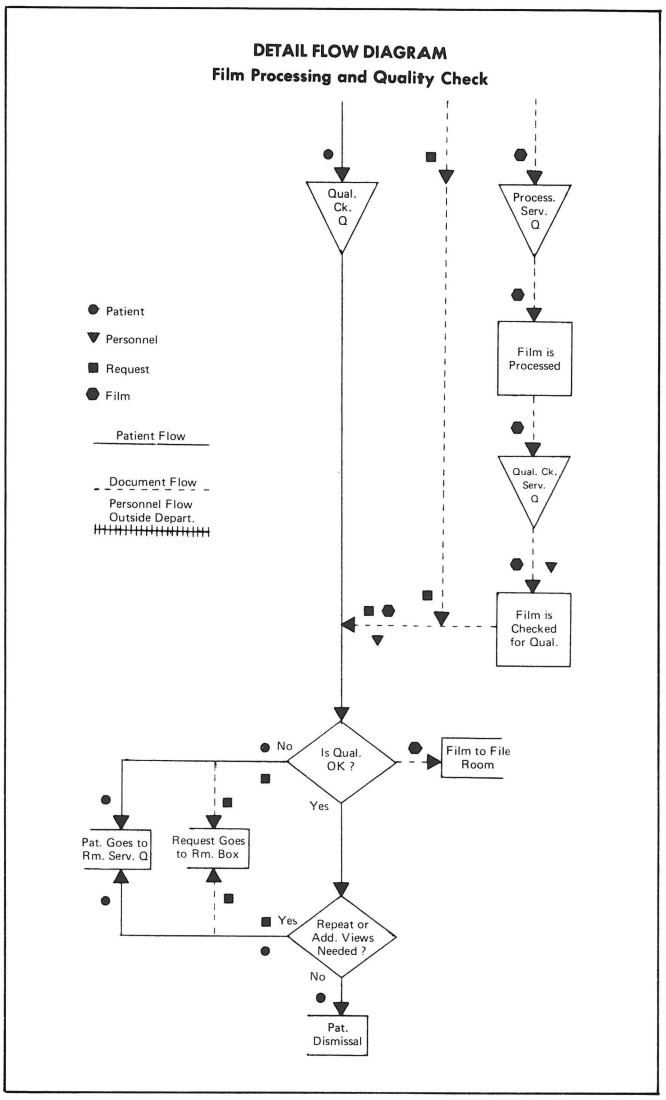


Figure 6

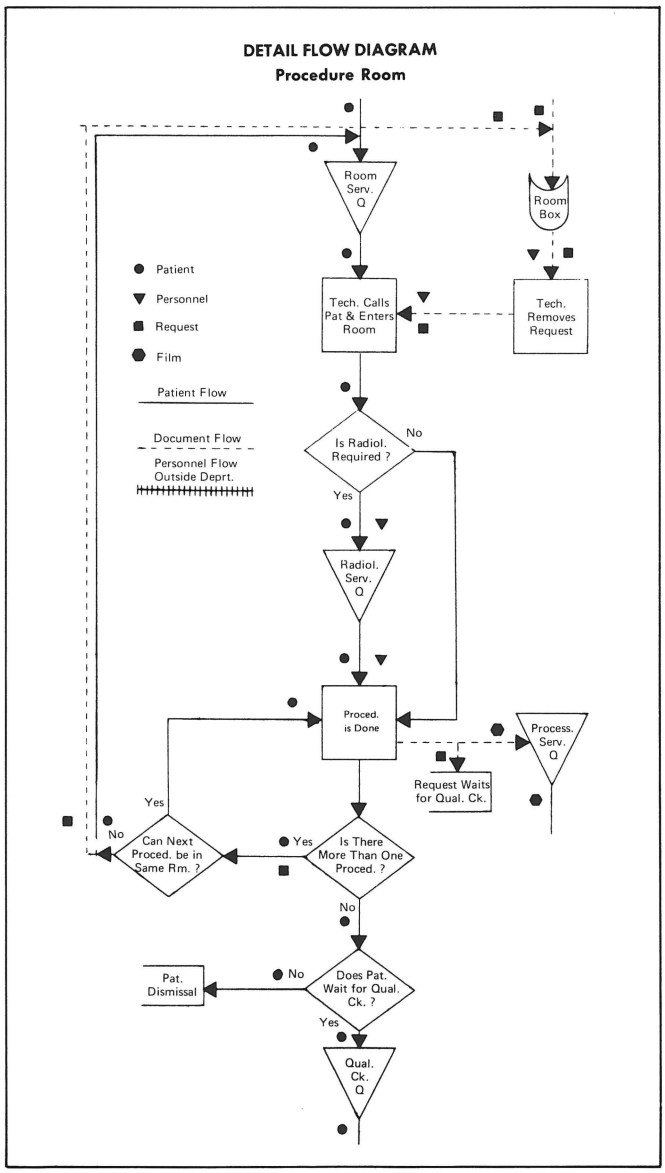


Figure 7

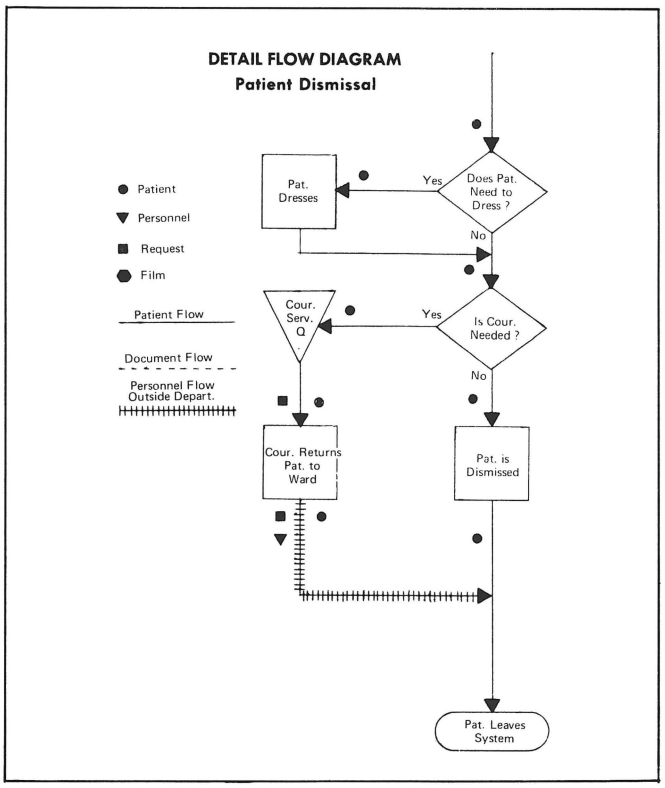


Figure 8

Figure 2 represents the general system flow diagram for the University of Missouri Diagnostic Radiology Section. There is nothing unique about this flow diagram, it might well fit the majority of radiology departments. While it may be at variance with other departments, due to differences in organizational patterns, the principal variables are the distribution of times required to complete various functions. Other variables which differ materially from department to department include numbers and the kinds of x-ray rooms, which obviously will affect both the speed and the volume of patient and information flow through the system. The more intimate details of the simulator are reflected in the series of detailed flow diagrams illustrated in Figures 3-8, the first of which reflects the flow of the consultation requests for in-patients, either as transportable patients or those which require a mobile procedure. Figure 4 is the detailed flow diagram for arriving out-patients, including out-clinic or the emergency room patients and employees. The detailed flow diagram which depicts the traffic regulator who assigns patients to specific rooms, and who supervises and expedites the flow of patients through the examining process, is shown in Figure 5.

The interacting patterns of flow through the procedure rooms, a complex inter-relationship between the patient, the technologist, the radiologist, the consultation request, and the film which now for the first time enters the system are shown in Figure 6. Figure 7 details film processing and quality control. Quality is checked by a qualified person, usually the technologist or the radiologist who performed the examination. If the film meets quality standards, the patient may then leave the system; if not, both the patient and the request re-enter appropriate queues in order to have the examination repeated. Finally, Figure 8 depicts the detailed flow diagram for dismissal of the patient. Here, if necessary, the patient enters a dressing room, and later, if an escort is required, enters the courier service queue.

It is re-emphasized that successful modeling and simulation of the complex interactive process of providing more than 7o kinds of radiographic examinations, is very exacting and a time consuming affair. For a number of reasons, including replacement of key professional personnel, changes in methods and procedures, changes of departmental policy, the requirement of collecting additional data, and the repeated debugging of complex simulation programs written in GPSS-36o; the accomplishment of producing a simulator which accurately models the real department has taken nearly four years. Not the least of our problems has been application and use of the special simulator language, where because of the size of the program and other technical factors, literally months of delay were encountered in getting this language to compile properly. We were aware of operational inconsistencies which we could not adequately explain, yet it was most

Table 1: Simulator Validation Based Upon Patient Time in System (Time noted in minutes)

	In-patient	Out-patient	Em-ployee
June 5			
Actual	65.o	66.1	45.2
Simulated	61.7	48.9	7.3
Difference	3.3	17.2	37.9
June 9			
Actual	69.8	99.6	33.6
Simulated	65.2	71.4	6.2
Difference	4.6	28.2	27.4
June 1o			
Actual	58.8	66.8	29.9
Simulated	52.9	49.5	7.5
Difference	5.9	17.3	22.4
June 11			
Actual	64.7	7o.9	33.o
Simulated	7o.3	4o.5	6.8
Difference	-5.6	3o.4	26.2

Table 2: Simulator Validation Based Upon Patient Time in System Adjusted for the Departmental Policy Change (Time noted in minutes)

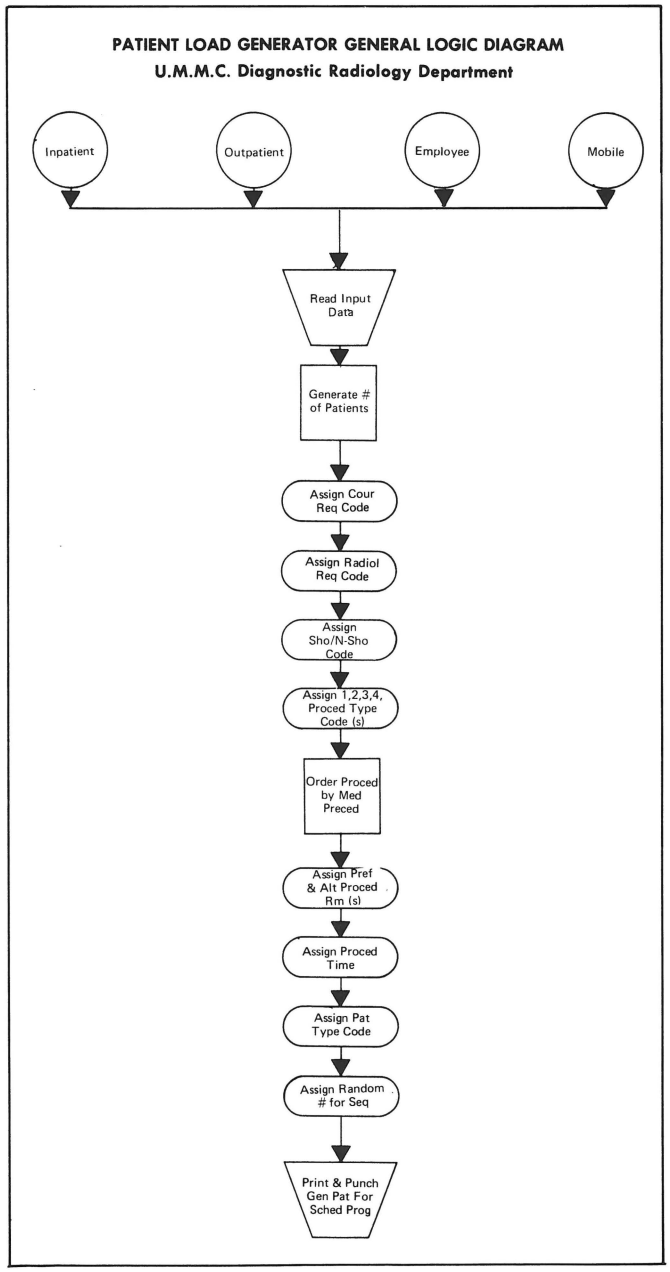
	In-patient	Out-patient	Em-ployee
June 5			
Actual	65.o	66.1	45.2
Simulated	61.7	71.o	34.6
Difference	3.3	-4.9	1o.6
June 9			
Actual	69.8	99.6	33.6
Simulated	65.2	93.5	33.5
Difference	4.6	6.1	o.1
June 1o			
Actual	58.8	66.8	29.9
Simulated	52.9	71.6	34.8
Difference	5.9	-4.8	-4.9
June 11			
Actual	64.7	7o.9	33.o
Simulated	7o.3	62.6	34.1
Difference	-5.6	8.3	-o.9

difficult to convince the specialists who created this special language that intrinsic inconsistencies were present. Ultimately, through much communication, travel, effort, repeated consultations and re-trials, the "bugs" were identified and corrected.

VALIDATION OF THE SIMULATOR

The effectiveness of a simulator may be proved basically by one of two methods. The first method is to establish "face validity", that is, to study the product of the simulator in detail to assure that it makes sense. Particularly, queues must be examined to assure that they are of appropriate length and that they do in fact form at intended locations. Each of the various subfunctions and phases of the simulator is compared mentally with what was intended in developing the design. Of the many principles which must be evaluated by face validity, some important examples are: (1) that rooms open and close at reasonable times, (2) that the number of patients required to wait for extremely long times is small, (3) that the maximum content of any given room queue does not materially exceed the intended maximum, and (4) that sizeable queues never form at the receptionist; unless such violations of principles can be blamed on some peculiar blocking strategy which causes a "log jam" effect. Face validity was successfully used to correct the more obvious errors in the simulator programs.

Figure 9



The second method of validation is to test the simulator against actual departmental experience. This was accomplished by comparing simulator output with four days of actual patient experience. Input schedules were hand prepared for each of the four days. The scheduled arrival time for each patient was the time he was actually logged into the department. To assure that the patient arrived in the simulator at precisely the specified time, early or late arrival distribution was replaced with a constant "zero".

A comparison of actual and simulated time is given in Table 1. Obviously the simulator did not precisely emulate the dates under study. A conference with the chief technologist quickly demonstrated where the discrepancy lay. A policy change had occurred during the interim between the time of collecting baseline data and that of collecting the validation data. The change was that out-patients and employees were now being required to wait for a radiologist to interpret their films before they were dismissed. The simulator, however, was discharging employees, for example, from the department as soon as the film had been exposed.

To solve this discrepancy, a five day verification study of the actual times required to process a patient from his procedure room to dismissal was obtained. This demonstrated that the average waiting time for an out-patient was approximately 27.3 minutes rather than the average of 5.2 minutes used by the simulator. The addition of the difference of 22.1 minutes to the simulated out-patient times, and of the total post-examination time of 27.3 minutes to the simulated employee times yields a very respectable validation (Table 2).

PATIENT DATA TO BE SCHEDULED

COU REQ 1=Y 2=N	RAD REQ 1=Y 2=N	SHOW 1=S 2=NS	1ST PROC	2ND PROC	3RD PROC	4TH PROC	ORD 1ST PROC	ORD 2ND PROC	ORD 3RD PROC	ORD 4TH PROC	1ST PROC ROOM P--A		2ND PROC ROOM P--A		3RD PROC ROOM P--A		4TH PROC ROOM P--A		1ST PROC AVG TIME	2ND PROC AVG TIME	3RD PROC AVG TIME	4TH PROC AVG TIME	TYPE PAT 1= IN 2=OUT 3=EMP 4=MOB	PAT NO	R.N.
1	2	1	5	0	0	0	5	0	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1		.17318666
1	2	2	7	0	0	0	7	0	0	0	7	8	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1		.37049198
2	2	1	5	0	0	0	5	0	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1		.55292308
2	2	1	6	0	0	0	6	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	2		.88461828
2	2	1	7	0	0	0	7	0	0	0	7	8	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	2		.15116096
2	2	2	6	0	0	0	6	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	2		.79988718
2	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	3		.63325608
2	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	3		.69288802

Figure 1o

INPUT DATA--PATIENTS TO BE SCHEDULED

COUR 1=Y 2=N	RADIOL 1=Y 2=N	SHOW 1=S 2=NS	1ST PROC	2ND PROC	3RD PROC	4TH PROC	ORD 1ST PROC	ORD 2ND PROC	ORD 3RD PROC	ORD 4TH PROC	1ST PROC ROOM P--A		2ND PROC ROOM P--A		3RD PROC ROOM P--A		4TH PROC ROOM P--A		1ST PROC TIME	2ND PROC TIME	3RD PROC TIME	4TH PROC TIME	TYPE PAT 1=IN 2=OUT 3=EMP 4=MOB	PAT NO	R.N.
1	2	1	3	0	0	0	3	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1	1	1153866
1	2	1	6	0	0	0	6	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1	2	2549667
2	2	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	20	20	0	0	2	3	2950886
2	2	2	6	0	0	0	6	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1	4	5548985
2	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	3	5	5833424
2	2	1	9	9	0	0	9	9	0	0	9	1	9	1	0	0	0	0	20	20	0	0	2	6	8218181
1	2	1	7	0	0	0	7	0	0	0	7	8	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1	7	8858699
1	2	1	6	0	0	0	6	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1	99	97365952
2	2	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	20	20	0	0	1	100	97403455
1	2	1	6	6	6	0	6	6	6	0	6	7	6	7	6	7	0	0	20	20	20	0	1	101	97801793
1	2	1	5	0	0	0	5	0	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1	102	98637068
1	2	1	3	0	0	0	3	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1	103	99011147
1	2	1	7	0	0	0	7	0	0	0	7	8	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1	104	99027789

Figure 11

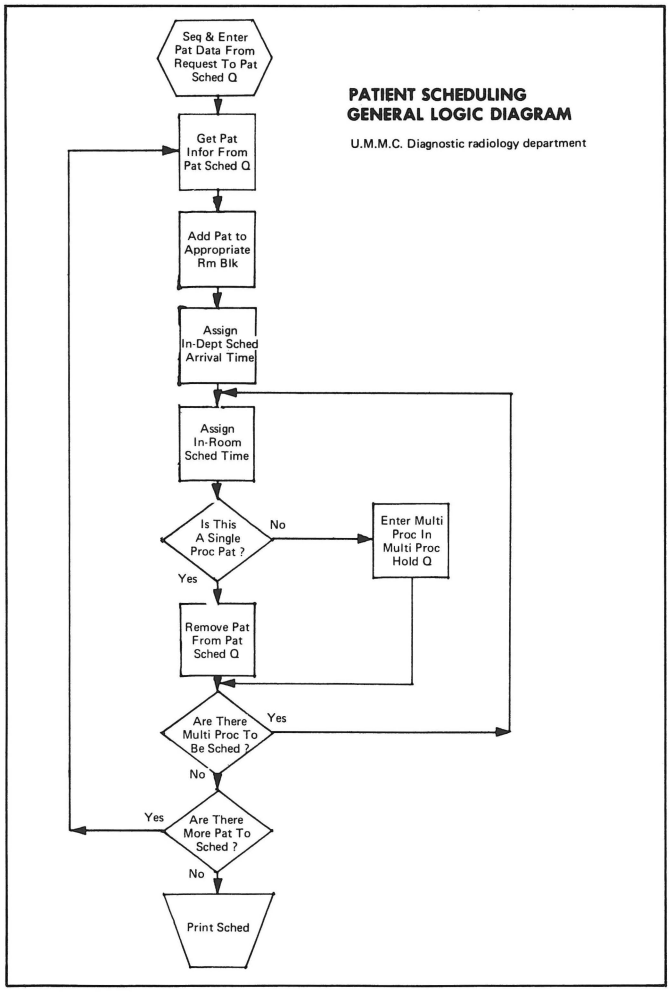
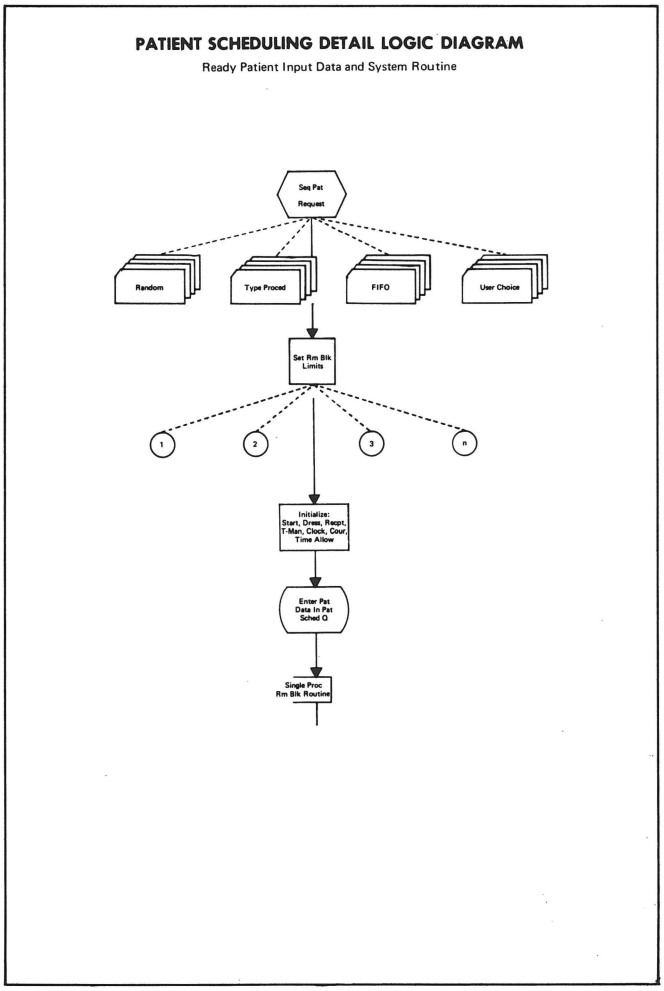


Figure 12

Figure 13



RESULTS

SIMULATION OF SCHEDULING POLICY

To gain some insight into our future direction in the management of patient flow, patient generating and scheduling programs were prepared. These were written in Fortran IV, and were designed to provide various mixes of patients for the simulator. Specifically, we wished to study block scheduling as one of the answers to the problem of delay in patient flow.

PATIENT LOAD GENERATOR

The general logic diagram is presented in Figure 9. The load generator may be regarded as a system with which it is possible to specify

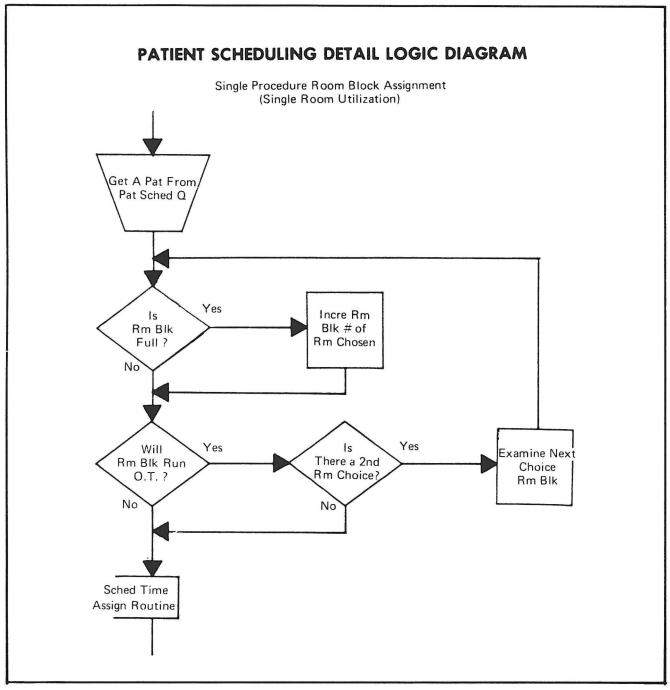


Figure 14

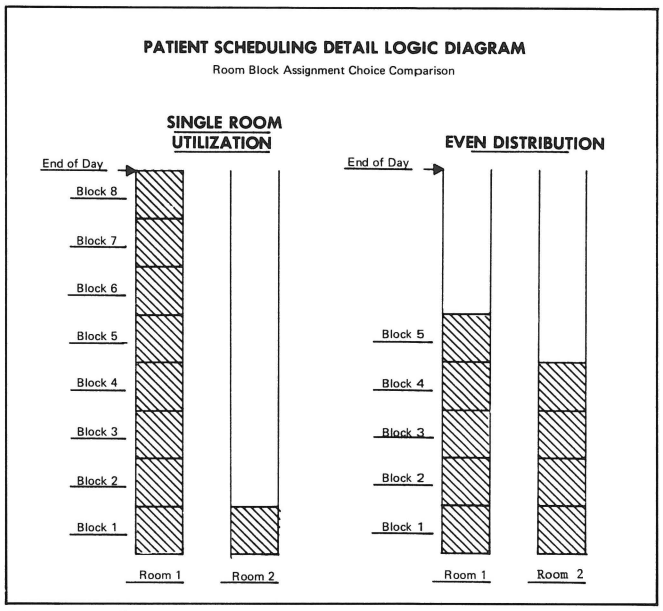
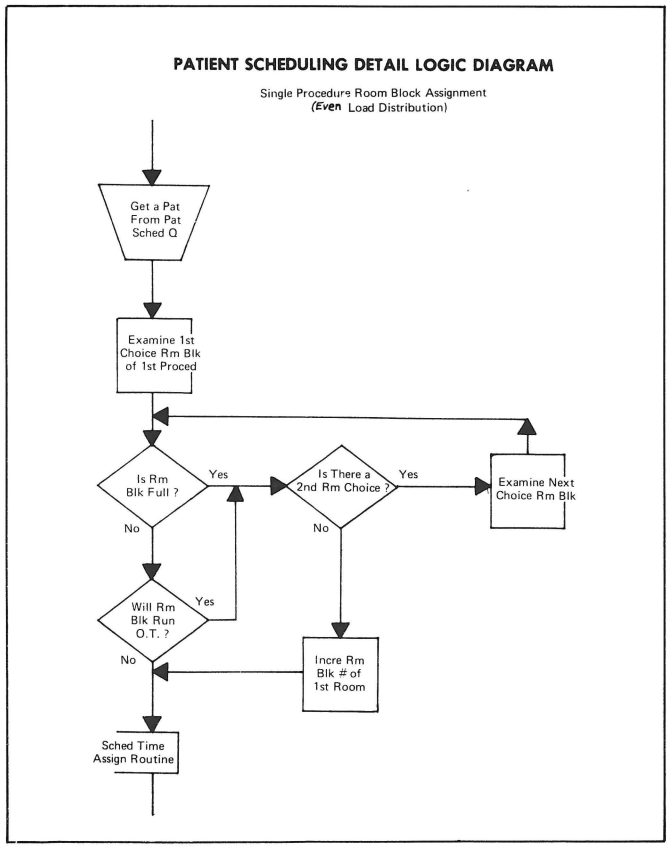
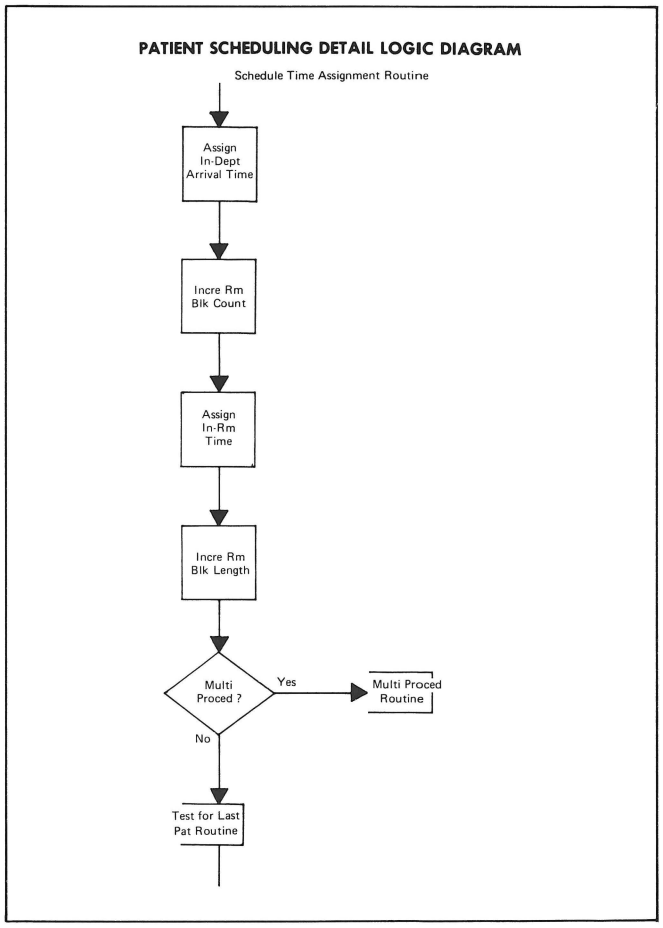


Figure 16

Figure 17

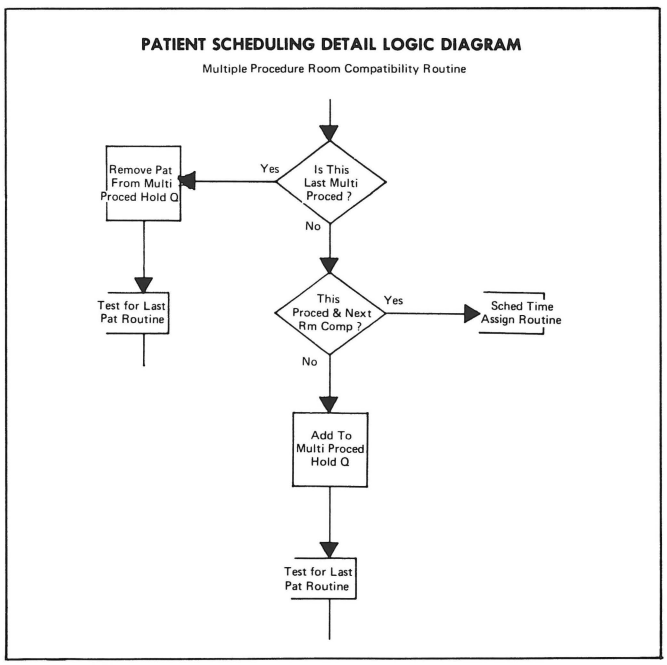




the mix of patients from various sources such as in-patient, out-patient, employee, or a patient immobilized on the ward. Essential specifications, such as the number of patients requiring escorts (couriers), the number requiring the attendance of a radiologist, the number of no-show patients, and the assignment of each kind of procedure can be specified by the operator of the patient load generator, to meet the characteristics of the patient population to be used in developing the scheduling algorithms using the department simulator. In our model, the patient load generator also establishes the order of precedence of examinations where the patient requires more than one. An example of this situation is the patient who needs to be scheduled for a gall bladder or an intravenous pyelogram, and a thyroid uptake analysis. Because of the quantities of iodine to be used, there is only one proper sequence for this series of examinations. Parenthetically, we have found that improper sequencing is a frequent cause of prolonged patient stay.

The patient load generator also indicates the preferred kind of x-ray room for each of examinations, and alternate types of x-ray rooms when the preferred rooms are not available. The generator also specifies the expected length of time necessary for the procedured that have been specified, assigns a code to indicate the source of the patient (in-patient, out-patient, etc.) and then randomly assigns an identifying number for each patient. The output of the patient load generator may be printed if wished, and a deck of cards punched to provide input for the scheduler.

Figure 18



The printed output format of the patient generator is shown in Figure 1o.

PATIENT SCHEDULER

The scheduling of patients in a logical, even flow and without the influence of undue pressure is of great importance to smooth function in a

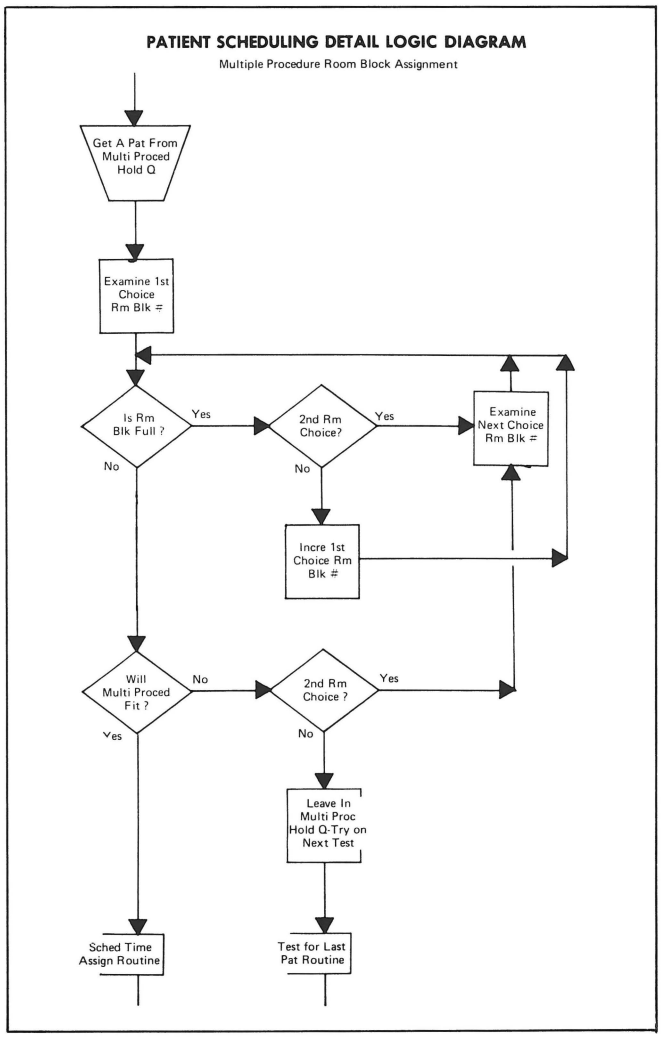
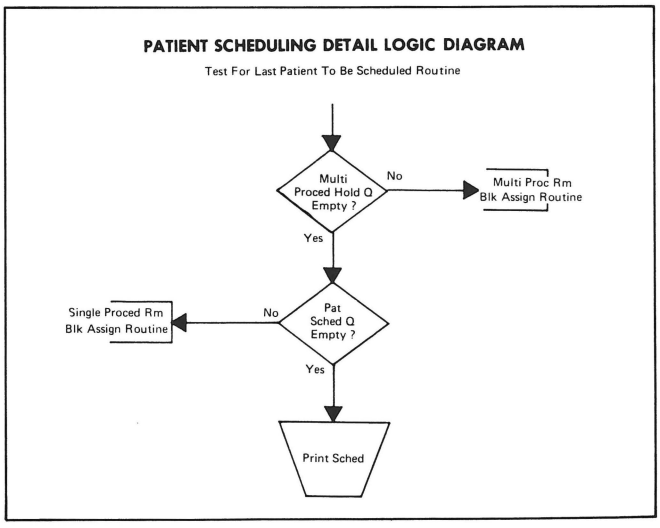


Figure 19

Figure 2o



department of radiology. Where the department is large enough and well planned, minor or even major fluctuations in the rate of arrivals may be absorbed by the system. However, where a department is too small and/or badly planned, tight scheduling becomes of critical importance in order to utilize the system with maximum effectiveness. Fairly tight scheduling may be accomplished with the in-patient population of most hospitals because of the more ready availability of patients. Employees can be effectively scheduled, and the mobile examinations are usually insufficient in number to materially degrade a scheduling program. However, the flow of patients from a large out-clinic department can result in sheer pandemonium if the out-clinics are not themselves scheduled, and/or if the out-clinic departments which demand large numbers of radiologic examinations are scheduled concurrently and in competition with each other. Radiology does not exist in a vacuum, and radiology scheduling cannot exist in a vacuum: effective intra-departmental scheduling requires effective in-hospital mechanisms for regulating patient flow.

Recognizing that the millennium is not yet here but wishing to study the long range solutions to the problem of scheduling patients into a department which is far too small for the functions demanded of it, we have undertaken to study carefully the scheduling rules which seem to make sense within the operational milieu of our own department. To this end we have developed the model scheduling algorithms shown in Figures 11-21. We must emphasize that these algorithms are "trial" and require much more extensive stu-

Figure 21a

PAT NO	ARRIVAL TIME	1ST PROC IN-ROOM TIME	1ST PROC NO.	2ND PROC IN-ROOM TIME	2ND PROC NO.	3RD PROC IN-ROOM TIME	3RD PROC NO.	4TH PROC IN-ROOM TIME	4TH PROC NO.	1ST PROC	2ND PROC	3RD PROC	4TH PROC	COUR	RADIOL	TYPE PAT
5	745	800	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
81	745	800	9	0	0	0	0	0	0	IV CHOLANG.				YES	YES	IN
45	745	800	1	0	0	0	0	0	0	HEAD				YES	NO	IN
32	745	800	1	0	0	0	0	0	0	HEAD				YES	NO	IN
17	745	800	3	0	0	0	0	0	0	I.V.P.				YES	YES	IN
12	745	800	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
11	745	800	5	0	0	0	0	0	0	BONE-M/V				YES	NO	IN
8	745	800	5	0	0	0	0	0	0	SPINE				YES	NO	IN
7	745	800	8	0	0	0	0	0	0	TRANS. AORT.				YES	YES	IN
14	745	800	4	803	5	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	BONE-M/V			YES	NO	IN
47	745	800	1	806	5	0	0	0	0	HEAD	SPINE			YES	NO	IN
54	745	800	3	826	7	0	0	0	0	I.V.P.	FLX UROL.			YES	YES	IN
13	755	800	5	0	0	0	0	0	0	SPINE				NO	NO	OUT
10	755	800	7	0	0	0	0	0	0	BRONCHOGRAM				NO	YES	OUT
19	755	800	2	0	0	0	0	0	0	SPEC. HEAD				NO	YES	OUT
4	755	800	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	OUT
1	755	800	4	803	6	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	ABDOMEN-M/V			NO	NO	OUT
16	755	800	4	803	1	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	HEAD			NO	NO	OUT
52	755	800	1	806	4	0	0	0	0	HEAD	CHEST-PA/LAT			NO	NO	OUT
3	755	800	6	817	5	825	3	851	7	ABDOMEN-M/V	THORAX			NO	NO	OUT
2	758	800	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	IN
9	758	800	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	IN
23	809	824	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
20	809	824	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
26	809	824	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
24	809	824	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
79	815	830	1	0	0	0	0	0	0	HEAD				YES	NO	IN
68	815	830	1	0	0	0	0	0	0	HEAD				YES	NO	IN
61	815	830	1	0	0	0	0	0	0	HEAD				YES	NO	IN
25	819	824	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-S/V				NO	NO	OUT
18	819	824	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	OUT
40	819	834	6	856	1	0	0	0	0	ENTIRE SPINE	HEAD			YES	NO	IN
22	822	824	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	IN
21	822	824	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	IN
30	823	838	5	841	3	907	6	0	0	ABDOMEN-S/V	I.V.P.	BE		YES	YES	IN
58	825	830	1	0	0	0	0	0	0	HEAD				NO	NO	OUT
59	828	830	1	836	5	0	0	0	0	HEAD	SPINE			NO	NO	IN
6	829	834	6	0	0	0	0	0	0	ABDOMEN-M/V				NO	NO	OUT
27	831	846	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-S.T.N.				YES	NO	IN
31	831	846	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
37	831	846	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
36	831	846	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
39	831	846	4	849	1	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	HEAD			YES	NO	IN
34	831	846	4	849	1	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	HEAD			YES	NO	IN
41	831	846	4	849	5	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	BONE-M/V			YES	NO	IN
46	833	838	5	0	0	0	0	0	0	G.B. RADIO.				NO	NO	OUT
33	833	838	5	0	0	0	0	0	0	BONE-S/V				NO	NO	OUT
38	833	838	5	841	5	0	0	0	0	ABDOMEN-S/V	ABDOMEN-S/V			NO	NO	OUT
28	833	838	5	847	5	0	0	0	0	SPINE	SPINE			NO	NO	OUT
35	844	846	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	IN
95	845	900	1	0	0	0	0	0	0	HEAD				YES	NO	IN
85	855	900	1	906	5	0	0	0	0	HEAD	SPINE			NO	NO	OUT
29	856	901	8	0	0	0	0	0	0	SPEC. VAS.				NO	YES	OUT
42	857	912	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
55	857	912	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
48	857	912	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
44	857	912	4	915	5	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	ABDOMEN-S/V			YES	NO	IN
74	858	913	6	935	4	0	0	0	0	BONE-ARTH.	CHEST-PA/LAT			YES	NO	IN
56	859	914	5	0	0	0	0	0	0	SPINE				YES	NO	IN
51	907	912	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	OUT
49	907	912	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	OUT
43	907	912	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	OUT
60	908	913	6	0	0	0	0	0	0	BONE-MET.				NO	NO	OUT
53	909	914	5	0	0	0	0	0	0	ABDOMEN-S/V				NO	NO	OUT
115	915	930	1	0	0	0	0	0	0	HEAD				YES	NO	IN
114	915	930	1	0	0	0	0	0	0	HEAD				YES	NO	IN
15	916	921	7	0	0	0	0	0	0	MYELOGRAM				NO	YES	OUT

dy and development. The input into the scheduler is the output of the patient generator, excepting that the patients are now sequenced by the identifying numbers assigned by the patient generator (Figure 11).

The general logic diagram depicted in Figure 12 may be broken down into a number of detailed flow charts. Figure 13 shows the sequencing algorithm for patient requests. Patients may be accepted (1) on a random basis, as provided for by the patient generator, (2) by the type of procedure, (3) by the order of request, (first in - first out), or (4) by any other mechanism of choice by the user. For our scheduling algorithm we have tried block scheduling policy, with blocks which may contain one, two, three, or more patients. For testing purposes, the minimum length of a procedure might be set at twenty minutes, so that a room block which contains one patient with one minimum length procedure would be twenty minutes in length; a room block with one patient and two such procedures would be forty minutes in length; or a block containing two patients and procedures of varying lengths might be a total of forty, sixty, eighty, or some other multiple of twenty minutes in length. The major goal of such a block scheduling policy is to maximize utilization of space. This may be an entirely unsatisfactory scheduling policy where length of patients' time in the department is the most highly valued variable. The detailed logic diagram shown in Figure 13 initiates each patient by indicating the arrival time; the department starting time; the length of time in the dressing room, the time required for the patient to clear

Figure 21b

PAT NO	ARRIVAL TIME	1ST PROC IN-ROOM TIME-NO.		2ND PROC IN-ROOM TIME-NO.		3RD PROC IN-ROOM TIME-NO.		4TH PROC IN-ROOM TIME-NO.		1ST PROC	2ND PROC	3RD PROC	4TH PROC	COUR	RADIOL	TYPE PAT
71	921	936	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
70	921	936	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
77	921	936	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
72	921	936	4	939	5	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	SPINE			YES	NO	IN
62	929	944	5	0	0	0	0	0	0	G.B. RADIO.				YES	NO	IN
57	929	944	3	0	0	0	0	0	0	I.V.P.				YES	YES	IN
65	931	936	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	OUT
64	934	936	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-S/V				NO	NO	EMP
73	934	936	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	IN
75	934	936	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	IN
63	939	944	5	947	6	0	0	0	0	ABDOMEN-S/V	BE			NO	YES	OUT
67	939	944	5	947	5	950	5	953	5	ABDOMEN-S/V	ABDOMEN-S/V	ABDOMEN-S/V	ABDOMEN-S/V	NO	NO	OUT
66	939	944	5	947	5	953	5	0	0	BONE-S/V	BONE-M/V	BONE-S/V		NO	NO	OUT
93	939	944	3	1012	3	0	0	0	0	CYSTOGRAM	I.V.P.			NO	NO	OUT
92	943	958	4	1001	1	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	HEAD			YES	NO	IN
108	947	1002	9	1102	4	0	0	0	0	BODY SECTION	CHEST W/BAR			YES	NO	IN
99	953	958	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	OUT
97	953	958	4	0	0	0	0	0	0	CHEST W/BAR				NO	NO	OUT
86	953	958	4	0	0	0	0	0	0	CHEST W/BAR				NO	NO	OUT
82	953	958	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	OUT
89	953	958	4	1001	6	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	ABDOMEN-M/V			NO	NO	OUT
87	953	958	4	1001	6	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	ABDOMEN-M/V			NO	NO	OUT
69	1011	1026	5	0	0	0	0	0	0	SPINE				YES	NO	IN
80	1011	1026	5	1029	5	0	0	0	0	BONE-S/V	SPINE			YES	NO	IN
121	1013	1028	8	0	0	0	0	0	0	SPEC. VAS.				YES	YES	IN
76	1015	1030	2	1128	2	0	0	0	0	CERE. ANGIO.	CERE. ANGIO.			YES	YES	IN
113	1017	1032	4	0	0	0	0	0	0	CHEST W/BAR				YES	NO	IN
112	1017	1032	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
124	1017	1032	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
106	1017	1032	4	1035	5	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	ABDOMEN-S/V			YES	NO	IN
100	1017	1032	4	1035	6	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	ABDOMEN-M/V			YES	NO	IN
83	1022	1037	6	0	0	0	0	0	0	SPEC FLX				YES	YES	IN
84	1022	1037	6	0	0	0	0	0	0	G.I. W/O S-B				YES	YES	IN
78	1024	1026	5	0	0	0	0	0	0	SPINE				NO	NO	IN
101	1027	1032	4	0	0	0	0	0	0	CHEST W/BAR				NO	NO	OUT
125	1030	1032	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				NO	NO	IN
123	1030	1032	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-S/V				NO	NO	EMP
50	1043	1048	7	0	0	0	0	0	0	MYELOGRAM				NO	YES	OUT
128	1049	1104	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
126	1049	1104	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT				YES	NO	IN
131	1049	1104	4	0	0	0	0	0	0	CHEST-S.T.N.				YES	NO	IN
118	1059	1104	3	0	0	0	0	0	0	I.V.P.				NO	YES	OUT
130	1059	1104	4	1107	1	0	0	0	0	CHEST-PA/LAT	HEAD			NO	NO	OUT
90	1059	1114	5	1120	5	0	0	0	0	BONE-M/V	BONE-M/V			YES	NO	IN
91	1059	1114	5	1120	5	1126	5	0	0	BONE-M/V	BONE-M/V	BONE-S/V		YES	NO	IN
102	1059	1114	5	1120	5	1126	4	0	0	BONE-M/V	BONE-M/V	CHEST-PA/LAT		YES	NO	IN
96	1109	1114	5	0	0	0	0	0	0	BONE-M/V				NO	NO	OUT
94	1109	1114	5	1120	5	0	0	0	0	BONE-M/V	BONE-M/V			NO	NO	OUT
88	1128	1133	6	1155	4	0	0	0	0	BONE-MET.	CHEST-PA/LAT			NO	NO	OUT
122	1150	1155	8	0	0	0	0	0	0	SPEC. VAS.				NO	YES	OUT
116	1156	1211	5	0	0	0	0	0	0	BONE-M/V				YES	NO	IN
103	1206	1211	5	0	0	0	0	0	0	SPINE				NO	NO	OUT
107	1206	1211	5	1220	5	0	0	0	0	SPINE	SPINE			NO	NO	OUT
98	1207	1212	6	0	0	0	0	0	0	SPEC FLX				NO	YES	OUT
104	1209	1211	5	1220	5	0	0	0	0	SPINE	BONE-M/V			NO	NO	IN
119	1247	1302	5	1311	5	0	0	0	0	SPINE	SPINE			YES	NO	IN
129	1257	1302	5	0	0	0	0	0	0	SPINE				NO	NO	OUT
105	1301	1306	6	0	0	0	0	0	0	ABDOMEN-M/V				NO	NO	OUT
109	1325	1340	6	0	0	0	0	0	0	G.I. W/O S-B				YES	YES	IN
111	1325	1340	6	0	0	0	0	0	0	ENTIRE SPINE				YES	NO	IN
110	1402	1407	7	0	0	0	0	0	0	BRONCHOGRAM				NO	YES	OUT
120	1406	1421	6	0	0	0	0	0	0	ABDOMEN-M/V				YES	NO	IN
127	1406	1421	6	0	0	0	0	0	0	ABDOMEN-M/V				YES	NO	IN
132	1450	1455	6	1517	4	1519	9	0	0	BONE-MET.	SOFT T. NECK BODY SECTION			NO	NO	OUT
117	1513	1528	7	0	0	0	0	0	0	BRONCHOGRAM				YES	YES	IN

END OF SCHEDULE

the receptionist, establishes the length of courier service time and also the clock time. The data cards containing this information for each patient are then fed into the next step of the scheduling routine.

The next three detailed logic diagrams demonstrate two kinds of room utilization: Figure 14 shows the flow of patients where a single room is utilized to its maximum capacity before another room is utilized; Figure 15 shows the procedures which are used to develop an even load distribution for all available rooms in the Radiology Department; and Figure 16 illustrates how the single room utilization algorithm completely fills room one with little utilization of the second room, while application of the even distribution algorithm provides partial but more even utilization of two rooms.

Figure 17 illustrates the logic diagram of the time assignment routine for the scheduling algorithm. This routine assigns the time at which the patient is to arrive in the department. The number of the room block is incremented if appropriate, the patient is assigned the time when he should arrive in the room where he will be examined, and the room block length is incremented. If there are multiple procedures, the patient is placed in the multiple procedure compatibility queue or, if not, he is tested to determine whether he is the last patient for the day. If so, the last patient scheduling routine is activated.

Figure 18, the multiple procedure room compatibility algorithm, shows the activities which are followed where a single patient needs more than one procedure. In this routine, a multiple procedure holding queue is formed. The logic for multiple procedure room block assignments is determined in Figure 19. Whether for single or multiple procedures, when the queues are empty, the "last patient to be scheduled" routine, Figure 2o, is applied. When the test shows no more patients, the schedule for the day is printed out ad-seriatim as shown in Figures 21a and 21b.

Anschrift des Verfassers:

Prof. G.S. Lodwick, M.D.
Department of Radiology,
University of Missouri,
School of Medicine,
Columbia, Missouri 652o1

Ein Verfahren zum phonetischen Vergleich von Sortenbezeichnungen

Von H. D. Hillmann

Zusammenfassung

Es wird über ein Programm berichtet, das im Bundessortenamt für die Auffindung von ähnlichen Sortenbezeichnungen und für Vergleiche zwischen diesen und Warenzeichen sowie IR-Marken benutzt wird. Die Vergleiche beruhen auf phonetischen Gruppen, deren Übereinstimmung in jeder Position, also nicht nur am Wortanfang, gefunden wird.

Summary

There is a report upon a program used in the "Bundessortenamt" for detecting similar names of varieties. The same program is used for comparing names and trade-marks. The comparisons are based on phonetical groups. Conformity is discovered in each position of the two words, not only in the opening of the word to be tested.

Im Bundessortenamt trat mit Inkrafttreten des Sortenschutzgesetzes und des Saatgutverkehrsgesetzes vom 2o.5.1968 die Notwendigkeit auf, ein Verfahren zu finden, mit dem Sortenbezeichnungen auf Ähnlichkeit geprüft werden können, da beide Gesetze vorschreiben, daß die Bezeichnungen ausgeschlossen sind, die mit einer schon bestehenden Sortenbezeichnung "übereinstimmen

oder verwechselt werden können". Die Sortenbezeichnungen müssen sich deutlich unterscheiden, damit eine eindeutige Voraussetzung für den Sortenschutz gegeben ist. Außerdem müssen sich beim Handel mit Saatgut die Sortenbezeichnungen so deutlich unterscheiden, daß der Landwirt keine falschen Sorten kauft und anbaut.

Früher brauchte der Pflanzenzüchter den Sortennamen (jetzt "Sortenbezeichnung") erst kurz vor dem Zeitpunkt der Schutzerteilung dem Bundessortenamt anzugeben. Für Sorten, die schon während der etwa 3 - 4-jährigen Prüfungszeit wegen fehlender Eignung vom Züchter zurückgezogen wurden, brauchte kein Sortenname vorgeschlagen zu werden. Seit 1968 muß der Züchter bei der Anmeldung einer neuen Sorte verbindlich die endgültige Sortenbezeichnung nennen. Nun erhöhte sich die Zahl der zu prüfenden Sortenbezeichnungen um das 4 - 5-fache. Gleichzeitig stieg die Häufigkeit des Zusammentreffens ähnlicher Bezeichnungen erheblich.

Erschwerend kommt hinzu, daß nunmehr im Gegensatz zu früher die Sortenbezeichnungen auch international verglichen werden müssen. Dieser Vergleich ist nötig zwischen den Mitgliedsstaaten des Internationalen Verbandes zum Schutz von Pflanzenzüchtungen (UPOV), der aufgrund eines entsprechenden Übereinkommens aus dem Jahr 1961 gegründet wurde.

Anders als nach dem früheren Saatgutgesetz hat das Bundessortenamt aufgrund der neuen Gesetze vom 2o.5.1968 nicht mehr zu prüfen, ob eine Sortenbezeichnung mit den Warenzeichen eines Dritten kollidiert. Dagegen hat das Deutsche Patentamt zu prüfen, ob eine Kollision zwischen einem Warenzeichen der Klasse 31 oder einer Internationalen Marke mit der Sortenbezeichnung einer geschützten oder eingetragenen Sorte besteht. Im bejahenden Falle ist die Eintragung des Warenzeichens in die Warenzeichenrolle ausgeschlossen. Das Bundessortenamt leistet dem Deutschen Patentamt bei dieser Prüfung Amtshilfe.

Die Zunahme der Prüfungen von Sortenbezeichnungen, die Ausdehnung der Vergleiche auf internationalen Umfang und die Amtshilfe für das Deutsche Patentamt führten zur Suche nach einem automatischen und schnellen Verfahren zum Vergleich von Sortenbezeichnungen.

Da im Bundessortenamt schon seit Jahren mit Lochkarten gearbeitet wurde, bot sich hierfür die EDV an. Um für alle Vergleichszwecke dieselben Lochkarten nehmen zu können, mußten eine Reihe von Angaben außer der Sortenbezeichnung in der Karte erfaßt werden (Tab. 1).

Für den Vergleich von Sortenbezeichnungen untereinander ist nur das 2o-spaltige Lochfeld wichtig. Alle übrigen Angaben dienen der zusätzlichen Kennzeichnung und dem Sortieren der Karten und werden unverändert ausgegeben.

Vor Aufstellung des Programms wurde nach Vorbildern und Literatur über Vergleiche von Text gesucht. Es fanden sich jedoch nur spärliche Hinweise. In dem Prospekt eines Buches über "IR-Marken mit Schutz in der BRD" (1) stand der Hinweis, daß die IR-Marken nach phonetisch gleichwertigen Vorsilben geordnet seien. Es wurde dabei z.B. Q und K, PH und F, Y und I und ähnliches gleichgesetzt. Die phonetische Ähnlichkeit wird hier jedoch nur zu einer besseren alphabetischen Anordnung der Wort<u>anfänge</u> benutzt.

Es wurde in Erfahrung gebracht, daß im Bereich der Kriminalistik zwar Namensvergleiche per Computer erfolgen; hier werden jedoch anscheinend nur gleichlautende Verbrechernamen gesucht. Erst nach Fertigstellung und Inbetriebnahme des eigenen Programmes erschien in einer Firmenzeitung eine Arbeit über die "Kölner Phonetik" (2). Die Gruppen ähnlich klingender Konsonanten und Vokale

Tabelle 1

Karteneinteilung für Prüfung der Sortenbezeichnung

Spalte	Art	Inhalt
1/2	2X	Nr. der Prüf-Abt. des Bundessortenamtes
3-1o	8A	Kurzname (für interne Zwecke des Amtes)
11-3o	2oA	Sortenbezeichnung
32-34	3A	Nationalität der Behörde, bei der die Anmeldung der Sorte erfolgte (Intern. Autokennzeichen)
35-36	2X	Artengruppe
37-39	3A	Pflanzenart
41-44	4A	Abkürzung des Sortenanmelders (Züchter)
46-49	4X	Kenn-Nr. des Bundessortenamtes für die Sorte
51-58	XX.XX.XX	Prioritätsdatum; Tag der Anmeldung der Sortenbezeichnung (mit Punkt nach Tag und Monat)
6o-65	6X	Datum der Erteilung des Sortenschutzes
68-73	6X	Datum der Aufnahme der Sorte in die Verkehrsliste
75-8o	6X	Datum der Löschung der Sortenbezeichnung

X = numerisches, A = alphanumerisches Zeichen

Tabelle 2

Verschlüsselung klanglich ähnlicher Buchstaben in Reihenfolge der Schlüsselzahlen

Alphanumerisch	Schlüsselzahl
1	o1
2	o2
.	.
.	.
.	usw.
9	o9
0	1o
blank (vor alphanum. Zeichen)	11
a, aa, ah	12
b, bb, p, pp	13
c, cc, ch, ck, g, gg, k, kk	14
d, dd, dt, t, th, tt	15
ae, aeh, e, ee, eh, eux, oe	16
f, ff, pf, ph, v, w	17
h	18
i, ie, ih, iy, ue, ui, y	19
j	2o
l, ll	21
m, mm, n, nn	22
o, oh, oo, ow	23
qu, kw	24
r, rh, rr	25
s, ss	26
u, uh, uu, ou	27
x	28
z, zz, ts, tz	29
ce	3o
ci, cy	31
sch, sh	32
aeu, au, eu	33
ai, aj, ay, aye, ei, eie, ey, eye	34

sind dabei größer, als sie für die Zwecke im Bundessortenamt nützlich scheinen. Bei den Überlegungen für ein eigenes Programm wurde ferner eine "Lauttabelle" berücksichtigt, auf die der Verfasser im Deutschen Patentamt hingewiesen wurde. Sie untergliedert alle Laute in einerseits Lippen-, Zahn- und Gaumenlaute, andererseits Sprung-, Nasen-, Blas-, Reibe- und Fließlaute.

Frühzeitig war klar, daß eine einfache alphabetische Ordnung der Sortenbezeichnungen nur einen Teil ähnlicher Worte finden lassen würde. Ähnlich klingende Buchstabenfolgen können dagegen an jeder Stelle eines Wortes versteckt sein. Bei Suche nur nach Alphabet wären z.B. die Worte ENDERlein und FaßbENDER nicht als ähnlich erkannt worden.

Es wurde daher ein eigenes System entwickelt, bei dem klanglich ähnliche Buchstaben und Buchstabengruppen gebildet werden. Für jede dieser Gruppen wird im Rechenprogramm eine zweistellige Schlüsselzahl gesetzt (Tab. 2).

Programmintern erfolgt die Umwandlung Buchstabe für Buchstabe von links nach rechts. Bei Umsetzung der Ziffern und der Buchstaben h, j und x braucht das darauffolgende Zeichen nicht beachtet zu werden; es werden einfach dafür die Schlüsselzahlen 0 - 1o, bzw. 18, 2o oder 28 gesetzt.

In allen anderen Fällen ist die Prüfung komplizierter, weil ein oder zwei folgende Buchstaben mitberücksichtigt werden müssen. Der Buchstabe p gefolgt von f oder h wird zur Zahl 17. Steht nach dem gleichen Zeichen jedoch nicht f oder h, so wird aus p eine 13. Die für die Verschlüsselung einbezogenen Buchstaben f bzw. h stehen im ersteren Fall für die Suche nach der nächsten Schlüsselzahl nicht mehr zur Verfügung. Steht nach dem p etwa ein r, so setzt die Umschlüsselung bei r neu ein und es wird geprüft, ob auf das r ein h oder ein zweites r folgt. Im Wort STROHHAUS wird - um ein anderes Beispiel zu nennen - das erste h mit dem o zusammen zur 23. das zweite h dagegen ist noch nicht "aufgebraucht"; es wird zur Zahl 18.

Eine besondere Schlüsselzahl wurde der Lücke zwischen zwei Worten zugeteilt, da die Wortteile in ROTER LOEWE nicht ähnlich denen in VERKAUFSERLOES sein dürfen. Eine Leerstelle nach dem letzten Zeichen wird dagegen nicht verschlüsselt.

Die phonetische Verschlüsselung der Sortenbezeichnungen führt zu einer Zahlenreihe von höchstens 2o zweistelligen Zahlen. Der nächste Abschnitt des Programmes besteht darin, jeweils zwei solcher Zahlenreihen auf übereinstimmende Ziffernfolge zu prüfen. Dieser paarweise Vergleich erfolgt in der Weise, daß die neue Sortenbezeichnung nacheinander jeder schon vorhandenen Bezeichnung gegenüber gestellt wird. Bisher wird so verfahren, daß die Lochkarte mit der neuen Bezeichnung zuerst als sogenannte "Erstkarte" eingelesen wird. Danach folgen alle schon vorhandenen Karten mit den nicht mehr umstrittenen Sortenbezeichnungen, hier "Folgekarten" genannt.

Im Rechenprogramm geschieht die Suche nach Ähnlichkeit in der Weise, daß jeweils 3 bis 5 Schlüsselzahlen aus der Erstkarte an den Schlüsselzahlen einer Folgekarte entlang gleiten. Bei 4 Schlüsselzahlen wird z.B. wie in Tab. 3 verglichen.

Sobald an irgendeiner Stelle der Vergleiche Übereinstimmung zwischen den Sortenbezeichnungen der

Tabelle 3

Reihenfolge der Vergleiche

Schlüsselzahlen der Erstkarte	Schlüsselzahlen der Folgekarte
1. bis 4.	1. bis 4.
1. bis 4.	2. bis 5.
1. bis 4.	3. bis 6.
...	...
...	usw.
2. bis 5.	1. bis 4.
2. bis 5.	2. bis 5.
2. bis 5.	3. bis 6.
...	...
...	usw.
3. bis 6.	1. bis 4.
3. bis 6.	2. bis 5.
3. bis 6.	3. bis 6.
...	...
usw.	usw.

Erstkarte und der Folgekarte auftritt, wird das Vergleichsverfahren abgebrochen und der Inhalt der ähnlichen Folgekarte mit allen zusätzlichen Angaben (s. Tab.1) in einem Protokoll ausgedruckt. Der Rechner wendet sich dem Vergleich zwischen der Erstkarte und der nächsten Folgekarte zu. Nach Durchlauf aller Folgekarten für die Untersuchung einer Sortenbezeichnung stehen im Maschinenprotokoll alle ähnlichen Bezeichnungen aufgeführt.

Durch eine Steuerkarte wird angegeben, bei wie vielen aufeinander folgenden Schlüsselzahlen eine Ähnlichkeit zwischen 2 Sortenbezeichnungen gemeldet werden soll. Am zweckmäßigsten hat sich eine Folge von 3 bis 5 Schlüsselzahlen erwiesen. Durch die Steuerkarte wird also reguliert, wie streng der Maßstab für die Ähnlichkeit zwischen zwei Sortenbezeichnungen anzulegen ist.

In Tab. 4 wird an einem Beispiel gezeigt, wie zu dem Wort ENDERLEIN drei ähnliche Bezeichnungen gefunden worden sind. Tab. 3 und 4 zeigen, daß eine Ähnlichkeit umso schneller gefunden wird, je weiter links in den beiden Worten sie vorliegt.

Die Bildung der phonetischen Gruppen kann in dem Programm leicht verändert werden, wenn sich Verbessserungswünsche ergeben. Da die Sortenbezeichnungen zwischen den Verbandsstaaten abgestimmt und verglichen werden müssen, ist es insbesondere denkbar, die phonetischen Gruppen mehrsprachig aufzubauen. Das ist schon jetzt von Interesse, wenn englische oder französische Wörter als Sortenbezeichnung beim Bundessortenamt angemeldet werden.

Eine wesentliche Verbesserung des Verfahrens ergibt sich aus der Benutzung eines besseren Rechners. Bis jetzt stand dem Amt eine IBM-162o mit 2o K zur Verfügung, bei der sich die Datei der Sortenbezeichnungen nicht in dem Rechner speichern ließ. Ab 1971 verwendet das Bundessortenamt eine IBM-113o mit Platten, so daß die Datei auf den Platten gespeichert werden kann und nur die zu prüfende Bezeichnung per Lochkarte eingegeben wird. Während früher der Kartenstapel der zu prüfenden Pflanzenart manuell herausgesucht werden mußte, erfolgt die Auswahl der Arten jetzt mit Steuerkarten.

Für die IBM-162o wurde das Programm in der Assembler-Sprache SPS geschrieben; für den Rechner IBM-113o ist FORTRAN vorgezogen worden. Damit sind die Korrekturen und die Übertragungsmöglichkeiten des Programms auf andere Rechnertypen erleichtert.

Tabelle 4

Verschlüsselung und Vergleich (5 Schlüsselzahlen)

1)	alphan.	E	N	D	E	R	L	EI	N	ähnlich	F	A	SS	B	E	N	T	E	R
	verschl.	16	22	15	16	25	21	34	22		17	12	26	13	16	22	15	16	25
2)	alphan.	E	N	D	E	R	L	EI	N		W	EE	N	D	E	R			
	verschl.	16	22	15	16	25	21	34	22		17	16	22	15	16	25			
3)	alphan.	E	N	D	E	R	L	EI	N		S	U	P	E	R	L	AI	M	
	verschl.	16	22	15	16	25	21	34	22		26	27	13	16	25	21	34	22	

Für die oben erwähnten Prüfungen von Warenzeichen und Internationalen Marken sind zusätzlich besondere Datumvergleiche eingebaut. Es wird dabei festgestellt, ob beim Annahmestichtag des Warenzeichens oder der Marke eine gegenüberzustellende Sorte den Sortenschutz hatte bzw. in der Sortenliste aufgenommen war. Liegt dieser Stichtag außerhalb der "Laufzeit" der Sorte, wird der Namensvergleich überschlagen und gleich die nächste Karte aus derselben Pflanzenart untersucht.

Das beschriebene Programm arbeitet nicht sehr schnell. In ungünstigen Fällen, also bei langen Sortenbezeichnungen, dauert die Prüfung von 1ooo Bezeichnungen etwa 1o - 15 Minuten an der IBM-162o. Die Laufzeit an der IBM-113o bei Benutzung von Platten ist wesentlich kürzer.

Das Verfahren hat sich seit zwei Jahren bewährt. Es nimmt den Prüfabteilungen des Amtes die genaue Durchsicht langer Listen ab. Das Programm liefert Listen formell ähnlicher Sortenbezeichnungen. Bei der Entscheidung über die Ablehnung oder Annahme einer angemeldeten Sortenbezeichnung sind außerdem noch andere Gesichtspunkte zu berücksichtigen, wie etwa die Frage, ob die Bezeichnung unrichtige Vorstellungen über Herkunft, Eigenschaften oder Wert der Sorte erwecken kann.

Die Benutzung des Rechners IBM-162o für diesen Zweck gestattete dankenswerterweise Herr Prof. H. Rundfeldt von der Tierärztlichen Hochschule Hannover. Herr R. Meyer vom Institut für Statistik und Biometrie schrieb das SPS-Programm und Herr A. Koel vom Bundessortenamt das FORTRAN-Programm. Beiden danke ich für die gewissenhafte Ausarbeitung der beiden Programmversionen.

Literaturverzeichnis

-- IR-Marken mit Schutz in der BRD, alphaphonetisches Verzeichnis, 1969, Herausgeber: DOCUMARK S.P.R.L., 125, rue de Stassart, Brüssel 5, Belgien (Werbeblatt eingesehen)

POSTEL, H.J. (1969): Die Kölner Phonetik, ein Verfahren zur Identifizierung von Personennamen auf der Grundlage der Gestaltanalyse. IBM-Nachrichten 19, 925-931

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hans D. Hillmann
Bundessortenamt
3o11 Bemerode
Rathausplatz 1

Nachrichten und Berichte

Seminar der Region Oesterreich-Schweiz der Biometrischen Gesellschaft vom 27. Sept. - 2. Oktober 1971

Ort: Zollikofen bei Bern

Themen: Einführung

Sinn, Bedeutung und Möglichkeiten statistischer Methoden in der Biologie -

Grundgesamtheit und Stichprobe -

Schätzen und Beurteilen statistischer Parameter -

Statistische Prüfverfahren: Fehler erster und zweiter Art

Dünger und Schädlingsbekämpfung

Vergleich mehrerer Dünger: Einfache Streuungszerlegung -

Orthogonale Vergleiche -

Faktorenversuche und korrekter F-Test -

Prüfen von Verhältniszahlen: Chi-Quadrat-Test in einfachen und komplizierten Fällen -

Transformationen

Fütterungslehre

Grösse und Auswahl von Tiergruppen -

Einfache Kovarianzanalyse -

Versuchspläne für Fütterungsversuche -

EXCURSION

Computeranwendung mit Demonstrationen und Übungen

Monte Carlo Methoden -

Wahl des zweckmäßigen Rechengerätes -

Programmieren statistischer Berechnungen

Qualitätskontrolle

Entnahme und Beurteilung von Stichproben -

Anwendungsbeispiele

Auskunft und Anmeldung

Sekretariat der ROeS
der Biometrischen Gesellschaft
CH-4126 Bettingen /Basel
Lindengasse 7

Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für medizinische Dokumentation und Statistik 1971

Zeit: 4. - 6. Oktober 1971

Ort: Berlin

Thema: Auf dem Wege zu einem Krankenhausinformationssystem

Anfragen: Deutsche Gesellschaft für medizinische Dokumentation und Statistik
69 Heidelberg
Berliner Str. 27

LUFA - Tagung 1971

Im Rahmen der diesjährigen Jahrestagung des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (LUFA) vom 13. - 18. September in Kiel werden u.a. bei folgenden Veranstaltungen Probleme der Datenverarbeitung behandelt.

Montag, d. 13. Sept.

vormittags: Besichtigung des Rechenzentrums der Universität Kiel

nachmittags: Arbeitskreis Datenverarbeitung - Vortragsveranstaltung

Verdoore, L.R., Wageningen:
Zur Auswertung von Düngungsversuchen.

Hochadel, H., Ludwigshafen:
Übertragung von Algorithmen in Computer-Programme.

Weber, E., Kiel: Die Datenverarbeitung im Rahmen der Aufgaben des Lehrfachs Variationsstatistik.

Rundfeldt, H., Hannover: Ein Gesamtkonzept für den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen zur Auswertung von Feldversuchen.

Weitere Auskünfte und Anmeldungen über
Verband Deutscher Landw. Untersuchungs- und Forschungsanstalten
61 Darmstadt
Bismarckstr. 41

COMMON - Europa

Am 3. Mai 1971 fand eine Arbeitstagung der deutschsprachigen COMMON-Gruppe (Anwender von IBM-Computern) im Hause der Firma Wayss & Freytag KG in Frankfurt/M. statt.

Besonders ausführlich beschäftigte man sich mit Problemen des "Unbundling". Die Ergebnisse dieses Gesprächs, sowie weiterer bereits vorgesehener Gespräche, sollen Ausgangspunkte sein für eine gemeinsame Verhandlungsbasis mit der IBM für die ab 1972 neu abzuschließenden Vertragsbedingungen.

Die besondere Aktualität dieses Themas trug mit dazu bei, daß sich für die Arbeit von COMMON immer mehr IBM-Benutzer interessieren. Dies kommt auch dadurch zum Ausdruck, daß bei der europäischen Jahreskonferenz in Genf (v. 18.-2o. August 1971) - zu der auf der Frankfurter Sitzung die letzten Vorbereitungen getroffen wurden - eine Zusammenkunft der deutschsprachigen Teilnehmer stattfindet.

Anfragen über COMMON:

Dr. R.S. Stöckelle
Institut für höhere Studien
A - Wien
Stumpergasse 56

Buchbesprechungen

71-0017

KAUFMANN, A.

Zuverlässigkeit in der Technik.

Eine Einführung in die mathematische Theorie

Aus dem Französischen übersetzt von U. Isphording
1970, 56 S., DM 14.80
R. Oldenbourg Verlag, München

Was ist Sicherheit ? Trotz aller "Garantien" müssen wir täglich mit der "Unsicherheit" leben. Mit Hilfe statistischer Methoden ist es in vielen Fällen möglich, ein Maß für die Unsicherheit anzugeben.

Das vorliegende Buch stellt eine ausgezeichnete Einführung in diesen Problemkreis dar und behan-

71-0017

delt u.a. Themen, wie Lebensdauerverteilungen, Zuverlässigkeitsfunktion, Redundanz, Kannibalisation, Erneuerungstheorie, Überlebenswahrscheinlichkeit.

Ge.

71-0015

FUTH, H.

Die Technik der elektronischen Datenverarbeitung
Hardware - Software

1970, 269 S., DM 34.-
R. Oldenbourg Verlag, München - Wien

Die technische Entwicklung insbesondere beim Computerbau ist noch immer so stürmisch, daß es für Einführungen in die elektronische Datenverarbeitung immer schwierig ist, einen Kompromiß zwischen den konventionellen (= klassischen) Verfahren und den augenblicklichen Methoden zu finden. Dem Autor ist dieser Kompromiß aber gelungen. Seine langjährige Lehrerfahrung befähigte ihn dazu, eine Einführung zu schreiben, die in einer verständlichen Form das beinhaltet, was heute jeder, der mit der Datenverarbeitung in irgendeiner Form zu tun hat, wissen sollte. Ge.

71-0016

GRAY, M. und LONDON, K.

Programm-Dokumentation

Standards für die Dokumentation von

EDV-Programmen

1970, 175 S., DM 38.-
Aus dem Englischen übersetzt von A. Wendler
Verlag Kunst u. Wissen, Stuttgart

Die elektronische Datenverarbeitung dringt in immer mehr Bereiche unseres täglichen Lebens ein. Grundlage jeder Verarbeitung sind die Programme. Um hier einen Überblick zu behalten und um unvermeidbare Änderungen ohne große Schwierigkeiten auch bei einem Wechsel des Program-

71-0016

mierers durchführen zu können, ist eine sorgfältige "Programm-Dokumentation" notwendig.

Das vorliegende Buch will neben dem Nachweis der Notwendigkeit einer Programm-Dokumentation ein Modell für ein Dokumentationssystem skizzieren.

Da wir zur Zeit auf sinnvolle und verbindliche Normenvorschläge noch warten, kann diese Darstellung manchem Anwender wertvolle Anregungen vermitteln.

Ge.

71-0018

SACHS, L.

Statistische Methoden - Ein Soforthelfer

1970, kart. 103 S., DM 8.80
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York

Der Verfasser hat sich die schwierige und wohl kaum lösbare Aufgabe gestellt, die wichtigsten und einfacheren Methoden der mathematischen Statistik in einer nahe zum Telegrammstil zusammengedrängten Kürze darzustellen. Die neun Kapitel sind unterteilt in Grundlagen und Ziel statistischer Methoden - Mittelwerte und Variabilität - unklassifizierte Beobachtung - Häufigkeitsverteilung und Summenhäufigkeitsverteilung - Normalverteilung - Vertrauensbereich - Statistische Tests - Wieviele Beobachtungen werden benö-

71-0018

tigt ? - Korrelation und Regression - Anhang: Schnellverfahren für den Vergleich mehrerer Mittelwerte.

Die Schwierigkeit besteht darin, daß der Anfänger und weniger Versierte nicht die ausreichende Erläuterung findet, während der Erfahrene sie nicht benötigt. Der Mut des Autors verdient hervorgehoben zu werden, sich an diese Aufgabe herangewagt zu haben, die im grundsätzlichen doch wohl unlösbar ist. Der Referent kann sich daher nicht entschließen, das Büchlein zu empfehlen, obwohl er gern attestiert, daß sich der Autor große Mühe gegeben und an etlichen Stellen ausgesprochen didaktisches Geschick entwickelt hat.

He

71-0019

FINK, D.G.

Computers and the human mind

(Computer und der menschliche Verstand)

1968, 281 S.
Heinemann Educational Books Ltd., London

Für den allgemein interessierten Leser und den Studenten beschreibt ein prominenter Elektronikingenieur in diesem Buch, wie ein Computer arbeitet, welcher Art die Sprache und Logik ist, die er benutzt, und wie die verschiedenen Maschinen geradezu "lernen" können, Fragen zu beantworten und Theorien zu prüfen. Dabei vollziehen Computer Funktionen, die viele Formen menschlichen Denkens nachzuahmen scheinen. Es wird dargelegt, daß die Fähigkeit der Maschine, mensch-

71-0019

liche Intelligenz zu imitieren, begrenzt ist, und zwar auf jene Arten intellektueller Leistung, die auf ein Rechenschema reduziert werden können. Der Rechenplan muß aber vorher eingegeben werden und für jedes Problem geändert werden. Hinsichtlich Anpassungsfähigkeit hinkt der Computer noch weit zurück.

Das Buch umfaßt 281 Textseiten, ein kurzes, zwölf Zitate umfassendes Literaturverzeichnis zu ähnlichen Problemen, sowie ein recht gutes 8 Seiten langes alphabetisches Register sowie 59 größtenteils schematische Abbildungen. Die Darstellungen erfolgen in 12 Kapiteln:
Verstand und Maschine - Arithmetik für Komputer - Wie die Komputer rechnen - Zwei Arten von Sprachen - Zwei Arten von Logik - Dioden, Transisto-

71-0019

ren und Cores - Hardware und Information - Programme und Software - Das Gehirn bei der Arbeit - Die vielen Gesichter der Intelligenz - Vier Intelligenzmaschinen - Können Maschinen schöpferisch tätig sein ? - Ein Fortran-Programm zur Berechnung von π.

Der Autor zeigt die existierenden und nicht existierenden Ähnlichkeiten zwischen dem Computer und dem menschlichen Gehirn und endet mit einem faszinierenden Ausblick auf die Möglichkeiten, ob der Computer von morgen wirklich schöpferische Kräfte entwickeln kann.

He

71-0020

DOWNIE, N.M.

Study Guidebook to accompany

BASIC STATISTICAL METHODS

3.Ed. 1970, 126 S., £ 1.40
Harper & Row New York, Evanston and London

Eine Zusammenstellung von Aufgaben ergänzt das Lehrbuch mit dem gleichen Titel. Die Ergebnisse sowie vorbereitete Tabellen und Zeichenblätter vervollständigen die Sammlung. Für den praktischen Gebrauch wäre eine jährliche Modifikation der Aufgabenstellungen wünschenswert.

Ge.

71-0021

KRÜGER, K.-H.

Wörterbuch der Datenverarbeitung Englisch-Deutsch

- Date Processing Dictionary English-German

1969, 1. Aufl. kart. 285 S., DM 24.-
Verlag Dokumentation, München-Pullach

Wenn im Vorwort ausgeführt wird, daß kaum ein Fachgebiet in seiner deutschen Terminologie so stark von den englisch-sprachigen Fachausdrücken beeinflußt und abhängig ist wie im Gebiet der Datenverarbeitung, so ist dem zuzustimmen. Deshalb ist der Versuch sehr begrüßenswert, die wichtigsten englischen Begriffe der EDV in einem Lexikon den deutschsprachigen Begriffen gegenüberzustellen. Daß dieser Versuch nicht stets glückt, hängt einmal mit der teils völlig ande-

71-0021

ren Sphäre und Nebenbedeutung der englischen und deutschen Worte zusammen. So können viele Übersetzungsversuche nicht überzeugen; dies wird schon allein an dem Beispiel deutlich, daß das englische Wort "documentation" mit dem deutschen Wort "Dokumentation" einfach übersetzt wird. Bei der rasanten Entwicklung der Datenverarbeitung wird es notwendig sein, wie der Verlag es ankündigt, in relativ kurzen Abständen neue Ausgaben herauszubringen. Immerhin ist die Benutzung dieses Buches beim Lesen englischer Texte auf dem Gebiet der EDV von großem Nutzen.

He

71-0022

OPPERMANN, A.

Wörterbuch Kybernetik Deutsch-Englisch -

Cybernetics Dictionary English-German

1969, 1. Aufl., kart. 241 S., DM 24.-
Verlag Dokumentation, München-Pullach

Der Autor versteht "Kybernetik" als maschinelle Funktionskontrolle, die einen zunehmend verzweigten Bereich von Anwendungsmöglichkeiten bekommt. Deshalb sollte ein Wörterbuch mit den Termini aus der Algorithmentheorie, Informations-, Regelungs-, Signal-, Spiel- und Systemtheorie, der Automatisierungstechnik, Wirtschaftswissenschaften und der Datenverarbeitung zusammengestellt werden. Auch Fachausdrücke aus Analog- und Digitalrechentechnik, der Pädagogik, Biologie und

71-0022

Psychologie sowie medizinische Linguistik wurden berücksichtigt. Die ersten 147 Seiten enthalten den deutsch-englischen, die restlichen 94 Seiten den englisch-deutschen Teil. Neben den zahlreichen Termini aus dem Gebiet der Regeltechnik und Elektro-Physik finden sich auch alle Begriffe der Lochkartentechnik, der Ein- und Ausgabeeinheiten bei elektronischen datenverarbeitenden Maschinen. Nicht in allen Fällen sind die Übersetzungen umfassend und glücklich. Der besondere Vorteil des Buches liegt jedoch darin, daß bei vielen Begriffen erklärt wird, ob das betreffende Fachwort zu dem Gebiet der Datenverarbeitung, der Starkstromtechnik, der Medizin, Pädagogik usw. gehört. Man wird das Buch daher beim Lesen entsprechender Dachtexte mit großem Gewinn benutzen.

He

71-0023

DOWNIE, N.M. and HEATH, R.W.

Basic statistical methods

9.Ed. 1970, 356 S., £ 2.10
Harper & Row New York, Evanston and London

Es gibt eine Fülle von statistischen Lehrbüchern, doch selten findet man eine Einführung, die so einfach und dennoch korrekt geschrieben wurde. Man könnte bedauern, daß von diesem Buch keine deutsche Übersetzung vorliegt, doch ist der Text so klar geschrieben, daß auch ein deutscher Leser kaum Schwierigkeiten hat.

Hervorzuheben ist, daß auf mathematische Ableitungen verzichtet wurde, daß vielmehr die wenigen, notwendigen Formeln an typischen Beispielen erläutert werden. Die bei jedem Kapitel angege-

71-0023

benen Übungsaufgaben ergänzen den Stoff sinnvoll. Behandelt werden u.a.: Häufigkeitsverteilungen, Mittelwerte und Varianzen, die Normalverteilung, Korrelation und Regression, die Binomialverteilung, χ^2-Test, Einführung in die Varianzanalyse, Signifikanztests, nichtparametrische Verfahren.

Ge.

71-0024

RAISBECK, G.

Informationstheorie - Eine Einführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure

1970, 111 S., DM 18.-
Aus dem Amerikanischen übersetzt von H.-G. Harnisch
R. Oldenbourg Verlag, München

Die Datenverarbeitung ist ohne die Informationstheorie eigentlich nicht denkbar. Dennoch ist der Zugang zur Informationstheorie nicht einfach. Es ist daher zu begrüßen, daß jetzt die deutsche Übersetzung einer guten Einführung vorliegt, in der im ersten Teil die wichtigsten Definitionen, z.B. der Entropie und der Kanalkapazität, gegeben

71-0024

und an anschaulichen Beispielen erläutert werden. Daran anschließend werden die Anwendungen der Informationstheorie bei Problemen der Signalübertragung behandelt.

Ge.

71-0025

KNORRE, W.A.

Analogcomputer in Biologie und Medizin

1971, 208 S., Brosch., M 29.40
VEB Gustav Fischer, Jena

Neben dem Digitalcomputer wird der Analogcomputer vor allem im Bereich der Forschung zunehmend an Bedeutung gewinnen. Daneben werden die sog. Hybridrechner, d.h. die Kombination von Analogrechnern mit Digitalrechnern immer mehr eingesetzt werden. Es ist daher zu begrüßen, daß hier nun eine gut gegliederte Einführung vorliegt, die für den Bereich der Biologie und Medizin gleich auch eine Fülle von Einsatzmöglichkeiten aufzeigt.

Die Untersuchung biologischer Systeme bedingt

71-0025

eine dynamische Betrachtungsweise. Mathematisch können dabei zeitliche Veränderungen in solchen Systemen durch meist nichtlineare Differentialgleichungen beschrieben werden. Bei der Untersuchung und Diskussion von Differentialgleichungen und Differentialgleichungssystemen können nun vorteilhaft Analogcomputer eingesetzt werden.

In dem vorliegenden Buch werden neben einführenden Beispielen und Begriffsdefinitionen behandelt: Aufbau und Arbeitsweise eines Analogcomputers, Programmierung des Analogcomputers und Modellbeispiele aus Chemie, Biologie und Medizin.

Jedem, der sich in dieses Gebiet einarbeiten oder sich einen Überblick verschaffen will, kann diese Einführung vorbehaltlos empfohlen werden.

Ge.

71-0026

MRACHACZ, H.-P.

Logik und Technik des Programmierens

1971, 250 S., DM 36.-
verlag moderne industrie, München

Der Titel verspricht vielleicht etwas zuviel. In der heutigen Phase der Datenverarbeitung wäre eine Darstellung der Logik und Technik des Programmierens für viele Programmierer recht nützlich. Das vorliegende Buch kann aber eigentlich nur als eine Einführung bezeichnet werden, die aber - das muß unumwunden bestätigt werden - sehr gut und flüssig geschrieben wurde. Die benutzte Programmiersprache ist sehr stark an die Assembler-Sprache angelehnt.

Als Einführung kann dieses Buch empfohlen werden.

Ge.

71-0027

GALL, M.W.

Computer verändern die Medizin

1969, 2. erw. Aufl., 331 S.,
A.W. Gentner Verlag, Stuttgart

Unter dem gleichen Titel haben wir einen Aufsatz veröffentlicht, der in gleicher Weise aufzeigen soll, daß wir auf die Welt mit den Computern sehr schlecht vorbereitet sind.

Der Verfasser versteht es, in einer ausgezeichneten Art in diese kommende Problematik hineinzuleuchten.

Eine Lektüre, die jedem, auch dem Nichtmediziner nur empfohlen werden kann.

Ge.