

Gi-B 171

Computereinsatz in der Medizin

Diagnostik mit Datenverarbeitung

Von
Rudolf Pirtkien

unter Mitarbeit von
Wolfgang Gierc

42 Abbildungen, 29 Tabellen



1971

Georg Thieme Verlag Stuttgart

Die Ärzte bestehen darauf, daß die medizinische Diagnose eine Kunst ist. Vielleicht ist das so, wenigstens zur Zeit. Aber muß das so sein? Und ist das gut?

C. J. ROACH

Vorwort

Der Einsatz von Computern wird in der Medizin der Zukunft nicht mehr zu umgehen sein. Im folgenden soll daher versucht werden, in verschiedenen Abschnitten

1. die Gründe für den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung in der Diagnostik aufzuzeigen,
2. eine einfache Übersicht über Bau und Funktion des Computers zu geben,
3. eine Dokumentation über den Einsatz dieser Maschinen in der gesamten Medizin zu bieten, in der Beispiele für jedes Gebiet angeführt sind; die unterschiedlichen Ansichten, Methoden und Ergebnisse der zitierten Autoren sind z. T. ohne Kommentar aufgeführt, um einer eigenen Meinungsbildung Spielraum zu lassen,
4. die Theorie der Diagnostik speziell mit Computerunterstützung einschließlich der Methoden und Ergebnisse anderer Autoren anzusprechen.
5. die eigenen Untersuchungen über die Möglichkeiten der computerunterstützten Diagnostik anzuführen und
6. abschließend einen Ausblick auf die zukünftige Entwicklung zu versuchen.

Die eigenen Ergebnisse auf dem Gebiet der Toxikologie treffen prinzipiell auf die gesamte medizinische Diagnostik zu. Die Fortsetzung der Arbeit auf dem Gebiet des Magen-Darm-Traktes ist im Gange. Die in der Medizin allgemein vorhandenen riesigen Datenmengen führen dazu, daß Datenbanken eine Forderung der Zeit sind.

Die Diagnostik mit Datenverarbeitung ist noch immer das interessanteste und umstrittenste Gebiet des Computereinsatzes in der Medizin, so daß eine Darstellung über die Möglichkeiten und Grenzen dieses Gebietes lohnend erschien. Obwohl in wenigen Jahren eine erhebliche Wandlung in der Einstellung der Ärzte zum Computer eingetreten ist, kann ein Beitrag wie dieser vielleicht eine weitere Klärung herbeiführen.

Das Manuskript war im Juni 1968 fertiggestellt, wurde aber nicht zum Druck gegeben, da es teilweise als Habilitationsschrift benutzt wurde. In der Zwischenzeit wurden weitere eigene Ergebnisse sowie neuere Literatur eingefügt. Die Arbeit wurde an der I. Inneren Abteilung des Robert-Bosch-Krankenhauses, Stuttgart (Chefarzt Prof. Dr. G. SEYBOLD), begonnen und an der Dokumentations- und Biologischen Abteilung der Med.-Biol.-Forschungsstelle am Robert-Bosch-Krankenhaus, Stuttgart (Leitender Arzt Priv.-Doz. Dr. R. PIRTKIEN), fortgesetzt. Es werden durchaus nicht überall fertige Lösungen geboten, vielleicht gelingt es aber, Anregungen für weitere zu geben – ein wichtiges Anliegen.

Zu danken ist der Vermögensverwaltung Bosch GmbH und Stuttgarter Homöopathisches Krankenhaus GmbH, die durch großzügige Förderung des Projektes diese Arbeit ermöglicht haben. Der Abteilung für elektronische Datenverarbeitung der Robert Bosch GmbH gebührt Dank dafür, daß sie das Ablocken der Daten übernommen und die Durchführung von Testläufen gestattet hat. – Von der IBM Stuttgart unterstützten uns die Herren BARTELS, WINCHENBACH, PLAPP, GALL, DIETENMEYER und DITTMAR. Dankbar sei auch die Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Dr. KOLLER, Direktor des Instituts für Dokumentation und Statistik der Universität Mainz, erwähnt, der Herrn Dipl.-Math. VICTOR mit unseren Wünschen in bezug auf die Diskriminanzanalyse beehrte. – Herrn Prof. Dr. med. R. GROSS, Direktor der I. Medizinischen Universitäts-

linik Köln, und Herrn Prof. Dr. med. G. GRIESSER, Direktor des Instituts für Med. Statistik und Dokumentation der Universität Kiel, gilt der ganz besondere Dank für die Durchsicht des Manuskriptes. Herrn Prof. Dr. G. NEUHAUS, Oberarzt der I. Medizinischen Universitätsklinik der Universität Berlin im Krankenhaus Westend (Direktor Prof. Dr. med. Freiherr VON KRESS) und dem Leitenden Arzt der Toxikologischen Abteilung des Krankenhauses Rechts der Isar, Herrn Dr. M. VON CLARMANN sowie den Herren Chefärzten Prof. Dr. J. SCHRÖDER und Prof. Dr. H. H. OTT vom Bürgerhospital der Stadt Stuttgart danke ich für die Überlassung von Krankengeschichten. – Herr Obermedizinalrat Dr. HAAG vom Chemischen Untersuchungsamt der Stadt Stuttgart hat liebenswürdigerweise Unterlagen über Asservate zur Verfügung gestellt. – Außerdem müssen die aufopferungsvollen Programmier- und Testarbeiten von Frl. H. DINKEL erwähnt werden. Frl. I. SCHAUER und Fr. A. STOLL haben in unermüdlicher Mitarbeit sich um das Zustandekommen des Manuskriptes großes Verdienst erworben.

Stuttgart, im November 1969

RUDOLF PIRTKIEN

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	VII
Einleitung	1
Die ärztliche Diagnostik und ihre Fehlerhäufigkeit	2
Die Häufigkeit von Fehldiagnosen	3
Wie können Diagnosen kontrolliert werden?	4
Der Arzt als Ursache von Fehldiagnosen	4
Mangelndes Wissen als Ursachen von Fehldiagnosen 4 – Inwieweit verwendet der Arzt bei der Diagnosenstellung objektive Daten? 5 – Ungenügende Unter- suchungen und Beobachterfehler als Gründe für Fehldiagnosen 5 – Die Arzt- persönlichkeit als Ursache für Fehldiagnosen 6 – Zusammenfassung über die Sicherheit von diagnostischen Verfahren 6	
Befunde und Verfahren als Ursachen von Fehldiagnosen	8
Labordaten als Ursachen für Fehldiagnosen 8 – Ungeeignete diagnostische Ver- fahren als Ursachen für Fehldiagnosen 9	
Eigene Untersuchungen über die Ursachen von Fehldiagnosen	9
Verbesserungsmöglichkeiten in der Diagnostik	13
Diagnostik und Statistik	13
Ein Vergleich zwischen menschlichem Gehirn und Datenverarbeitungsanlage	14
Prinzip der elektronischen Datenverarbeitung, Funktion, Steuerung und ähnliches	17
Definition und Geschichte der Datenverarbeitung	17
Definition des Computers	18
Geschichte der Datenverarbeitung durch Maschinen	19
Datencodierung	22
Digitale und analoge Symbole und ihre Verarbeitung	23
Das Dualprinzip	27
IBM IBC DIC CODI	31
Dateneingabe	34
Einführung	34
Möglichkeiten der Dateneingabe	34
Lochkarte 34 – Lochstreifen 34 – Fernschreiber 34 – Elektromagnetische Markie- rungen 34 – Optisches Lesen 35 – Direkteingabe über Tastaturen 36 – Magnet- bandschreibmaschine 37	
Datenspeicherung und Geschwindigkeit der Rechenanlagen	37
Möglichkeiten der Datenspeicherung	37
Magnetband 37 – Magnetstreifenspeicher 38 – Plattenspeicher 38 – Magnetkern- speicher 39	
Die Geschwindigkeit der Rechenanlagen	41
Feste Regeln in der Datenverarbeitung	42
Ausgabe von Daten	44
Zusammenfassung der Einzelteile eines Computers	46
Das Programm	50
Betriebssysteme	53
Welches Personal ist für die EDV notwendig?	57

Über den Einsatz elektronischer-datenverarbeitender Maschinen in der Medizin	58
Verwaltung	59
Krankenhausverwaltung	59
Personal- und Finanzverwaltung	59
Wirtschaftsverwaltung	60
Steuerung des Informationsflusses	60
Das Krankenhaus-Informationssystem (KIS)	61
Lösungsmöglichkeit 1 für ein KIS 68 – Lösungsmöglichkeit 2 68 – Lösungs- möglichkeit 3 68 – Lösungsmöglichkeit 4 71	
Dokumentation	74
Dokumentation klinischer Daten	74
Literaturdokumentation, »information retrieval«	83
Anwendungsmöglichkeiten in der Forschung	85
Statistik	85
Verschiedenes	86
Analyse biologischer Systeme 86 – Synthese biologischer Systeme 86 – Genetik 87	
Analyse von Mikrophotographien 88	
Anwendung in der Diagnostik	88
Patientenüberwachung	88
EEG-Auswertung	88
Ekg-Auswertung	89
Auswertung von Ballistokardiogrammen	93
Auswertung von Phonokardiogrammen	93
Auswertung von Röntgenbildern und Szintigrammen mit Hilfe eines Com- puters	94
Anwendungsmöglichkeiten im Laboratorium	95
Stoffwechselstudien	99
Diagnostik von Krankheiten mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen	99
Therapieplanung mit Computerhilfe speziell in der Strahlenheilkunde	99
Ausbau der Positronszintigraphie	101
Programmiertes Lernen	101
Anwendungsmöglichkeiten von Computern im öffentlichen Gesundheitsdienst	103
Einsatzmöglichkeiten in der Praxis des niedergelassenen Arztes	104
Bibliographien über Computereinsatz in der Medizin	108
 Bisherige Erfahrungen mit dem Computereinsatz zur Diagnostik von Krankheiten	 109
Allgemeine Probleme der Diagnostik	109
Allgemeines zur Diagnostik mit Computerunterstützung	114
Tabellierung diagnostischer Möglichkeiten	116
Allgemeine Betrachtungen in der Literatur über Computereinsatz in der Diagnostik	118
× Methoden der mathematisch-statistischen Diagnostikunterstützung	119
Mathematische Ansätze für den MEDIUC	119
Symptomlisten der Krankheiten 122 – Gewichtung der Symptome 123 – Wahr- scheinlichkeitsansätze 124	
Der <u>Bayes</u> -Ansatz	124

Die Bayes-Formel bei unkorrelierten Symptomen 124 – Die Anwendung der Bayes-Formel unter Berücksichtigung signifikanter Korrelationen 125	
Der Likelihood-Quotient	128
Der Signifikanzindex nach Brodman	129
Eads-Signifikanzindex	130
Diskriminanzanalyse	130
Faktorenanalyse	131
Optimierungsverfahren für die diagnostisch therapeutische Entscheidung	132
Praktischer Einsatz in einer Poliklinik	132
Eigene Modelle	136
× Arbeitsrichtungen am MEDIUC	136
Pilot study	140
Autocoder-Programm für IBM 1401 u. a. zur Diagnostik von Vergiftungen (Programmform I)	140
Gestaltung der Lochkarten 141 – Maschinelle Ausrüstung 141 – Methode der Verarbeitung 141 – Ergebnisse 144	
× Arbeit mit IBM/360-Maschinen	146
Datengewinnung aus der Literatur	146
Datengewinnung nach klinisch behandelten Vergiftungen	147
Aufbau des gesamten Datenbestandes im Computer (Programmform II)	149
Gewichtung der Symptome	150
Die Symptome	150
Die Untersortierbegriffe 152	
Aufbau der Lochkarten (Programmform II)	153
Maschinenausrüstung	153
Das Programm (II. Form)	155
Ein Beispiel für das Programmieren	156
Problemstellung 156 – Die DIMENSION-Anweisung 157 – Die Laufanweisung 158 – Die READ-Anweisung 158 – Die arithmetische WENN-Anweisung 159 – Die WRITE-Anweisung 159 – Die Sprunganweisung GO TO 159 – Die einfache GO TO-Anweisung 159 – Der Formatcode A 159 – Die END-Anweisung 160	
Beschreibung des Programmteiles 160	
Die Dateien im Plattenspeicher bei Programmform II	161
1. Giftstoffdatei 161 – 2. Giftstoff-Symptom-Datei 161 – 3. Symptomdatei 161	
4. Symptom-Giftstoff-Datei 162 – 5. Textdatei 162	
Die Karten für den Diagnoselauf (Programmform II)	162
Beschreibung der Vorkarte (Vorlauf) 162 – Beschreibung der Parakarte (Parameter) 164 – Beschreibung der SY-Karte (Symptomnummern) 164	
Das Programm »AENDERN« (Programmform II)	165
Die Lexika	167
a) Das Symptomlexikon 167 – b) Das Giftstofflexikon 168	
× Aufbau der Ausgabe der Differentialdiagnose (Programmform II)	168
Stufenweiser Aufbau der Differentialdiagnose (Programmform II) 169	
Zeitdauer für die Stellung einer Diagnose (Programmform II)	174
Die verschiedenen Möglichkeiten der Auskünfte (Programmform II)	175
Ergebnisse der Datenläufe (Programmform II)	175

Die Umstellung auf das operating system mit einer Programmiererweiterung (Programmform III)	183
Für die Programmform III geänderte Kartenarten und Schalter	187
Diskussion	191
Einleitung	191
Eigene Ergebnisse	191
Literatur	191
Symptome	192
Nach Erprobung aufgegebenen Ansätze	192
Diagnostischer Wert der symptoms, signs und tests	193
Sperrsymptome = einengende Symptome	193
Diskriminanzanalyse	194
Der Wahrscheinlichkeitsansatz nach Eads	195
Korrelation der verschiedenen Gewichtungen	195
Aufbau der Diagnostik	195
Die Richtigkeit der Aussage	196
Randunschärfe in der Diagnostik	197
Berücksichtigung der Vergiftungsstadien	197
Vergiftungen als Modell der computerunterstützten Diagnostik von Krank- heiten	198
Notwendige weitere Arbeiten	198
Die ärztliche Verantwortung und Maschinendiagnose-Gläubigkeit	200
Arzt und Computer	202
Die Notwendigkeit der Einrichtung von Informationszentralen für Gifte mit Computerunterstützung	204
Ausblick	207
Literatur	213
Programme für einen die medizinische Diagnostik unterstützenden Computer	221
Sachverzeichnis	261

Einleitung

Die medizinische Literatur und damit das in ihr gespeicherte Informationsmaterial sind in den letzten Jahren unübersehbar geworden. Wenn man berücksichtigt, daß sich nach Untersuchungen in Kalifornien der allgemeine Wissensschatz von 1800 bis 1900, von 1900 bis 1950 und wieder von 1950 bis 1960 und schließlich in den wenigen Jahren von 1961 bis 1966 jeweils verdoppelt hat, kann man die Schwierigkeiten, die sich dem Erfassen, Verarbeiten und Wiederauffinden dieses Wissens bieten, voll ermessen. Selbst die durch die Informationsüberschwemmung bedingte Spezialisierung in der Medizin kann dem einzelnen Spezialisten nicht mehr eine Vollinformation ermöglichen (PIRTKIEN 1967a). Nach LEIBER (1965) sollen etwa 30 000 Krankheiten bzw. Syndrome existieren. Nimmt man an, daß es durchschnittlich nur 25 Symptome für ein Krankheitsbild gibt, dann kann man über 700 000 mögliche Symptom-Krankheits-Kombinationen finden. Krankheits-Symptom-Kombinationen werden zwar jeweils durch den Arzt bei der Diagnostik auf wenige Prozent, mit denen er zu arbeiten pflegt, reduziert. Auch diese kleineren Zahlen müssen aber den einzelnen Krankheiten bzw. Syndromen zugeordnet werden. Krankheits-Symptom-Matrizen auch dieses Ausmaßes sind für das menschliche Gehirn kaum zu speichern und zu verarbeiten. Es ist daher verständlich, daß man versucht hat, sich datenverarbeitender Maschinen als Hilfsmittel zur Diagnosefindung zu bedienen, die in anderen Bereichen wie Industrie, Technik und Wissenschaft vielfältige und durch nichts zu ersetzende Bedeutung gewonnen haben. In der Bundesrepublik benutzten nach Untersuchungen des Deutschen Krankenhaus Instituts 1969 54 Krankenhäuser eigene Computer, 192 arbeiten insgesamt mit EDV auf verschiedenen Gebieten.

Wie zwingend eine Hilfe in der Diagnostik erscheint, soll im folgenden an Fehlern bei der konventionellen Diagnostik und ihrer Häufigkeit abgeleitet werden.

An den Beginn seien einige Definitionen, u. a. von FEINSTEIN (1963), gestellt: Mit »Symptomen« werden alle subjektiven und objektiven Beobachtungen und Messungen an Patienten bezeichnet. *Symptoms* sind subjektive klinische Abweichungen, durch den Erkrankten beobachtet und vom Arzt bei der Aufnahme der Vorgeschichte notiert. *Signs* sind objektive klinische Abweichungen, manchmal, aber nicht immer vom Erkrankten bemerkt und vom Arzt bei der körperlichen Untersuchung festgestellt. Beobachtbare *signs* sind solche, die sichtbar oder fühlbar sind, gelegentlich auch hörbar und sowohl durch den Erkrankten als auch durch den Arzt zu erkennen. Evtl. pathologische Laborwerte werden durch zusätzliche *tests*, durch Apparate oder Arbeitsgänge erhalten. Sie werden zur Erweiterung der normalen klinischen Untersuchungen eingesetzt. Diese *tests* schließen Elektrokardiographie, Elektroenzephalographie, Röntgenologie und Laboranalysen der Körperflüssigkeiten, Zellen, Gewebe und Exkrete mit ein. Durch Arbeiten mit Computern angeregt, schlugen PIPBERGER u. FREIS (1960) vor, zwischen harten, relativ harten und weichen Daten zu unterscheiden.

Die ärztliche Diagnostik und ihre Fehlerhäufigkeit

»Eine Diagnose zu stellen, ist ein schöpferischer Akt. Vor der Diagnose gibt es keine Krankheit im wissenschaftlichen Sinn. Es gibt die Leiden des Patienten und ihre Symptome. Erst in dem Augenblick, in dem der Arzt die Vielfalt der Symptome zueinander in Beziehung setzt, die in dieser ganz bestimmten Konstellation einander zugeordneten und einander entsprechenden Symptome auf eine einheitliche Ursache zurückführt, den Patienten einem bestimmten Krankheitsbild zuordnet, ihn als »einen Fall von . . .« definiert, in diesem Augenblick erst tritt die Krankheit aus der magisch-dunklen und drohenden Kulisse der Symptome in das helle Lampenlicht der Ratio.«

So definiert EMMERICH, er ist bekannter unter seinem Pseudonym PETER BAMB (1948), den Begriff Diagnostik. ROTHSCHUH (1967) nennt die »Diagnose« ein abschließendes Urteil, während er »Diagnostik« als die Technik der Diagnosestellung bezeichnet.

Nach LÖFFLER (1961) soll die Diagnose einerseits sagen, was nicht vorliegt (Diagnose per exclusionem), und andererseits, was tatsächlich vorliegt (affirmative Diagnose). Hier sei auch die Diagnose ex iuvantibus erwähnt, die aber nur bei einem spezifisch wirkenden Heilmittel ausnahmsweise nach erfolgter Therapie gestellt werden kann. Bemüht man sich nicht um eine Diagnose, so besteht die Gefahr einer Symptombehandlung statt einer Therapie von Krankheiten. »Vor die Therapie haben die Götter die Diagnose gesetzt.« Nur wenn man aufgrund der Diagnose als Massenphänomen den Verlauf der Krankheit kennt, ist eine Prognose möglich. Damit ist die Diagnose die Grundlage jeder Prognose. Zur Diagnose benötigt der Arzt sein Wissen und seine Erfahrung. Das Wissen ist ebenfalls Erfahrung, nämlich die immer wieder überprüfte und revidierte Erkenntnis von vielen Generationen von Ärzten (KOLLER 1963). Auch die sogenannte ärztliche Intuition ist nach GROSS (1967) zwar unbewußt, entsteht aber aus der vorgeprägten Erfahrung. Nach KOLLER (1967a) führt ein unbewußter Identifikationsschluß zur intuitiven Diagnose.

Nach LANGE (1969) sollte ein guter Diagnostiker

- a) eine gute Untersuchungstechnik und gute Kontaktfähigkeit zum Patienten,
- b) ein überdurchschnittliches Gedächtnis,
- c) kritisches Urteilsvermögen und
- d) geistiges Adaptationsvermögen haben, d. h. die stete Bereitschaft aus Fehlern zu lernen.

Die Daten der Anamnese, die Befunde der symptoms und signs, die Ergebnisse der routinemäßig durchgeführten Labor- und sonstigen technischen Untersuchungen ergeben Anhalte für die Diagnose oder bereits das abschließende Urteil. Dieses Urteil entsteht – nach Ausschluß möglicher Krankheiten durch vorhandene Einzelsymptome – schließlich durch Vergleich des erhaltenen Symptomkomplexes mit vorhandenen Engrammen im ärztlichen Gehirn. Ist eine abschließende Zuordnung des Symptomkomplexes zu einem analogen im menschlichen Gedächtnis nicht möglich, dann müssen spezielle Untersuchungen auf die Verdachtsdiagnose hin zur weiteren Klärung folgen (Abb. 1).

Wieweit man die Diagnose treiben sollte, ist eindeutig zu beantworten. Wieweit man sie treiben muß und kann, ist dagegen mehrdeutig. Man kann sich fragen, ob die Diagnose »Bronchopneumonie« nicht genügt. Hier kann aber die Therapie beispielsweise in Form von Antibiotika den Erregernachweis und die Resistenzbestimmung verlangen. Dabei wird die weitergehende Diagnose »Viruspneumonie« ermöglicht und auch notwendig.

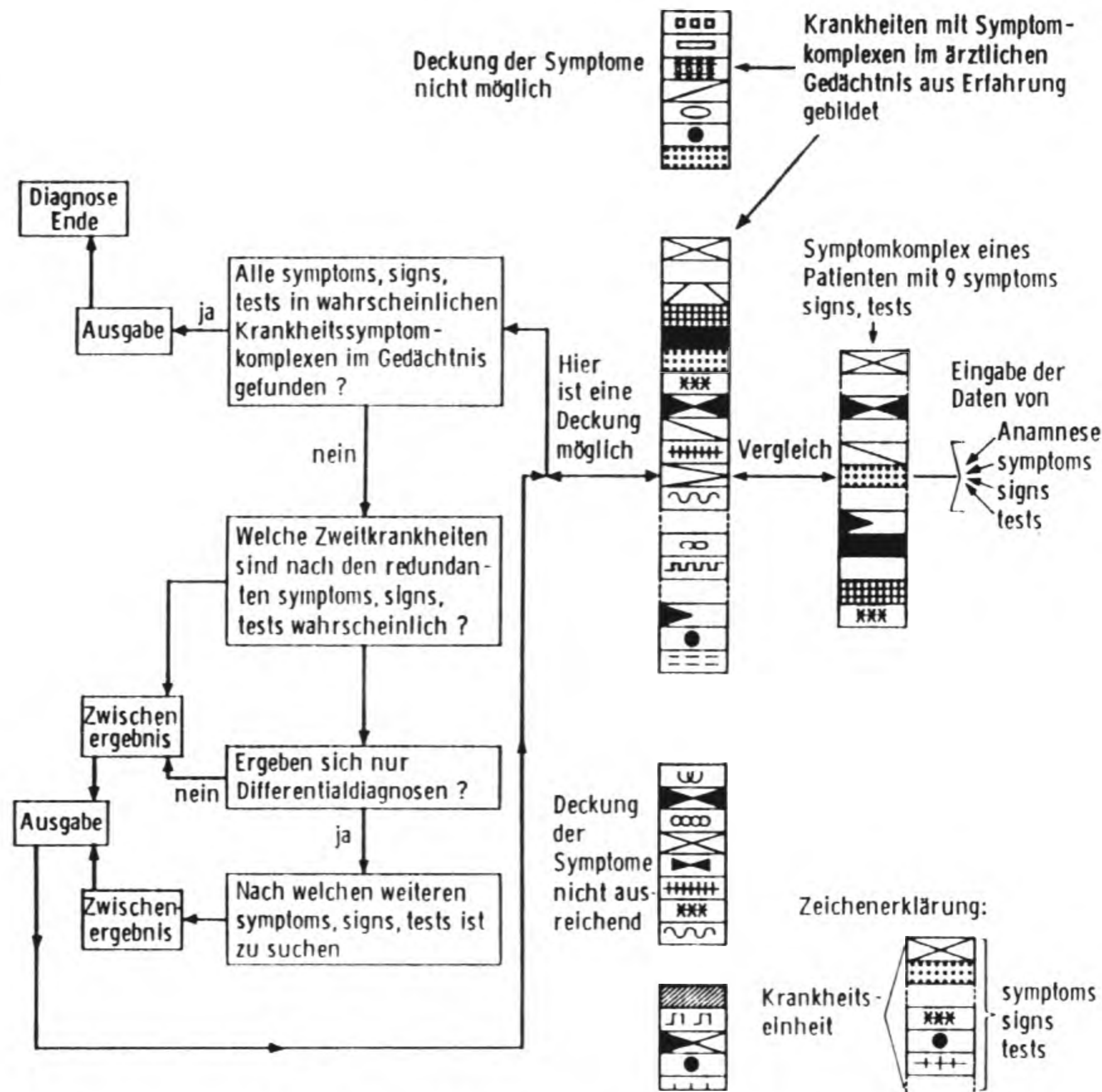


Abb. 1 Diagramm eines Modells der ärztlichen Diagnosebildung

Die Häufigkeit von Fehldiagnosen

Fehldiagnosen kommen durch Ignoranz, Fehler in der Urteilsbildung, ungenügende Untersuchung und Laboratoriumsbefundgläubigkeit zustande (FISSINGER 1948). Über die Häufigkeit der durch diese Ursachen entstehenden Fehler in der Diagnostik liegen kaum Veröffentlichungen vor. LANDES u. ZÖTL (1966) fanden bei 1132 Obduktionen 10% Fehldiagnosen, in 38% wurden nach der Obduktion »Erweiterungen« der klinischen Diagnose notwendig und in 52% bestätigte sich die klinische Diagnose. Man kann aber in der Gruppe, in der 38% der Diagnosen durch Obduktion eine Erweiterung erfahren, auch teilweise Fehldiagnosen sehen. KOLLER (1967a) rechnet mit einer Häufigkeit der Fehldiagnosen von 30%. Man darf also wohl annehmen, daß sie bei Grundleiden von Kranken in einer internen Klinik zwischen 10 und 30% liegt. Die Zeitschrift »DM« berichtet im März 1968, daß die Häufigkeit der Fehldiagnosen in Deutschland 20% betrage. Diese Zahlen beziehen sich nur auf die Diagnosen von

Grundleiden der Patienten. Sie steigen an, wenn man noch die Nebendiagnosen m hinzunimmt. Eigene Untersuchungen an zwei Inneren Abteilungen kamen zu zahlmäßig etwa gleichem Ergebnis. Die klinischen Diagnosen wurden mit den autoptische bei 600 Fällen verglichen. Die Anzahl der Fehldiagnosen bei Grundleiden differierte b den beiden Inneren Abteilungen nur um etwa 1%. Die Differenz fällt damit in de Zufallsbereich (PIRTKIEN 1967b).

Zur Frage der Häufigkeit von Mehrfachdiagnosen sei erwähnt, daß GROSS (1969) a führt, in den Mainzer Kliniken schwanke die Häufigkeit von zwei oder mehr Diagnosen bei stationär Behandelten beispielsweise zwischen 70% an den medizinischen un 25% an den chirurgischen Kliniken.

Wie können Diagnosen kontrolliert werden?

Wir diagnostizieren nach unserer Erfahrung. Zu dieser Erfahrung gehört auch jede Di gnose, die wir gestellt haben. Um die Ergebnisse der Diagnostik zu verbessern, sin Kontrollen notwendig. Die einzigen Kontrollmöglichkeiten, die der Arzt hat, sind d bioptischen und autoptischen Befunde. Aus ihnen können wir lernen. Eine Vorausse zung für verwertbare Ergebnisse ist, daß die klinischen Diagnosen vor der Autops dem Pathologen zur Verfügung gestellt werden. Nur dann hat man sich endgült festgelegt und kann sich später kontrollieren. Die Anzahl der Fehldiagnosen, die ma nach einem Vergleich mit den Autopsieergebnissen erhält, wird auch davon abhängen wie streng man den Maßstab anlegt. Begnügt man sich beispielsweise mit der Diagnos »Karzinom«, wird der Prozentsatz der Fehldiagnosen – nach eigenen Untersuchunge um ein Drittel – absinken. Unterteilt man aber Diagnosen möglichst weit, wird de Prozentsatz der Fehldiagnosen anwachsen. Liegen klinisch beispielsweise Symptom eines Gallengangkarzinoms vor und die Sektion ergibt, daß der Ausgangspunkt de Karzinoms in der Gallenblase liegt, kann man hierin eine Fehldiagnose sehen. Ma muß sich zusätzlich fragen, ob eine Fehldiagnose dieser Art auch therapeutisch Kon sequenzen gehabt hätte. So wird – je nach der Art der Auswertung – die Anzahl de Fehldiagnosen, die eine Klinik feststellt, schwanken.

Der Arzt als Ursache von Fehldiagnosen

Mangelndes Wissen als Ursachen von Fehldiagnosen

Nach FIESSINGERS (1948) Einteilung ist mangelndes Wissen eine der Hauptursache für Fehldiagnosen. Es wird überwiegend angenommen, daß Irrtümer in der Differen tialdiagnose häufiger durch Fehler des Weglassens zustande kommen als aus andere Gründen (LEDLEY 1965). Um für die Frage der reproduzierbaren Gedächtnisleistun von Ärzten einen Anhalt zu bekommen, wurden von PIRTKIEN (1966b) 17 voll ausge bildete Kollegen gebeten, innerhalb von 15 Minuten die Symptome einer relativ häu figen Erkrankung, des Magenkarzinoms, aufzuschreiben. Es wurden von ihnen 33% der weitgehend vollständigen Symptomliste dieser Erkrankung angegeben. Danac wurden die gleichen Kollegen gebeten, innerhalb der gleichen Zeit die Symptome eine seltenen Erkrankung, des Morbus WHIPPLE, aufzuschreiben. Jetzt wurden nur 5% der Symptome angegeben. Ein Drittel der Kollegen konnte bei dieser Erkrankung über haupt keine Symptome aufzeichnen. Hierdurch scheint der Wert eines nichts verges

senden Gedächtnisses für die Diagnostik in Form eines MEDIUC (*M*Edizinische-*D*iagnostik-*U*nterstützender-*C*omputer) ausreichend dokumentiert zu sein. Ohne Kenntnisse der Symptome einer bestimmten Krankheit kann diese nicht diagnostiziert werden. Die Prozentzahl der Symptome, die vom Magenkarzinom bekannt war, ist nicht schlecht, wenn man berücksichtigt, daß der Arzt seine Diagnosen mit einer relativ kleinen Anzahl von Symptomen zu stellen pflegt. Bei der Auswertung von etwa 10 000 Krankengeschichten der beiden Inneren Abteilungen des Robert-Bosch-Krankenhauses, Stuttgart, der Toxikologischen Abteilung der I. Med. Klinik der Freien Universität Berlin und der Toxikologischen Abteilung des Krankenhauses Rechts der Isar in München ergab sich, daß Symptomzahlen zwischen 3 bis über 40 pro Krankheit in Krankenblättern vorkommen können. Symptomlisten, die Krankheiten zugeordnet sind, pflegen auf dem Gebiet der Inneren Medizin durchschnittlich etwa 80 bis 100 Symptome zu enthalten. Mangelndes Wissen ist infolge dieses ungeheuren Wissenstoffes kaum zu vermeiden. Die einfachste Möglichkeit, die sich bieten würde, diesem Mißstand abzuhelpen, wäre der Einsatz eines MEDIUC, der eine Datenbank zur Verfügung stellen könnte. Die erwähnten Feststellungen über das Symptomgedächtnis von Ärzten und die Häufigkeit von Fehldiagnosen wurden daher nur vorgenommen, um festzustellen, wie gut ein Maschinencomputer im Verhältnis zum menschlichen »Zerebralcomputer« arbeitet.

Inwieweit verwendet der Arzt bei der Diagnosenstellung objektive Daten?

ELSON u. Mitarb. (1967) berichteten, daß bei der ersten Untersuchung von 1400 Patienten 300 Ärzte die Diagnosen: Fettsucht, Hypertonie, Diabetes mellitus und Koronarerkrankung stellten. Diese Diagnosen wurden mit objektiven Daten verglichen, die normalerweise zu diesen Diagnosen führen. Sie fanden, daß die Ärzte die Diagnosen innerhalb eines weiten Spielraumes dieser Daten gestellt oder ausgeschlossen hatten. Wie ein Arzt die Diagnose stellt, welche objektiven Daten er benutzt und wie er diese gegen andere Faktoren abwägt, sind Überlegungen, die bisher der Forschung größtenteils nicht zugänglich waren. Nicht nur für die Computeranwendung sind hier Klärungen notwendig.

Ungenügende Untersuchungen und Beobachterfehler als Gründe für Fehldiagnosen

Ein weiterer Punkt in den von FIESSINGER (1948) aufgeführten Ursachen der Fehldiagnosen sind ungenügende Untersuchungen. Sie müssen zum Teil einer kurzen Aufenthaltsdauer der Patienten sowie der Schwere des Krankheitsbildes in den ersten Tagen angelastet werden, die eingreifende Untersuchungen unmöglich machen. Daher konnte PIRTKIEN (1967b) feststellen, daß ein Viertel der Fehldiagnosen in den beiden Inneren Abteilungen in den ersten ein bis zwei Tagen gestellt werden. Nach einer Aufenthaltsdauer von mehr als 14 Tagen findet sich dann immer etwa die gleiche Anzahl Irrtümer. Neben den ungenügenden Untersuchungen gibt es aber eine weitere Ursache, die hier erwähnt werden muß. REYNOLDS (1952) hat ein sehr bemerkenswertes Beispiel für Beobachterfehler bei einer einfachen klinischen Untersuchung erwähnt. Es handelt sich um die Palpation des Leberrandes. Fünf Kliniker mit Erfahrung und Zutrauen zu ihren Fähigkeiten bestimmten unabhängig voneinander den Abstand des Leberrandes vom Rippenbogen bei 30 Fällen von Hepatitis. Der Korrelationskoeffizient zwischen

ihren Beobachtungen war praktisch unbedeutend, die Ergebnisse sind also zufällig verteilt gewesen. Nach LUSTED (1966b) gibt es einige hundert Arbeiten über den Beobachterfehler. Eine Literaturzusammenstellung kann von ihm persönlich angefordert werden.

Auch Angaben der Patienten können zu Fehldiagnosen führen. LILIENFELD u. GRAHAM (1958) berichteten, daß die Frage an Patienten, ob bei ihnen eine Beschneidung durchgeführt worden sei, in 34,4 % falsch beantwortet wurde.

Die Arztpersönlichkeit als Ursache für Fehldiagnosen

Daß Fehler in der Urteilsbildung z. T. auch im Charakter der Ärzte begründet sind, ist bekannt. Ein Arzt, der immer wieder seltene Diagnosen zu stellen pflegt, müßte beispielsweise jedesmal bedenken, daß seltene Krankheiten selten sind. »Nirgendwo sind Voreingenommenheit und Eitelkeit so verhängnisvoll wie in der medizinischen Diagnostik. Diagnosen sind sozusagen Näherungen gegenüber einem objektiv oft nicht vollkommen übersehbaren Tatbestand« (GROSS 1969). Ein Kollege, der niemals einen Konsiliarius braucht, überschätzt seine Möglichkeiten. Auch eine große Laboratoriumsbefundgläubigkeit ist hier zu nennen. Weiterhin werden Optimismus und Pessimismus eines Arztes ihre Auswirkungen haben, ebenso seine Emotionen.

Zusammenfassung über die Sicherheit von diagnostischen Verfahren

Über interessante Fälle von Fehldiagnosen berichtete DOUTHWAITE (1956) nach fünf und zwanzigjähriger Erfahrung.

Auch GARLAND (1959) bringt eine Zusammenfassung von Veröffentlichungen über diagnostische Irrtümer. In Tab. 1 seien Ergebnisse mit 5 klinischen Tests und mit Laboratoriumsuntersuchungen angeführt, die sich mit dem Beobachterfehler befassen.

Tabelle 1 Diagnostische Irrtümer (nach GARLAND)

1. Diagnose: Herzinfarkt 214 sezierte Patienten	56 % Fehler	
2. Diagnose: Lungenemphysem 20 Patienten, 8 erfahrene Internisten	33–85 % Nichtübereinstimmung in einfachen <i>signs</i>	
3. Erkrankung der Tonsillen bei 389 Kindern, 3 Gruppen von Untersuchern (BAKWIN 1945)	174–324mal wurde Tonsillektomie empfohlen	
4. Ernährungszustand 221 Kinder, 5 Kinderärzte	Malnutrition Spielraum übereinstimmend durch alle Untersucher	32–
5. Aufnahme der medizinischen Vorgeschichte 993 Bergarbeiter, 4 Untersucher	% beschrieben mit Husten Sputum Dyspnoe Schmerz	23– 13– 10– 6–

6. Auswertung der Ekg 100 Ekg, 10 Untersucher (einschl. 9 erfahrener Kardiologen), zweimaliges Beurteilen (DAVIS u. Mitarb. 1967)	20% Fehler, inter- und intraindividuell	
7. Klinische Laborarbeiten Standardbeispiele von 59 Krankenhaus- laboratorien	<i>Material / % Gesamtfehler</i>	
	HB	22
	Glukose	10
	Eiweiß	15
	Kalzium	28
8. Bestrahlungseffekt auf die Schilddrüse, behandelte und unbehandelte Schilddrüse in einer Serie von 39 Patienten	falsch-positive falsch-negative	4% 27%
9. Erythrozytenzählung (Urteil von klinischen Pathologen: »Unmöglich«)	16-28% Gesamtabweichung	

Hervorgehoben sei in der Arbeit von GARLAND das Beispiel von BAKWIN (1945). Er beschreibt eine Studie mit 1000 Schulkindern, wobei es um die Ratsamkeit einer Tonsillektomie ging. Es wurden 611 tonsillektomiert. Die übrigbleibenden 389 wurden dann von anderen Ärzten untersucht und 174 für eine Tonsillektomie ausgewählt. Dieses Verfahren ließ jetzt 215 Kinder übrig, deren Tonsillen augenscheinlich normal waren. Nach der Vorstellung bei einer weiteren Gruppe von Ärzten wurde 99 von den 215 Kindern bescheinigt, daß sie eine Tonsillektomie benötigten. Schließlich wurde noch eine andere Gruppe von Ärzten gebeten, die restlichen Kinder zu untersuchen, und erneut wurden 50% für die Operation vorgeschlagen. Am Ende blieben nur noch 65 von den ursprünglich 1000 Kindern übrig, deren Tonsillen nicht entfernt oder die nicht zu einer Entfernung vorgeschlagen worden waren.

Anschließend geht GARLAND auf das Gebiet der Röntgenologie ein. Er bemerkt, daß die Größe der Filme bei Röntgenreihenuntersuchungen in bezug auf die Fehler weniger wichtig ist als der Grad der Beobachtersvariation. Als fünf erfahrene Ärzte Filmserien auswerteten, wobei verschiedene Filmgrößen benutzt wurden, hatten alle Untersucher annähernd 25% von positiven Filmen jeder Serie überlesen oder verfehlt (BIRKELO u. Mitarb. 1947). Schließlich mußte GARLAND feststellen, daß es auch bei erfahrenen Ärzten einen meßbaren Grad von Beobachterfehlern gibt, die anscheinend ganz allgemein zum Menschen gehören. Auch WIENER (1960) stellte fest, daß der Beobachterfehler ein Teil der Beobachtung selbst ist.

Weitere Beispiele: In den USA sollten 2 Radiologen und 3 Pulmologen 1256 Röntgenbilder nach der Alternative »Tbc-positiv« gegen »Tbc-negativ« einstufen. Die Urteile schwankten pro Beobachter in bezug auf »Tbc-positiv« von 56 = 4,4% bis 100 = 7,9%. Als man nach 2 Monaten einem dieser Beurteiler, der 59 »Tbc-positiv«-Diagnosen gestellt hatte, die ursprünglichen 59 Aufnahmen neben allen übrigen noch einmal vorlegte, diagnostizierte er 55 als »Tbc-positiv« und dazu weitere 23 als »Tbc-positiv«, die er bei der ersten Beurteilung für »negativ« gehalten hatte (BIRKELO u. Mitarb. 1947).

Der Beobachterfehler ist nicht nur auf die Auswertung von Röntgenbildern beschränkt. Nach einer Studie von DAVIES (1956) hatten 10 namhafte amerikanische Kardiologen 50 Infarkt-, 25 anderweitig pathologische und 25 normale Ekgs auszuwerten. Es wurden diagnostiziert: von den 50 Infarkt-Ekgs 36 bis 63, von 25 sonst pathologischen Ekgs 20 bis 44; von 25 normalen Ekgs waren es 10 bis 29. Der Befund wurde also ebenso unter- wie überdiagnostiziert. Der Treffsicherste der 10 Kardiologen irrte

sich 11mal, der Unsicherste 56mal. Falsch-positive Diagnosen werden häufiger von optimistisch eingestellten Ärzten, falsch-negative von pessimistischen und übervorsichtigen Kollegen gestellt werden.

VON TORONTO u. Mitarb. (1963) konnte gezeigt werden, daß Kliniker, die an einer Studie zur Diagnostik angeborener Herzfehler teilnahmen, 2 Arten von Fehlern machte. Einerseits Fehler bei der Symptomerkennung und andererseits Fehler in der Logik d. h. sie kamen zu falschen Schlüssen trotz sicher zu erhebender Daten. Das Ausmaß der Beobachtersvariationen bei den klinischen Entscheidungen ist dann viel größer, wenn die Daten subjektiv und zweideutig sind, als wenn sie objektiv und faktisch sind (GROSS u. GROSSMANN 1964).

Befunde und Verfahren als Ursachen von Fehldiagnosen

Labordaten als Ursachen für Fehldiagnosen

Nun zu den wirklich harten Daten, den Messergebnissen, wie sie die Laborergebnisse darstellen. BÜTTNER (1966) hat sich mit der Zuverlässigkeit der Befunde des Praxislaboratoriums beschäftigt und meint, daß der Arzt im allgemeinen dazu neigt, die Befunde, die mit naturwissenschaftlichen Methoden gewonnen wurden, hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit zu überschätzen. Abb. 2 zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen an 1117 amerikanischen Laboratorien, in welchen ein Ketonnachweis im Harn am gleichen Material durchgeführt wurde. Die Abbildung (aus BÜTTNER 1966) zeigt in der Mitte die richtigen Bestimmungen und rechts und links davon die falsch-positiven und falsch-negativen Befunde. Richtig waren hiernach die Untersuchungen in weniger als 500 Laboratorien.

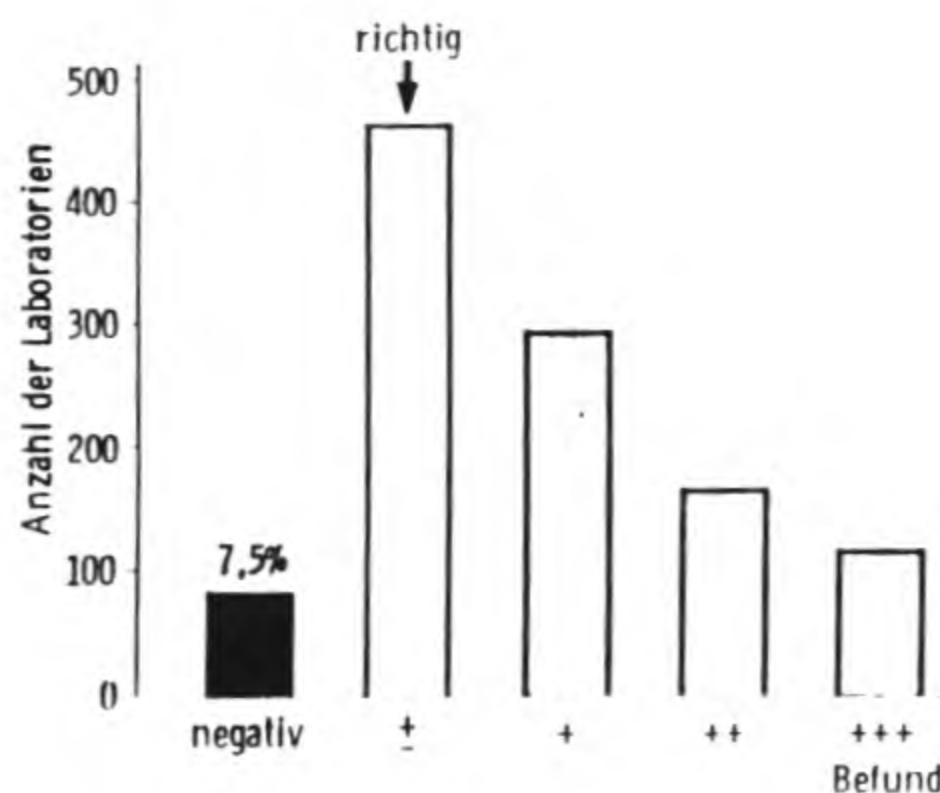
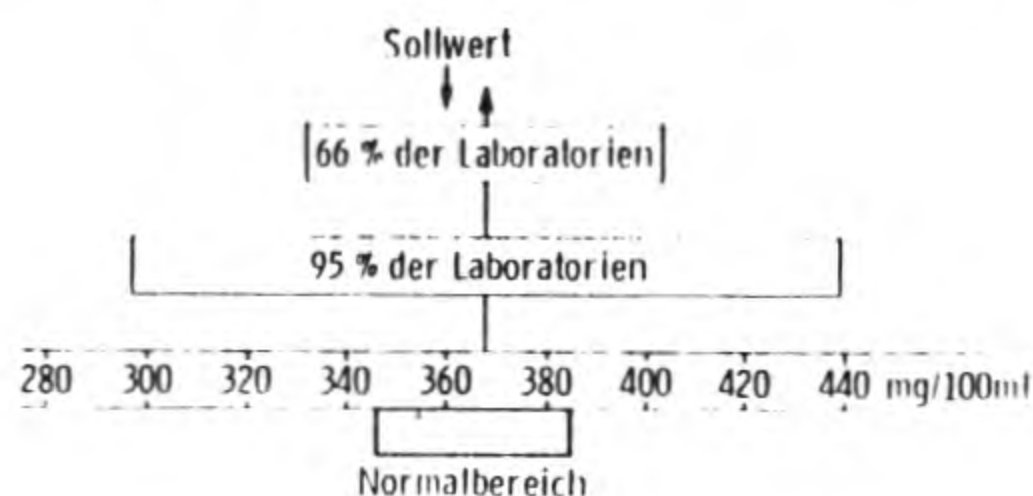


Abb. 2 Ketonkörpernachweis im Urin. Ergebnisse einer Untersuchung des College of American Pathologists in 1117 amerikanischen Laboratorien (aus BÜTTNER: Med. Welt 17 [1966] 1808)

Abb. 3, ebenfalls aus einer Arbeit von BÜTTNER (1964), gibt die durchgeführten Bestimmungen in 29 deutschen Laboratorien wieder. Hierbei sollten die Chloride im Serum bestimmt werden. Der Sollwert fällt in den Normalbereich. Die beobachtete Streuung entspricht etwa der, die in den amerikanischen Laboratorien gefunden wurde.

Abb. 3 Chloridbestimmung im Serum. Ergebnisse einer 1965 durchgeführten Untersuchung in 29 deutschen Laboratorien (aus BÜTTNER: Meth. Inform. Med. 3 [1964] 105)



Ungeeignete diagnostische Verfahren als Ursachen für Fehldiagnosen

Nach REINWEIN (1967) bedeutet ein erhöhter Grundumsatz bei 63% aller Probanden keine Schilddrüsenüberfunktion. Erst die Kombination von 3 Verfahren, des Radiojodtestes, der Szintigraphie und der Hormonjodbestimmung, läßt eine in etwa 95% richtige Diagnose zu.

Nach amerikanischen Studien haben sich bis zu 87% falsch-negative Diagnosen durch ungeeignete diagnostische Verfahren ergeben (EATON u. Mitarb. 1967). Die Autoren kommen zu dem Schluß, daß jegliche Form von Pankreaserkrankung nur durch zwei verschiedene diagnostische Verfahren optimal geklärt werden kann. Diese Verfahren müßten anhand sorgfältiger klinischer Überlegungen ausgewählt werden. Bei diesen Untersuchungen handelt es sich um Röntgen- und Labormethoden, wie Duodenographie, Angiographie und Szintigraphie. Daß Computer bei der Festlegung der günstigsten Trennmethode zwischen zwei Krankheiten eingesetzt werden können, sei bereits hier erwähnt.

Alle diese Faktoren führen zu Fehldiagnosen in der Klinik. Natürlich kommt es nicht zu einer Summation der angeführten Fehler. Das klinische Bild wirkt als Korrektiv. Nach LANDES u. ZÖTL (1966) lag die Ursache für die Fehldiagnosen in 40% der Fälle in einer indifferenten Symptomatik, in 8% wurde eine ungenügende Diagnostik angeschuldigt, während für den großen Restteil das »Nicht-daran-denken« angeschuldigt wird. Beispielsweise führt eine einmal gestellte Diagnose zu einer vorgefaßten und festgehaltenen Meinung.

Eigene Untersuchungen über die Ursachen von Fehldiagnosen

Die Ursachen der Fehldiagnosen kann man nach PIRTKIEN (1969a) in folgender Form darstellen (Abb. 4):

Abb. 5, die vom gleichen Autor zusammengestellt wurde, zeigt die festgestellten Ursachen der Fehldiagnosen bei Grundleiden. Der gesamte Kreisbogen stellt 100% der Fehldiagnosen dar. In ungefähr 27% waren Röntgenuntersuchungen an Fehldiagnosen beteiligt. Hiervon waren ungefähr 12% Versäumnisse der möglicherweise klärenden Untersuchungen und ungefähr 9% falsch-positive Diagnosen. In 3% wurden die Röntgenbilder durch die Klinik nicht genügend bewertet, und in 1% wurde eine falsch-positive Diagnose, die außerhalb des Krankenhauses gestellt wurde, übernommen. Das Ekg führte in ungefähr 10% zu Fehldiagnosen. In 3% wurden im Ekg keine pathologischen Zeichen gefunden, in 2% klinische Angaben nicht beachtet, und in weiteren 2% fehlten die klärenden Untersuchungen, die mit Hilfe des Ekgs die

FD=f (K _i , H _K , W _p , A _p , T _{A, B, L, R} u. ä., D _B , Z)	
FD	= Fehldiagnosen
K _i	= Krankheitsausprägungen, individuell
H _K	= Häufigkeit der Erkrankung
W _p	= persönliches Wissen des Arztes
A _p	= Assoziationsmöglichkeiten, persönlichkeitsbedingt
T _{A, B, L, R, u. ä.}	= Technik der Anamnese Befunderhebung Labormethodik Röntgenuntersuchung u. ä.
D _B	= Dauer der Beobachtung
Z	= Zahl der Untersucher
K→Z sind z. T. miteinander verknüpft und nicht unabhängig	

Abb. 4 Formel für die Ursachen von Fehldiagnosen

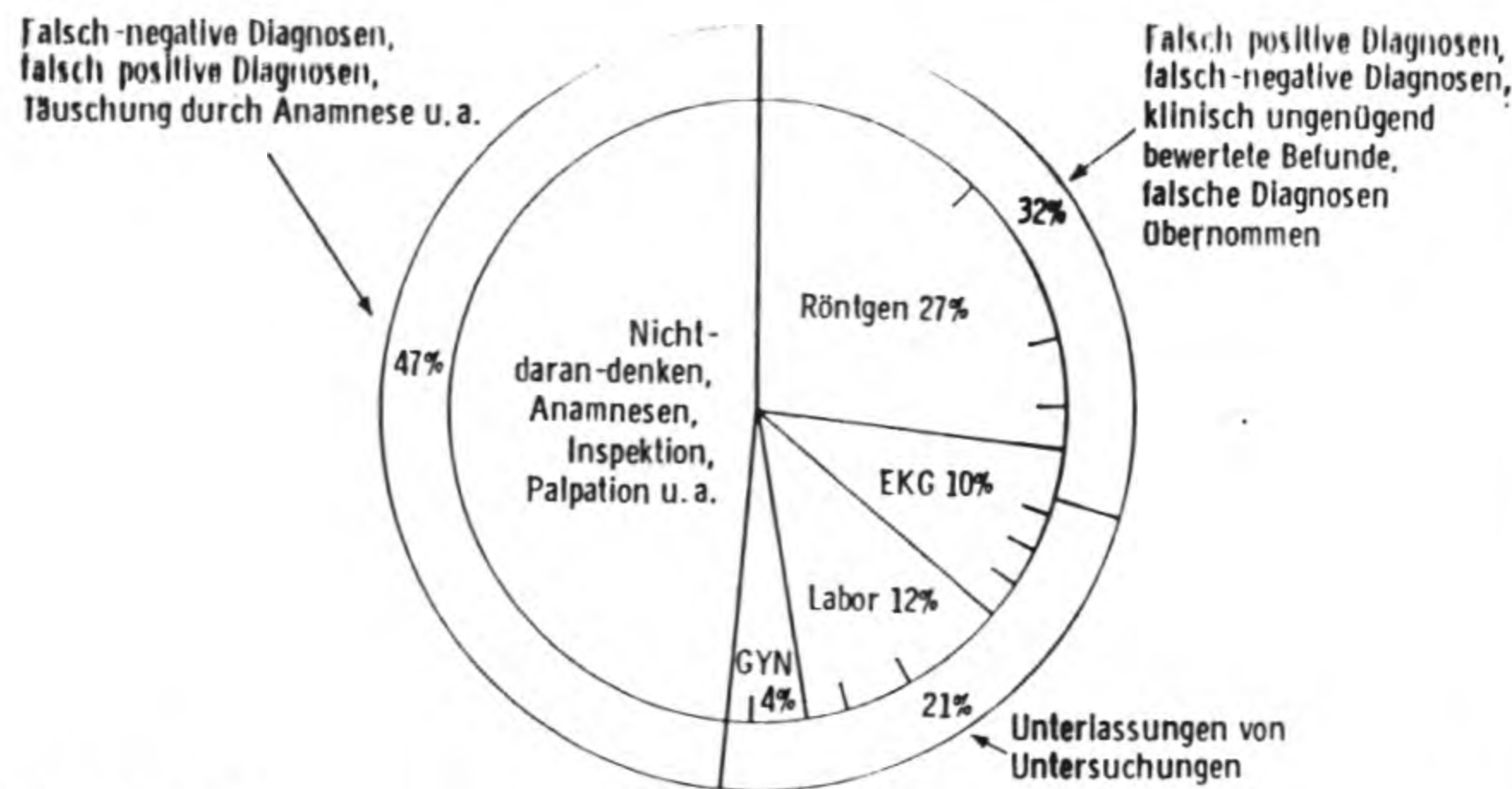


Abb. 5 Ursachen der Fehldiagnosen bei Grundleiden

Diagnose hätten stellen lassen. In anderen 2% waren Herzwandaneurysmen nicht zu erfassen.

Zu den Ursachen der Fehldiagnosen gehören, wie schon erwähnt, Laborwerte mit 12%. In der Hälfte dieser 12% wurden die Ergebnisse klinisch falsch bewertet, in 2% war das Ergebnis täuschend oder falsch, und in 4% wurden Untersuchungen, die möglicherweise zur Klärung hätten führen können, nicht angeordnet. Diagnosen aus dem gynäkologischen Fachgebiet waren Ursachen der internistischen Fehldiagnosen in 4%. In 1% wurde das Ergebnis der gynäkologischen Untersuchungen von der Klinik für innere Medizin falsch bewertet, und in 3% wurden wahrscheinlich klärende Untersuchungen nicht angesetzt. Die Diagnose wurde durch die Anamnese in 2% im Sinne einer Fehldiagnose beeinflusst.

Insgesamt ergibt sich, daß, bedingt durch Röntgen, Ekg, Labor und die Gynäkologie, ungefähr 32% Fehldiagnosen zustande kamen. Es handelte sich dabei um falsch-positive und falsch-negative Diagnosen, klinisch ungenügende Bewertung der Befunde und die Übernahme falscher Diagnosen, die außerhalb gestellt wurden. In 21% waren

Unterlassungen von Untersuchungen auf diesen Gebieten möglicherweise die Ursache von Fehldiagnosen. Auch ein Teil der restlichen 47% war auf das Nicht-daran-denken zurückzuführen.

Die Technik, die wir alle nicht missen möchten, bedingte also etwa ein Drittel der Fehldiagnosen in der Klinik. In 10% wurde ein Karzinom diagnostiziert, nicht aber der Ausgangsort. Im einzelnen stehen bei den Grundleiden in bezug auf Fehldiagnosen folgende Erkrankungen an der Spitze (Tab. 2):

Tabelle 2 Die am häufigsten fehldiagnostizierten Grundleiden

Bronchialkarzinom, Leberzirrhose	je 7%
Pankreaskarzinom	6%
Magenkarzinom, Lungenembolie, Herzinfarkt	je 5%
Pyelonephritis, Dickdarmkarzinom, Endokarditis,	
Herzwandaneurysma, Pankreasnekrose	je 4%
Aortenaneurysma, Ulcera ventriculi und duodeni	je 3%

Insgesamt handelt es sich in einem Drittel der Fälle um Karzinome, in einem Sechstel um Erkrankungen des Herzens und in je einem Zehntel um Erkrankungen der Leber und der Lunge.

Betrachtet man Haupt- und Nebendiagnosen zusammen, so ergibt sich eine andere Verteilung. Jetzt stehen an erster Stelle der Fehldiagnosen die Gallensteine mit mehr als 13%. Es folgen dann der Lungeninfarkt mit 7%, Bronchopneumonien mit fast 7%, Ulcera ventriculi und duodeni mit 5%, Perikarditis, auch in der adhäsiven Form, mit 6%, Lungenödeme und Pyelonephritis mit je 4%. Herzinfarkte wurden mit je 1% falsch-positiv und falsch-negativ diagnostiziert, ebenso Apoplexien. Da Gallensteine oft symptomlos sind, wird man keine Röntgenuntersuchung anordnen und deshalb den pathologisch-anatomischen Befund nicht diagnostizieren können. Erwähnt werden muß noch, daß auch die Obduktion in 3% aller Fälle die Diagnose nicht klären konnte. Hierbei handelte es sich zum größten Teil um Stoffwechselerkrankungen. Natürlich verschlechtern auch Teilsektionen diese Statistik.

Zusätzlich wurde auf die Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes getrennt abgehoben (PIRTKIEN 1969a). Aus folgenden Werken, die sich mit dem Bereich des gesamten Magen-Darm-Traktes beschäftigen, wurden – unter Einbeziehung von Leber, Gallensystem und Bauchspeicheldrüse – die Diagnosen und die gesamte Symptomatik ausgezogen:

1. Handbuch der Inneren Medizin
Bd. 3, Teil 1 u. 2, 4. Aufl., von V. BERGMANN, FREY, SCHWIEGK (1953)
2. Lehrbuch der Röntgendiagnostik
Bd. 5, 6. Aufl., von SCHINZ, BAENSCH, FROMMHOFF, GLAUNER, UHHINGER, WITLAUER (1965)
3. Clinical Gastroenterology
von PALMER (1957)
4. Liver, Structure and Function
von POPPER u. SCHAFFNER (1957)
5. Die klinischen Syndrome
von LEIBER u. OLBRICH (1966)
6. Current Medical Terminology
von GORDON u. TALBOT (1963)

Diese Unterlagen, laufend ergänzt durch neueste Literatur, sind für die Eingabe in einen Computer vorgesehen. Es ergaben sich, abgerundet – die Liste ist durchaus nicht

als vollständig zu betrachten – etwa 1000 Diagnosen mit etwa 7500 *symptoms, signs* und *tests*.

In Abb. 6 sind links oben die Gesamtfehldiagnosen als Sektor eines Kreises dargestellt und links unten als Vollkreis (= 100%). Die Fehldiagnosen im Bereich des Magen-Darm-Traktes machen 42% davon aus und verteilen sich, wie der Kreis rechts aufweist, auf verschiedene Organe: das Pankreas mit 26%, die Leber mit 25%, den Magen mit 21%, den Dickdarm mit 11% und das Gallensystem mit 9%. Der Rest beträgt nur 8%. Es sind also die Erkrankungen von 4 Organen im Bauchraum wesentlich für die Fehldiagnosen in diesem Bereich: die Bauchspeicheldrüse, die Leber, der Magen und der Dickdarm. In Tab. 3 sind die einzelnen Krankheiten angegeben, aus denen sich diese Fehldiagnosenzahlen aufsummieren.

600 Vergleiche: Klinische Diagnose/ Autopsisch gestellte Diagnose.

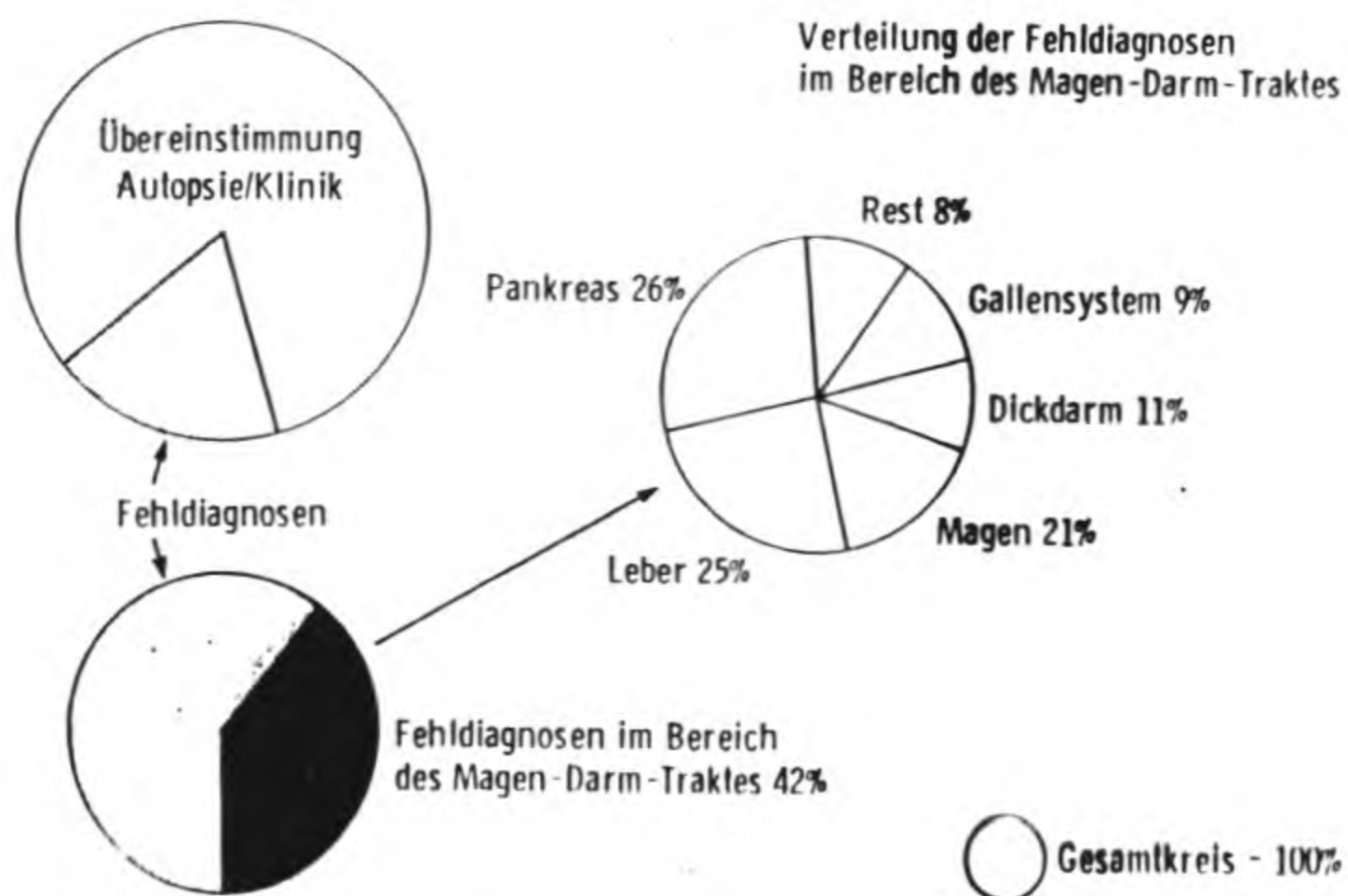


Abb. 6 Fehldiagnosen u. a. im Bereich des Magen-Darm-Traktes bei Grundleiden

Tabelle 3 Die im Bauchraum am häufigsten übersehenen oder falsch gedeuteten Erkrankungen sind in unserem Material mit:

17% die Leberzirrhose, mit
15% das Pankreaskarzinom, mit
13% das Magenkarzinom, mit je
9% das Dickdarmkarzinom und die Pankreasnekrose, mit je
6% die Ulzera des Magens und des Duodenums sowie die Hämochromatose und mit
4% die Pfortaderthrombose.

Karzinome sind insgesamt in 49% Mitursachen der Fehldiagnosen im Bauchraum, im Gesamtkörper auf internistischem Fachgebiet dagegen nur in 33%.

Rechtliche Folgen der Fehldiagnosen. Wie Überlegungen über die rechtlichen Folgen aussehen, zeigt ein Aufsatz von SCHMELCHER u. KRÄMER-GÜNTHER (1967). Selbstver-

ständig ist dabei zu berücksichtigen, daß die Diagnose bei einer risikoreichen Behandlung um so sorgfältiger sein muß.

Verbesserungsmöglichkeiten in der Diagnostik

Die Fehlerhäufigkeit bei Befunden und dem abschließenden Urteil der Diagnose kann man durch vermehrte Kontrollen vermindern helfen. Diese Kontrollen könnten beispielsweise an den Laborergebnissen mit Hilfe elektronischer datenverarbeitender Maschinen erfolgen. Weiterhin sollte der Internist überall, wo er es verantworten kann, Proben für die Biopsie entnehmen und durch die Körperöffnungen hindurch untersuchen. Wichtig ist auch die Festlegung, welche der vielen möglichen Untersuchungsmethoden tatsächlich für die Erkennung der Krankheit am wesentlichsten ist. Häufiger müssen mehrere Methoden sinnvoll kombiniert werden. Das trifft besonders für Leber und Pankreas zu.

Eine Verbesserung der allgemeinen Diagnostik kann sich auch dadurch ergeben, daß mehrere unbeeinflusste Ärzte denselben Patienten mit gleichen Erhebungsbogen untersuchen und das Ergebnis gemeinsam sicherstellen. Die Aufgabe dieser Arbeit soll es sein, festzulegen, ob ein Computer imstande ist, bis zu einem gewissen Grade die Fehlerhäufigkeit in der Diagnostik vermindern zu helfen.

Eine Verminderung der Variationsbreite, die zwischen verschiedenen Beobachtern liegt, fällt allerdings in den Bereich der Erhebung der *symptoms, signs, tests* usw. vor Benutzung des Computers. So berichten, um ein Beispiel anzuführen, COCHRANE u. GARLAND (1952) über Differenzen in der Erfassung des Vorhandenseins von Symptomen wie Husten und Auswurf unter epidemiologischen Bedingungen. Sie schreiben, daß vier Beobachter das Vorhandensein von Sputum angaben, wobei eine Häufigkeit von 12 bis 42% bei Stichprobensammlungen in derselben Population gefunden wurden. Der Grund für diesen Fehler ist das in jeder Population auftretende breite Spektrum von Abweichungen in bezug auf den Auswurf. Es reicht von denen, die niemals aushusten, über jene, die es gelegentlich tun, und solche, die fortlaufend größere Mengen Sputum produzieren. Unterschiedliche Beobachter werden die Grenze zwischen normal und pathologisch an verschiedene Stellen des Spektrums setzen. Außerdem kann der Untersuchte auf verschiedene Befragungen mit verschiedenen Antworten reagieren. Um den Beobachterfehler und den Bias zu entfernen, hat man sich bemüht, standardisierte Fragen zu entwickeln, in denen, ohne Variation der Worte, einfach mit »Ja« oder »Nein« geantwortet werden kann. Auch die Computerdiagnostik erfordert, wie erwähnt, auf dem Gebiet der medizinischen Ausdrucksweise eine Standardisierung.

Diagnostik und Statistik

Jede Einzeldiagnose bei einem Kranken kann nur erfolgen, wenn diese Diagnose eine Krankheit darstellt, die gleichartig, häufig und von anderen unterscheidbar vorkommt (KOLLER 1963). Lehrstoff in der klinischen Medizin ist im allgemeinen das, was für die einzelnen Krankheiten als Gesetzmäßigkeit – oder wenigstens als Regel – anerkannt ist. Damit ist auch bereits gesagt, daß innerhalb einer Krankheit als Massenphänomen eine Streuung der Symptomatik vorhanden ist. Es ist auch gesagt, daß es falsch-positive und falsch-negative Diagnosen am Ende der GAUSS Verteilungskurve, die eine Krankheit mit ihren Symptomen darstellt, geben wird (Abb. 32, S. 112), und zwar

immer dann, wenn sich die Symptomatik mit anderen, **ähnlichen** Erkrankungen oder mit den gleichen Symptomen bei Gesunden überschneidet. Allen biologischen Gesetzmäßigkeiten ist eine gewisse Streubreite eigen, die erst bei der Betrachtung dieser Erscheinungen als Massenphänomen hervortritt. KOLLER (1963) schreibt weiter: »Wo Typen aus der Massenerscheinung gewonnen wurden, muß für einen neuen Einzelfall möglichst zuverlässig beurteilt werden, ob er zum einen oder zum anderen Typ gehört. Die diagnostische Entscheidung ist eine Wahrscheinlichkeitsaussage. Sie tritt nicht nur bei der Erkennung von Krankheiten auf, sondern auch etwa bei der Analyse des weißen Blutbildes, wenn für den einzelnen Leukozyten die Zugehörigkeit zu den verschiedenen Typen festgestellt wird, oder beim histologischen Schnitt, wenn Zelltypen oder Strukturen erkannt werden, und weiter bei jeder erkennenden oder beurteilenden Zuordnung.« Bei dieser Betrachtungsweise ist es kein Wunder, daß man bei Kollegen auf den Einwand stößt, daß durch die statistische Betrachtung und Bearbeitung die Individualität des Menschen vernachlässigt werde (GRIESSER 1965).

»Auch unser Gehirn arbeitet nach den Regeln der Logik und der Wahrscheinlichkeitstheorie, wie sie von LEDLEY u. LUSTED für die medizinische Diagnostik mathematisch formuliert wurde. Letzten Endes haben wir aus persönlicher Erfahrung und Literaturstudien einen Schatz von Wissen gespeichert, in dem Symptomkomplexe und Krankheiten nach der Art BOOLEscher Funktionen miteinander verknüpft sind. Die Merkmale des Einzelfalles werden damit unbewußt konfrontiert. Sind unter diesen ein oder zwei Symptome von hoher Krankheitsspezifität, so ergibt sich eine sichere Diagnose. Handelt es sich ausschließlich um Erscheinungen, die bei mehreren Krankheiten auftreten können, so muß ihr Gewicht gegeneinander abgewogen werden. Es ergeben sich mehrere Diagnosen von unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit. Reichen die Merkmale zur Entscheidung zwischen mehreren Möglichkeiten nicht aus, müssen sie weitere Untersuchungen veranlassen.« So beschreibt GROSS (1966) den Ablauf der normalen Diagnostik. Er führt weiter aus: »Die mit kybernetischen Fragen Vertrauten erkennen bereits, daß nach diesen Prinzipien auch die modernen Elektronenrechner (Computer) arbeiten. In unserem speziellen Fall der medizinischen Diagnostik ergeben sich somit etwa folgende Schritte:

1. Speicherung der für verschiedene Krankheiten typischen Symptome im Gedächtnis der Maschine.
2. Eingaben der bei einzelnen Krankheiten erhobenen Befunde.
3. Die Maschine vergleicht die Symptome der Vorgabe mit den am Patienten erhobenen Erscheinungen.
4. Sie gibt die Krankheit an, für die größte Übereinstimmung besteht und zugleich die Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit dieser Diagnose.

Gehirn und Maschine arbeiten also letztlich nach den gleichen 4 Stichworten: »Remember-Compare-Compute-Decide.«

Ein Vergleich zwischen menschlichem Gehirn und Datenverarbeitungsanlage

Gegenüber dem menschlichen Gedächtnis hat ein Elektronenrechner den Vorteil, daß er eine einmal eingegebene Information nicht vergißt. Vergleicht man einen mittleren Computer mit dem menschlichen Gehirn, so kann man feststellen, daß das menschliche Gehirn erheblich kleinere Bauelemente als ein Computer hat. Die Speicherkapazität ist beim menschlichen Gehirn größer als bei einem Computer. Sie liegt beim

Gehirn bei 10^9 bis 10^{13} Bits (*binäre Auswahlleistung*), beim Automaten um 10^5 bis 10^8 Bits. Ein moderner transistorisierter, programmgesteuerter Digitalrechner verfügt über einige 10^4 Schaltelemente, das Zentralnervensystem im ganzen (also nicht das Großhirn allein) über rund $1,5 \times 10^{10}$. Die Ein- und Ausgabegeschwindigkeit des menschlichen Gehirns ist gegenüber den elektronischen Datenverarbeitungsanlagen geringer. Sie wird für die Maschinen auf 10^2 bis 10^6 Bits/sec, für das menschliche Bewußtsein auf nicht über 10^2 Bits/sec angesetzt (STEINBUCH 1963). Ein Vergleich, den KNÖDEL (1961) angestellt hat, ist in Tab. 4 angeführt.

Durch die meist glückliche Gabe des Vergessens gehen dem menschlichen Gehirn aber erhebliche Speicherinhalte verloren. Zusätzlich tritt bei der Rückerinnerung eine Verfälschung der Gedächtnisinhalte auf. Hierzu kann man anführen, daß Memoiren sehr häufig zur »besonnenen Vergangenheit« werden, und man, wie ein spanisches Sprichwort sagt, der Ansicht ist, daß jede vorübergegangene Zeit besser gewesen sei. Die subjektive Erfahrung liefert durch das Vergessen unangenehmer Ereignisse, beispielsweise diagnostischer Fehler, eine schlechte Statistik. Auch zur Verbesserung der Diagnose kann man sich daher für die Verwendung der unbestechlichen und nichts vergessenden elektronischen Datenverarbeitungsanlagen einsetzen. Einen ausführlichen Vergleich zwischen Computer und menschlichem Gehirn hat VON NEUMANN (1960) publiziert.

Tabelle 4 Vergleich zwischen Computer und menschlichem Gehirn (nach KNÖDEL)

Schaltelemente	Maschine	Mensch
Art	Dioden, Transistoren, Ferritkerne und andere	Neuronen
Anzahl	10 000–100 000	15 000 000 000
Größe	0,01–10 cm ³	0,000 000 01–0,000 01 cm ³
Speicher		
Vorgang	Veränderung magnetischer Stoffe	Veränderung in Synapsen
Kapazität	100 000–100 000 000 Ja-nein-Informationen	1 000 000 000–10 000 000 000 000 Ja-nein-Informationen
Zugriffszeit	0,000 000 01–100 sec	0,01–10 sec
Ein- und Ausgabe		
Art	Fernschreiber, Lochkartengeräte und andere	etwa 100 000 000 Rezeptoren, Muskeln, Drüsen
Geschwindigkeit	100–1 000 000 Ja-nein-Informationen/sec	15 Ja-nein-Informationen/sec
Logische Verknüpfung		
Zeitbedarf	0,000 000 1–0,000 01 sec	0,01–0,1 sec

Wenn man versucht, dem Gedankengang eines Arztes bei seiner Diagnose zu folgen, stellt man fest, daß er die *symptoms* und *signs* nicht einfach nach der Häufigkeit ihres Auftretens benutzt, sondern aus Erfahrung weiß, daß gewisse *symptoms*, *signs* und *tests* von großem Wert für die Stellung der Diagnose sind, während andere unwesentlich erscheinen. Er weiß auch, daß seltene Krankheiten selten sind. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, auch bei der vom Computer unterstützten Diagnostik Gewichtungen und Häufigkeiten einzufügen. Die Gewichtung kann man für den Computereinsatz aus der eigenen Erfahrung schätzen oder versuchen, sich echte Gewichte zu verschaffen. Im einzelnen soll hierauf bei der Beschreibung der Versuche zur Diagnostik mit Computerunterstützung und der eigenen Versuchsanordnung eingegangen werden.

Eine weitere Parallele zwischen dem menschlichen **Zerebralcomputer** und dem **Maschinencomputer** bietet sich an, wenn man die **Abhängigkeit** zwischen der **Speicherkapazität** für Daten und der **Größe der Programme** betrachtet.

Es gibt in Kliniken reproduzierende und wissenschaftlich produktive Ärzte. Da das Bild einer Klinik häufig durch den leitenden Arzt geprägt wird, kann beispielsweise eine vorwiegend »verdauende Klinik« entstehen. Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, daß die Menge der reproduzierbaren Daten eines Gehirns zu besonderen Bahnungen und Speicherfähigkeiten führt, die aber die **Produktivität** für neue, eigene Leistungen zu beschränken scheinen.

Analoge Verhältnisse liegen bei der Maschine vor. Der **Speicherplatz** sei begrenzt. Gibt man zuviel Daten ein, ist der benötigte Platz für die **Programme**, die der Maschine die **Variabilität** garantieren, teilweise besetzt. Einfachere **Befehle** können noch zusätzlich gespeichert und ausgeführt werden, größere **Programme** aber im Speicher keinen Platz mehr finden.

Die Maschine wird sicherlich als Datenbank in Zukunft totes Wissen zur Verfügung stellen können und so das menschliche Gehirn für **schöpferische** Arbeiten freihalten. Auf diese Tatsache sollte künftig während des Studiums bereits Rücksicht genommen werden.

Prinzip der elektronischen Datenverarbeitung, Funktion, Steuerung und ähnliches

Definition und Geschichte der Datenverarbeitung

Es ist eine Tatsache, daß es mehrere Jahre erheblicher Anstrengungen bedarf, bis man sich ein großes Wissen über Computer angeeignet hat, und ein Minimum von mehreren Monaten ist notwendig, um das Programmieren eines bestimmten Computers gut zu erlernen (SCHMITT 1962). Aber man verlangt von einem Mediziner auch nicht, daß er ein Mikroskop zeichnen oder sogar konstruieren können muß, um es nach einigen Tagen zu benutzen. Ähnlich verhält es sich mit der Anwendung eines Computers durch den Arzt. Daher folgt hier nur eine vereinfachende Darstellung der Konstruktion und der Arbeitsweise dieser Maschinen.

Wie geht schematisch eine Datenverarbeitung beim Menschen vor sich?

Von der Außenwelt nehmen wir Informationen auf, der Arzt beispielsweise die *symptoms* und *signs* eines Patienten. Diese Informationen deponieren wir im Gedächtnis und verknüpfen sie mit Hilfe der Intelligenz mit bereits vorhandenen Daten nach bestimmten Verarbeitungsregeln. Zwischenergebnisse werden erneut dem Gedächtnis einverleibt, zum Schluß das Endergebnis noch gespeichert und schließlich bei Bedarf durch Sprache, Schrift oder Handlungen wieder der Außenwelt mitgeteilt: „Bei diesem Patienten stellte ich (aufgrund meiner medizinischen Kenntnisse unter Zuhilfenahme der Intelligenz) folgende Diagnose . . .“ (LINDEMANN 1967).

Schematisch läßt sich das folgendermaßen verdeutlichen (Abb. 7):

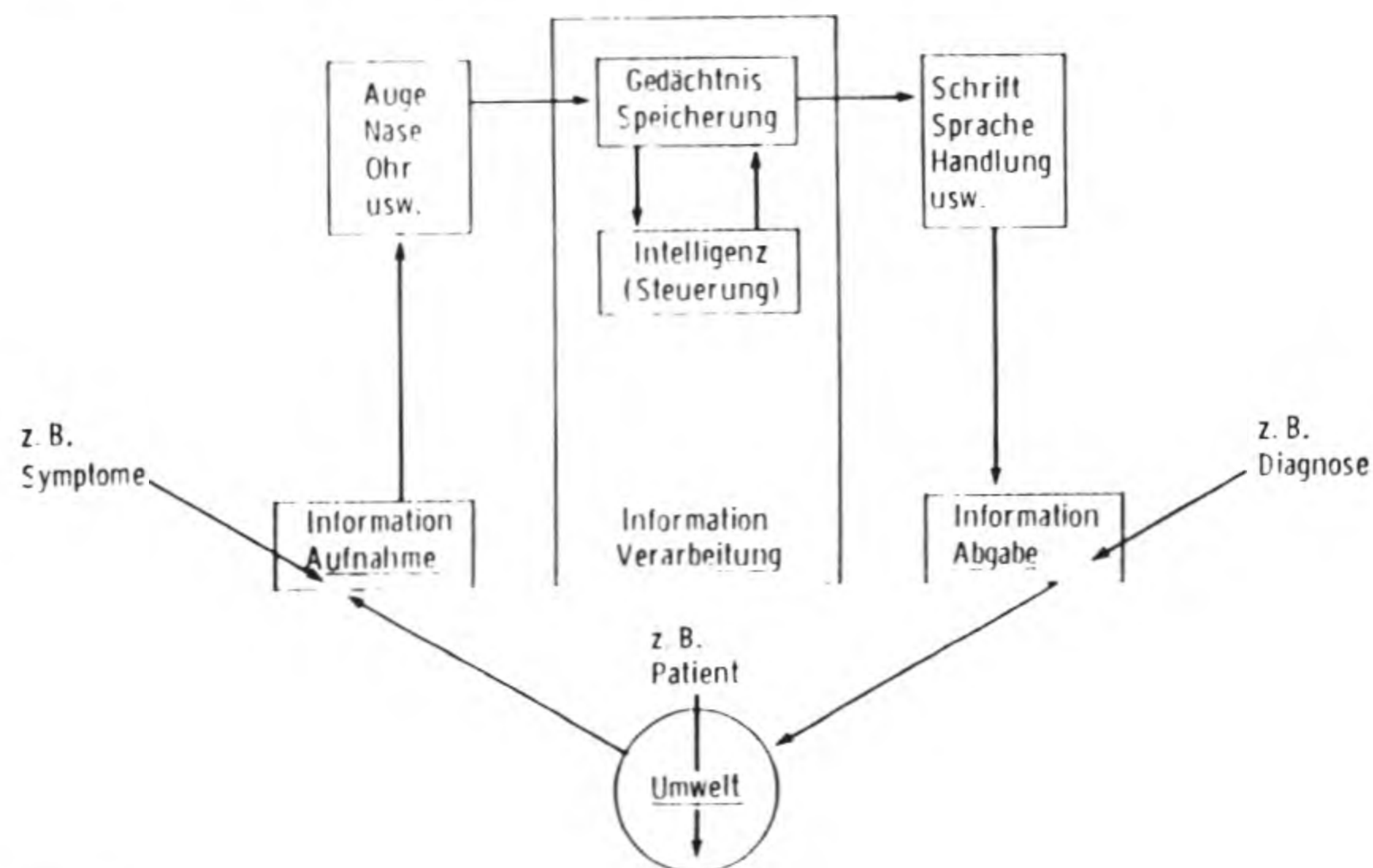


Abb. 7 Datenverarbeitung (schematisch) beim Menschen (nach LINDEMANN)

Prinzipiell arbeiten Computer nach dem gleichen Schema. Auch sie müssen Daten aufnehmen, speichern, nach bestimmten Regeln möglicherweise unter Verknüpfung mit

vorhandenen Daten, verarbeiten und das Resultat wieder ausgeben (CHAPIN 1962 und LINDEMANN 1967). Der Unterschied zum Menschen liegt in der Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit.

Im Gegensatz zur Maschine kann der Mensch schöpferisch tätig werden und neue Regeln ersinnen. LINDEMANN (1967) bringt zu diesem Gedanken folgende Beispiele: »In der Schule lernten wir das Rechnen . . . Wenn wir später abgefragt wurden: »Wieviel ist $7 \times 9 - 3$?« und wir sagten »59«, dann hieß es: »Denk mal nach!« Wir mußten also die Regeln immer wieder »nachdenken« und wandten sie oft falsch an. Eine elektronische Datenverarbeitungsanlage braucht keine Regeln zu lernen, sie werden ihr als Befehle eingegeben, und sie wendet sie dann immer richtig an.«

Dann zitiert er das bekannte Beispiel des Lehrers, der aus Ruhebedürfnis seinen Schülern die Aufgabe stellte, alle Zahlen von 1 bis 100 zu addieren, und überrascht aufblickte, als sich der junge GAUSS, damals siebenjährig, nach knapp 2 Minuten meldete und das richtige Ergebnis verkündete. Auf die Frage, wie er das errechnet habe, erklärte GAUSS etwa:

$$1 + 100 = 101$$

$$2 + 99 = 101$$

usw. 50mal bis

$$50 + 51 = 101$$

$$\text{Also } 50 \times 101 = 5050$$

»Eine elektronische Datenverarbeitungsanlage ist in diesem Fall überfordert, sie kann keine Regeln aufstellen, sie hat keinen . . . genialen Gedanken. Sie kann nicht schöpfen, sie kann nur schaffen« (LINDEMANN 1967).

Die »Schaffenskraft« der Maschine ist jedoch der menschlichen bei weitem überlegen, sobald sie sich an feste Regeln halten kann und es nur darum geht, an großen Datenbeständen vorgeschriebene kombinatorische Aufgaben fehlerfrei zu lösen. Das menschliche Gehirn ist höchstens zu 15 logischen Entscheidungen in der Sekunde in der Lage. Da der Mensch jedoch nur in Worten denken kann, ist er meist noch wesentlich langsamer. Die modernen Computer haben Schaltzeiten im Nanosekundenbereich, sind also mehr als hunderttausendmal schneller (Tab. 4). Außerdem kann der Mensch sich irren, mit fehlerhaften Entscheidungen weiterrechnen und zu einem falschen Ergebnis kommen, dieses aber für richtig halten – und wie oft geschieht das! Die Maschine irrt sich bei richtiger Programmierung (fast) nie (RECHENBERG 1964 und LINDEMANN 1967). Der Computer soll eine um den Faktor 10^4 geringere Fehlerhäufigkeit haben als menschliche Arbeit.

Definition des Computers

Der Computer wird als eine Maschine, die Symbole speichert und mit hoher Geschwindigkeit nach bestimmten Regeln selbständig verarbeitet, definiert (CHAPIN 1962).

Das erste Substantiv in dieser Definition ist Maschine, das bedeutet: mechanisch zusammengesetzt aus vielen Einzelteilen und damit prinzipiell so störanfällig wie sein schwächster Teil. Außerdem ist jede Maschine auf Energiezufuhr angewiesen und nicht in der Lage, etwas »aus sich heraus« zu tun. Der Computer ist bis heute sinnlos dumm, dafür aber für menschliche Begriffe sinnlos fleißig (Zit. nach GALL 1969).

Geschichte der Datenverarbeitung durch Maschinen

Während Automaten schon im Altertum von HERON angegeben wurden, baute SCHICKHARDT erstmals 1623 eine Rechenmaschine; weitere wurden 1641 von PASCAL und ab 1671 von LEIBNIZ konstruiert. Das Problem der damaligen Erfinder war die Mechanisierung des Rechenwerkes. Besondere Aufmerksamkeit widmeten sie der Lösung des »Überlaufes«, des Übertragens in höhere Stellen. Das Zählen der Ziffern je Dezimalstelle erfolgte durch Weiterdrehen des Rades um eine entsprechende Anzahl von Einheiten. Eine höhere Dezimalstelle wurde durch Stifte oder ähnliches an das nächste Zahnrad weitergegeben.

Die Lochkarte ist in ihrer ursprünglichen Form eine Holztafel mit Löchern, wie sie 1728 von dem französischen Mechaniker FALCON zur Steuerung von Webstühlen benutzt wurde. Später wurden von JACQUARD (1805) große Pappkarten verwendet. Die zusätzliche Mechanisierung des Datenspeichers wurde ab 1823 von BABBAGE nach dem Vorbild der JACQUARD-Webstühle mit einem Lochkartenband gelöst. Hierbei rasteten Stifte in Löcher ein und bewirkten damit schließlich die Hebung und Senkung von Kettfäden. Ähnlich funktioniert die Steuerung der Musik bei Drehorgeln. Obwohl die Modelle von BABBAGE schon die wesentlichen Grundzüge moderner Rechenautomaten aufwiesen, haben sie sich nicht durchsetzen können (BAUER u. Mitarb. 1965, GANZHORN u. WALTER 1966).

Weitere Verbreitung fand seit jener Zeit nur die mechanische Tischrechenmaschine, meist in Form der Saldiermaschine. Sie gestattete lediglich Additionen, wenn auch prinzipiell das Problem der Multiplikation seit Hahn (1770) gelöst war (CHAPIN 1962). Der erste Vorschlag zur Mechanisierung der Datenspeicherung, der weitere Verbreitung gefunden hat, kam von HOLLERITH, der zu einer Volkszählung 1890 die Verwendung eines Lochkartenspeichers empfahl. Nach TAYLOR (1966) waren es die Wünsche des U.S. Census Bureau nach schnelleren Tabellierungsmitteln und die Pionieranstrengungen von Dr. HERMAN HOLLERITH, die in den Jahren um 1900 zu dem Rat führten, Lochkarten zu verwenden. HOLLERITH (1860–1929) war der Sohn deutscher Auswanderer aus der Pfalz.

Das damit begründete sogenannte HOLLERITH-Verfahren – die mechanische Verarbeitung von Daten, die auf Lochkarten dargestellt und festgehalten waren – wird noch heute benutzt und war bis in die jüngste Vergangenheit bei Banken, statistischen Ämtern und in der Industrie weit verbreitet. Auf die damit verbundenen Probleme der sogenannten konventionellen Lochkartentechnik soll nicht eingegangen werden (BAUER u. Mitarb. 1965, CHAPIN 1962, GANZHORN u. WALTER 1966).

Zur Datenverarbeitung in dieser Lochkartentechnik braucht man eine Reihe von Maschinen:

1. Locher, die die Daten auf die Karten bringen,
2. Prüfer, die die Richtigkeit der Lochungen noch einmal kontrollieren,
3. Sortiermaschinen für die Auswertung der Karten nach verschiedenen Gesichtspunkten und
4. Tabelliermaschinen, die vergleichen, addieren, subtrahieren und schreiben.

Weiter gibt es Zusatzmaschinen wie Kartendoppler, -mischer, Rechenlocher und Rechenstanzer, Lochschriftübersetzer u. a. m. (Abb. 8). Bei größeren Kartenmengen ist das Verfahren mit konventionellen Maschinen zu langsam, zu unsicher, und auch die Steuerungs- und Speichermöglichkeiten sind beschränkt.

Um einen Eindruck zu vermitteln, mit welchen Geschwindigkeiten die schnellsten elektromechanischen Lochkartenrechner arbeiten, sei angeführt, daß 200 Additionen

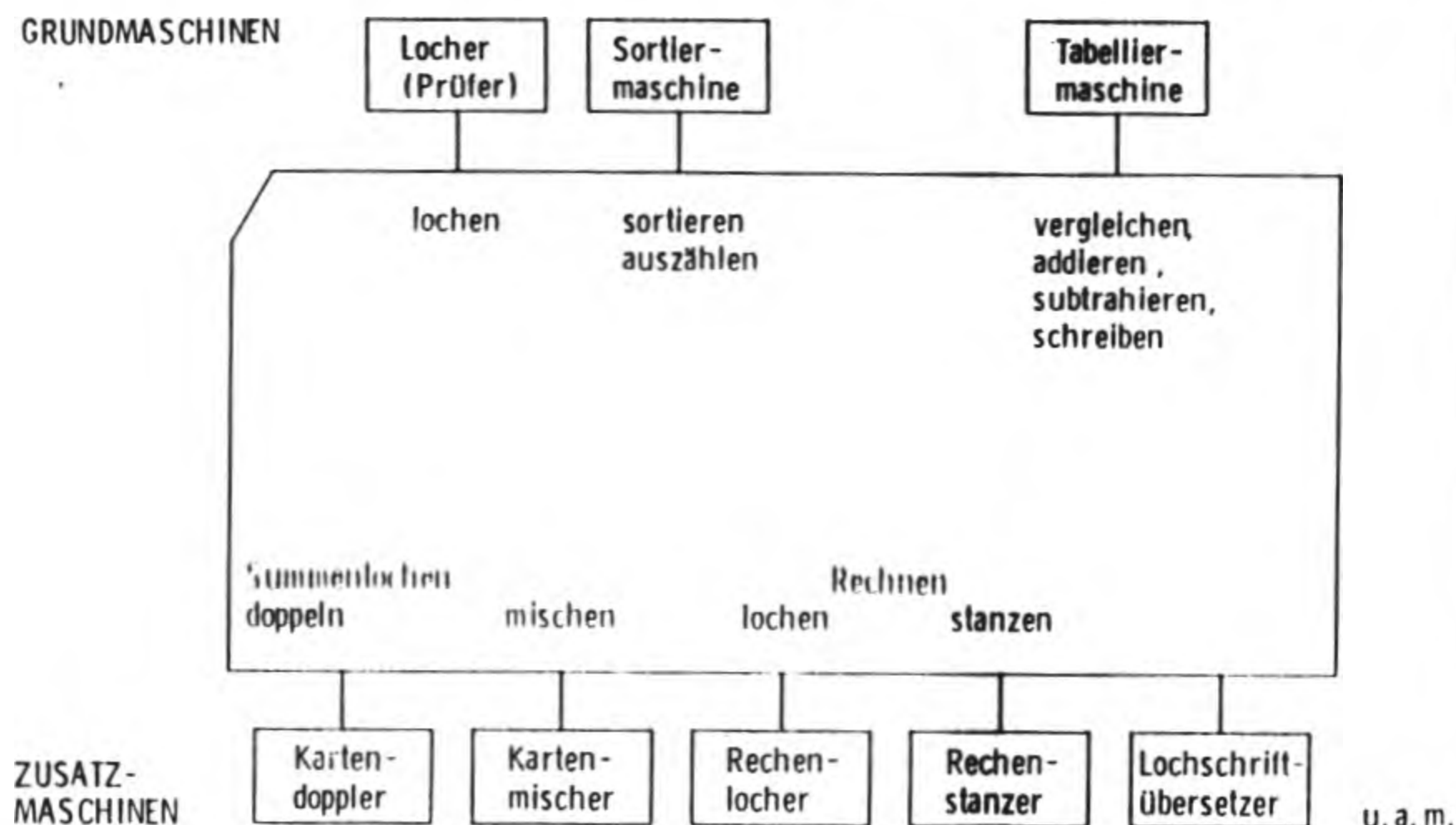


Abb. 8 Maschinen für die konventionelle Datenverarbeitung (nach Schulungsunterlagen der Fa. Robert Bosch GmbH, unter Verwendung von IBM-Schulungsunterlagen)

in der Minute erreicht werden, bei elektronischen Datenverarbeitungsmaschinen waren es in Deutschland 1956 78 000 Additionen pro Minute, heute sind es mehr als 10 Millionen Additionen in der Minute (IBM Form 70063-3).

Der erste betriebsfähige Rechenautomat im oben genannten Sinne, also sowohl automatisch rechnend als auch automatisch speichernd, war **der Z 1** des genialen deutschen Einzelgängers KONRAD ZUSE, der trotz erheblicher Schwierigkeiten vor und während des 2. Weltkrieges seine Rechner im Eigenbau entwickelte. Der Z 1 enthielt nur mechanische Elemente für das Speicherwerk und die Logikelemente, der Z 2 arbeitete mit Relais im Rechenwerk und einem mechanischen Speicherwerk. ZUSE entwickelte seine bahnbrechenden Ideen abgeschlossen von der Entwicklung in der angelsächsischen Welt.

Sein 1934 entworfenes Konzept eines programmgesteuerten Rechengertes enthält grundsätzlich Neues: nämlich

1. die rein duale Darstellung von Zahlen und Operationsbefehlen,
2. die halblogarithmische Zahlform, heute Gleitkomma (*floating point*) genannt, und
3. das Rechnen mit Hilfe der logischen Grundoperationen: Und/Oder/Negation.

Im Kriege baute ZUSE dann bis zum Jahre 1941 den Z 3. Es war der erste programmgesteuerte Rechenautomat der Welt, der richtig funktionierte. Die Speicherkapazität betrug 64 Zahlen zu je 22 Dualstellen.

Nach GANZHORN u. WALTER (1966) hat dann die von VON NEUMANN formulierte Idee des als Information gespeicherten Programms erheblich weitergeführt. Dieses Programm konnte von der Maschine selbst als Information behandelt, d. h. auch verändert werden. Unabhängig davon entwickelte AIKEN in Amerika den 1944 fertiggestellten ASCC (Automatic Sequence Controlled Computer), auch Harvard Mark I genannt, 1945 folgte der Z 4 von ZUSE (BAUER u. Mitarb. 1965, GANZHORN u. WALTER 1966).

Harvard Mark I war charakterisiert durch 23 *decimal digit accuracy*, Additions-geschwindigkeit 3/sec, Gebrauch von Lochbändern und -karten für den *input* sowie durch Bänder, Karten und Schreibmaschine für die Ausgabe. Der Apparat enthielt

bereits den Beginn der Selbstprüfung bei der Datenübertragung, den Gebrauch von Subroutinebändern u. a. (TAYLOR 1966).

Die erste vollelektronische, mit Röhren statt mit Relais bestückte Datenverarbeitungsanlage war der ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Automatic Calculator) von ECKERT u. MAUCHLY (1946). 1952 entwickelten sie zusammen mit VON NEUMANN den EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), der sich dadurch auszeichnete, daß das Programm nicht mehr gesteckt, sondern elektronisch gespeichert werden konnte. Im Prinzip ist die logische Struktur der Maschinen seither gleich geblieben. Die weiteren Fortschritte waren »nur« technischer Natur (BAUER u. Mitarb. 1965, LUTZ u. HAUFF 1965).

Die Störanfälligkeit der ersten elektronischen Datenverarbeitungsanlagen war so erheblich, daß sie praktisch funktionsuntüchtig werden mußten, sobald sie eine bestimmte Größe überschritten. Durch die Benutzung von Gitterröhren – meist Trioden – waren sie von deren Lebensdauer abhängig, die leider sehr begrenzt und nicht vorauszuberechnen war. Der ENIAC hatte 18 000 Röhren. Davon fielen immer einige aus, wenn die Anlage eingeschaltet wurde (GANZHORN u. WALTER 1966). Sogar wenn eine Gebrauchszeit von 5000 Stunden für die 18000 Röhren hätte erhalten werden können, würde zu erwarten sein, daß alle 15 bis 20 Minuten während der Operationen Röhrenschäden auftreten müßten (TAYLOR 1966). Die große Hitze, die sich bei dieser Massierung von Glührohren ergab, schuf zusätzliche Probleme, so daß die Verbreitung der mit Röhren bestückten Computer der sogenannten »ersten Computergeneration« sehr gering blieb. Eine Änderung brachte neben der Erweiterung des logischen Konzeptes (des Betriebssystems) erst der Einsatz der mechanisch und elektrisch wesentlich funktionssicheren und dauerhafteren Transistoren in der zweiten Computergeneration. Ihre Verwendung führte zu der heute gewohnten Zuverlässigkeit. Sie übersteigt weit diejenige menschlicher Hilfskräfte. Erst damit war der Weg zur schnellen Verbreitung der Computer geebnet (MURPHY 1964). Wesentlichen Anteil an dieser Entwicklung hatte die Kriegsindustrie, denn sie benötigte Transistoren (CHAPIN 1962 und MURPHY 1964). Es gibt heute kaum noch ein Gebiet des menschlichen Lebens, in dem große oder kleine Computer nicht eingesetzt werden. Allein die Literatur über Computer in der Medizin ist inzwischen fast unübersehbar.

Bei modernen Rechenerleichterungen strebte man an:

1. die Datenspeicherung zu automatisieren,
2. Speicherungsmöglichkeiten für Zwischenergebnisse und Daten anderer Art zu schaffen und
3. die Instruktionen in einer festen Folge als Programm ablaufen zu lassen.

Im Kernspeicher befinden sich daher Daten, Zwischenergebnisse, das Programm und Konstanten, letztere sind Vergleichsgrößen, konstante Rechenwerte, Listenüberschriften u. ä.

Zum Beginn der Einführung der Computertechnik in die Medizin schreibt LUSTED (1966c): »Ich erinnere mich an ein Schreiben von Dr. Zworykin im Jahre 1956 mit dem Titel: »Elektronische Technik in der Medizinischen Praxis«. Dieses war das erste Schreiben, das mir auffiel, das allgemein einige Möglichkeiten beschrieb, wie der Computer in der Zukunft in der medizinischen Praxis von Nutzen sein könnte.«

Späteren Generationen mag unsere Zeit vielleicht weniger als Epoche der Atomenergie und Raumfahrt erscheinen als vielmehr der beginnenden Kybernetik, des Einsatzes von Computern zur Informationsverarbeitung, Abschätzung und Regelung aller denkbaren sich gegenseitig beeinflussenden Größen, sogar gesellschaftlicher Funktionen. Das technische Substrat dieser Entwicklung ist der Transistor, ohne den sie kaum denkbar erscheint (STEINBUCH 1964).

Transistoren sind sogenannte Halbleiter aus Germanium- oder Siliziumkristallen, die künstlich durch wenige Fremdionen verunreinigt sind. Diese bilden im Kristallgitter Störstellen. Ihre Natur bestimmt die physikalischen Eigenschaften der Kristalle. Man ist heute in der Lage, durch gezielte Verunreinigungen ganz spezifische Eigenschaften herzustellen.

Halbleiter lassen Strom nur in einer Richtung durch. Durch kunstvolles Aneinanderfügen von Halbleitern in verschiedener Polung kann man erreichen, daß durch die Stromstärke in einem Halbleiter die im nahe benachbarten geregelt werden kann. Damit lassen sich praktisch alle Röhrenfunktionen der herkömmlichen Elektronik ersetzen (RECHENBERG 1964). Die Zuverlässigkeit und Preiswürdigkeit, nicht zuletzt die sehr geringen Abmessungen haben zu einer fast vollständigen Verdrängung der Röhren – auch in der Rundfunktechnik – geführt. Etwa seit 1955 werden Transistoren als Schaltelemente benutzt.

Nach den Computern der ersten Generation mit Elektronenröhren und den mit Transistoren bestückten EDV-Anlagen der zweiten Generation ist seit 1965 eine sogenannte dritte Generation auf den Markt gebracht worden. Die Schaltgeschwindigkeit der transistorisierten Rechenanlagen war inzwischen so gesteigert, daß der räumliche Abstand zwischen ihnen zum limitierenden Faktor wurde. Um ihn klein zu halten, außerdem Wirtschaftlichkeit und Lebensdauer zu steigern, verwendet man vorgefertigte Miniaturschaltkreise, die nur noch eine Kantenlänge von 1 mm haben. Die Transistoren selbst sind nur noch 0,1 mm³ groß – gegenüber 300 mm³ bei den bisher benutzten (Bosch-Unterlagen nach IBM).

Mit der Benutzung des Transistors in datenverarbeitenden Systemen konnte die Schaltzeit bis auf etwa 1 Nanosekunde verkürzt werden. In dieser Zeit hat das Licht nur 30 cm zurückgelegt (GALL 1969).

Nur durch eine zusätzliche Verkleinerung der Verbindungsleitungen scheint es möglich, die Schaltzeit des Transistors weiter zu reduzieren. Dieses soll in der sog. integrierten monolithischen Halbleitertechnologie am weitesten fortgeschritten sein. Das Transistorelement, Widerstände und die immer problematischer werdenden Verbindungen der Elemente eines Schaltkreises werden alle zusammen in einem Halbleiterplättchen hergestellt. Auf einer Fläche von 1 mal 1 mm eines Siliziumplättchens können etwa 100 Komponenten untergebracht werden. Diese Technologie verspricht eine untere Schaltzeit von weniger als einer Nanosekunde (einer milliardstel Sekunde) bei einem minimalen Leistungsbedarf von 100 Mikrowatt (GALL 1969). Die optische Technologie kann dann wohl noch Schaltzeiten wesentlich unter einer Nanosekunde ermöglichen. Optisch-elektrische Schaltelemente und die als Lichtverstärker geeigneten Laser sind dabei mögliche Bauelemente (EINSELE 1969).

Die Zykluszeit setzt sich zusammen aus: Zugriff zum Speicher + Übertragen ins Steuerregister + Regenerieren des Speicherinhaltes, z. B. für 4 Bytes = 0,84 Mikrosekunden.

Datencodierung

Man hat Dateneingabe und -ausgabe mit der Funktion von Sendern und Empfängern verglichen. Bei der Eingabe werden Signale aufgenommen, in apparatspezifische Signale umgesetzt und als Symbol gedeutet. Nur apparatspezifische Symbole können gedeutet werden, für deren Signalfolge oder -muster ein Symbol definiert ist. Der benutzte Zeichenvorrat muß bei Sender und Empfänger gleich sein (LINDEMANN 1967). Ein Beispiel hierfür geben LUTZ u. HAUFF (1965). Ein Dolmetscher hat die Aufgabe, eine gegebene Nachricht aus einer sogenannten Symbolsprache (beispielsweise Eng-

lich) in eine andere Symbolsprache (beispielsweise Französisch) zu übersetzen, und er muß dies so tun, daß die in den Sätzen vorhandene Information erhalten bleibt. Bei der Benutzung eines Computers muß der Mensch seine Symbolsprache in die des Rechners übersetzen.

Der wichtige Unterschied zwischen Signalfolgen und Signalmustern, denen im Computer die unterschiedlichen Verarbeitungsmethoden »seriell« und »parallel« entsprechen, soll im folgenden weitgehend unberücksichtigt bleiben. Beispiel: Wir hören Schwingungen (adäquate Reize für das Ohr) und können sie in Töne oder Laute umdeuten. Wir sehen ein bestimmtes Muster und »wissen«, daß es sich um einen bestimmten Buchstaben handelt. Die verschiedenen Tonhöhen und -folgen im Telefon können wir zu Bedeutungsinhalten umdeuten: Besetzt, Frei, Amt usw.

Bei der Ausgabe müssen die arteigenen Symbole wieder in Zeichen übersetzt werden, deren Sinn dem Partner verständlich ist (Abb. 9).

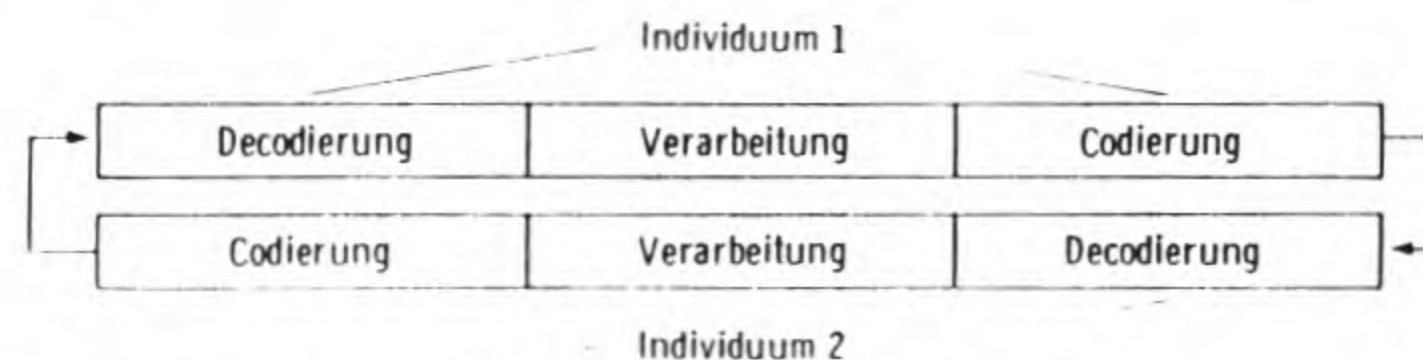


Abb. 9 Verständigung zwischen 2 Individuen (nach LINDEMANN)

Digitale und analoge Symbole und ihre Verarbeitung

Prinzipiell muß man zwischen sogenannten *digitalen und analogen Symbolen* unterscheiden. Unter digitalen Symbolen versteht man qualitativ definierte Einheiten und Vielfache davon. Analoge Symbole sind beliebige, nicht unterteilte Größen, deren Ausdehnung prinzipiell sowohl in der einen als auch in der anderen Richtung nicht begrenzt ist. Bei analogen Größen gibt es kein »Kleinstes«. Sie lassen sich nicht in Einheiten unterteilen, sondern nur in ihrer absoluten Größe angeben. Hierfür ein Beispiel: Das Zählen mit den Fingern ist ein digitaler Prozeß, der mit definierten Einheiten arbeitet – daher der Name. Das Anzeigen einer Länge zwischen zwei Fingern ist ein »Analogon«, ein Vergleich. Drei mal zwei läßt sich digital mit den Fingern oder einer Rechenmaschine errechnen, es läßt sich aber auch am Rechenschieber annähern. Beim Rechenschieber sind die digitalen Größen 1, 2, 3 . . . 6 durch Strecken symbolisiert, deren Längen »analog« dem Logarithmus der genannten Zahlen sind. Die Länge des Rechenschiebers hat höchstens einen Einfluß auf die erreichbare Ablesegenauigkeit (BEST 1962). Analog rechnet man durch direkten Vergleich oder direktes Aneinandersetzen von zwei Größen, digital nur in bezug auf definierte Untereinheiten. Beispiele aus dem täglichen Leben mögen diese wichtige Unterscheidung noch einmal erläutern: Der Münzfernsprecher rechnet mit Gebühreneinheiten digital. Die Wasseruhr arbeitet analog, ebenso ein »Stromzähler«, der zugleich digital rechnet: Volt mal Ampere mal Zeit (Stunden) = Wattstunden. Die Anzeigegeräte der beiden letztgenannten Instrumente sind zugleich Beispiele für sogenannte Analog-Digital-Wandler: Um den Ablesenden digitale Weiterverarbeitung der analogen Informationen zu ermöglichen, werden bestimmten Zeigerstellungen definierte Einheiten zugeordnet. So wird eine an sich kontinuierliche Größe in diskontinuierliche Einheiten zerlegt.

Analogrechner werden vor allem zur Nachbildung (Simulation) physikalisch-technischer Vorgänge eingesetzt. Sie arbeiten in der Regel mit Spannungsgrößen als analogen Symbolen (BAUER u. Mitarb. 1965; Tab. 5).

Tabelle 5 Rechenelemente eines elektronischen Analogrechners (nach NEISS)

Schaltzeichen	Benennung	Bemerkung
	Koeffizientenpotentiometer	$y = \alpha \cdot x$ $0 < \alpha < 1$
	Rechenverstärker	$y = -V \cdot x$ $V \gg 1$ Ein Rechenverstärker ist ein Gleichspannungsverstärker mit einem gegenphasigen Ausgang. Das Rückkopplungsnetzwerk kann geeignet gewählt werden.
	Umkehrer	$y = -x$
	Summierer	$y = \sum_{i=1}^n c_i x_i$ c_i Bewertungsfaktoren
	Integrierer	$y = -k_0 \int_0^{t_1} \sum_{i=1}^n c_i x_i(t) dt + y(0)$ k_0 Integrationsfaktor $y(0)$ Anfangswert c_i Bewertungsfaktoren t_i Integrationsdauer
	Funktionsgeber, allgemein	$y = f(x)$ Anstelle von $f(x)$ kann die spezielle Funktion eingesetzt werden.
	Multiplizierer, allgemein	$y = x_1 \cdot x_2$
	Dividierer	$y = \frac{x_1}{x_2}$
	Komparator	$y = y_1$ für $\sum_{i=1}^n x_i > 0$ $y = y_2$ für $\sum_{i=1}^n x_i < 0$

Nach ALBRECHT (1969) geht man normalerweise bei der Lösung eines physikalischen Problems mit geplantem Computereinsatz so vor, daß man zunächst eine mathematische Formulierung des Problems sucht und danach mit einem numerischen Verfahren an den Digitalrechner geht.

Ein Analogrechner kann jedoch die Lösung des Problems unter Umgehung der mathematischen Formulierung ermöglichen. Es wird einfach ein Analogrechnermodell gebaut. Die Nachteile sind, daß die Genauigkeit beim Analogrechner auf 4 Dezimale beschränkt und er nicht so universell ist. »Der Digitalrechner ist ein Idiot, der Analogrechner sogar noch ein Fachidiot.« Er ist nur für das Fach der Differentialgleichungen zuständig, er ist ein Spezialrechner. Logische Entscheidungen mit Verzweigungen sind viel mühsamer. Der Analogrechner hat fast keine Speicherungsmöglichkeiten für Daten. Daher ist man neuerdings um eine Verbesserung der Bausteine, beispielsweise für Digitalrechner, bemüht, damit sie quasi analog rechnen.

RÖPKE (1969) führte aus: Der Analogrechner sei leicht umzuprogrammieren, man brauche fast keine Testzeiten. Das Modell wird mit Hilfe von Steckschnüren in ein Schaltbild umgeformt und die Eingangsgrößen eingegeben. Man solle ein möglichst einfaches Modell nehmen. Kompliziertere lassen sich fast immer anpassen. Es wird im Prinzip nach einem Modell gesucht, das praktikabel ist. Unbekannte *compartments* können als Konsequenz der anderen bekannten bestimmt werden. Man kann aber auch manchmal die Konstanten in einem solchen Modell vorher digital bestimmen, um nicht sämtliche Möglichkeiten durchspielen zu müssen.

REPGES (1969) befaßte sich speziell mit der Anwendung der Analogrechner zur Darstellung stochastischer Prozesse.

Zwischen einem Versuchsobjekt und dem Ergebnis dieses Versuches liegt eine Kette von Teilaufgaben. Diese Aufgaben müssen nacheinander gelöst werden. Übersichtliche Darstellungen bringt HARTWIG (1967; Abb. 10a u. b). Die technologisch interessante Nahtstelle ist die Umsetzung der analogen Signale in digitale Form. Die Spannungen des Analogsignals werden dabei in Intervallen abgetastet und die Spannungs-

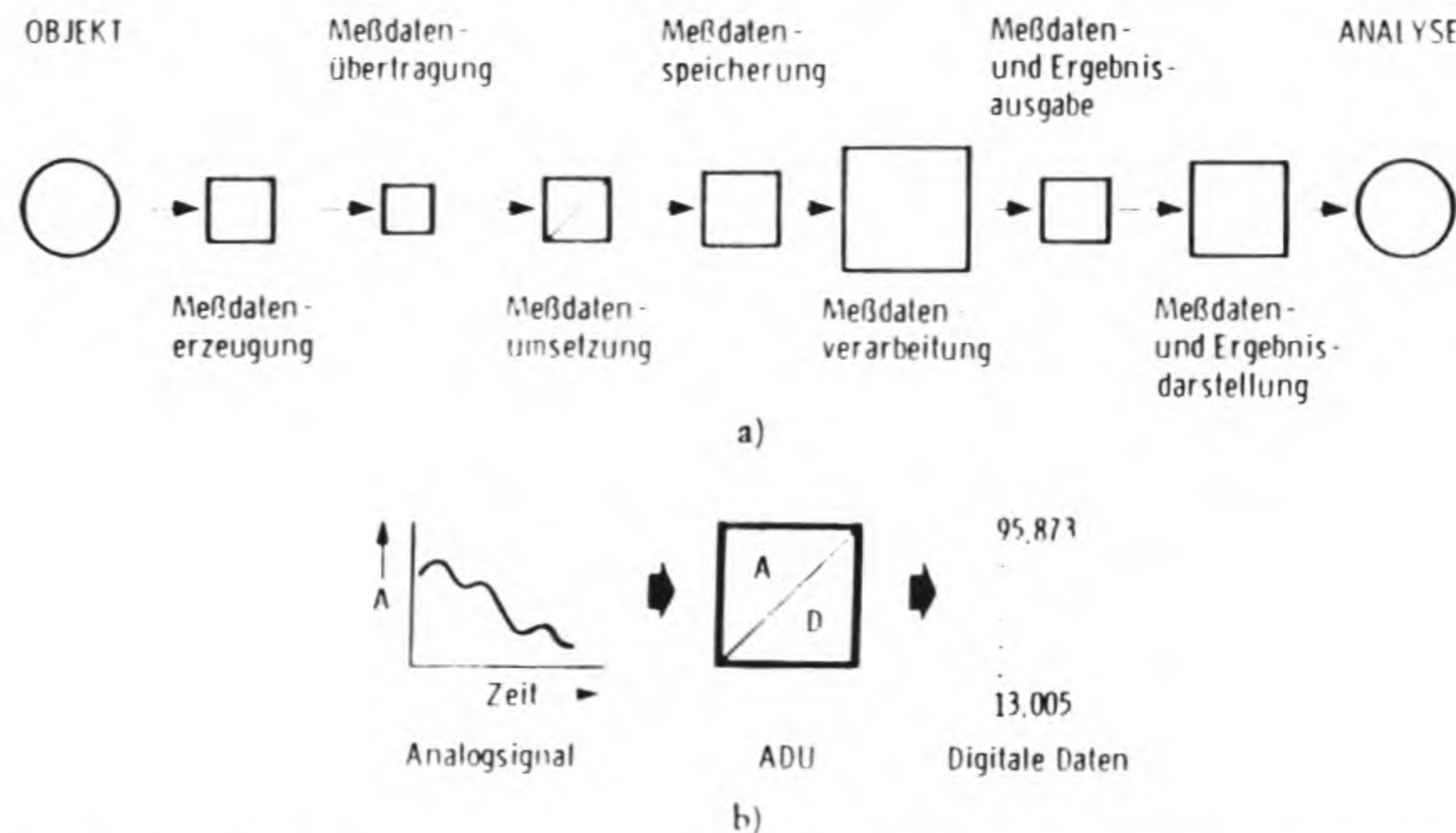


Abb. 10a u. b a) Aufgabengliederung bei experimentellen Untersuchungen mit b) Analog-digital-Umwandlung

größen in Zahlen wiedergegeben. Durch sogenannte Analog-Digital-Umsetzer (ADU) oder Konverter werden so aus den kontinuierlichen analogen Signalen diskrete digitale Meßdaten gewonnen. Es sollen die eintreffenden kontinuierlichen Signale – beispielsweise einer Ekg- oder EEG-Kurve – in sog. diskrete Zahlenwerte umgesetzt werden, so daß aus diesen Zahlenwerten jederzeit die ursprünglichen Signale rekonstruiert werden können. Die Zahlenwerte werden mit Digitalrechnern verarbeitet. Die wesentlichste Frage ist dabei die der Abtasthäufigkeit. Legt man die Abtastpunkte zu weit auseinander, erhält man ein ungenaues oder sogar falsches Bild, legt man dagegen die Abtastpunkte zu eng zusammen, erhält man unnötig viele Meßdaten. Die Redundanz muß möglichst klein gehalten werden, um den begrenzten Speicherplatz nicht unnötig auszufüllen. Wie entscheidend diese Frage ist, geht daraus hervor, daß bei einer Konvertierung von 10 000 Werten/sec in einer Minute 600 000 Werte digitalisiert und gespeichert werden. Zur Analog-Digital-Umsetzung wird meist die Stufenkompensation mit Stufenpotentiometern angewendet. Eine Meßgröße wird mit einer stufenförmig veränderten Normalspannung verglichen. Zum umgekehrten Vorgang, der Digital-Analog-Umsetzung, wird die Spannungs- und Stromsummiierung benutzt (GANZHORN u. WALTER 1967).

Viele physiologische Signale lassen sich analog leichter erfassen als digital: RR, Hauttemperatur, Muskelkräfte usw. Im folgenden wird dennoch nur auf die Beschreibung digitaler Computer eingegangen. Ihre Verwendbarkeit ist universeller, da sie auch Buchstaben, Zahlen und Sonderzeichen speichern und verarbeiten können. Zusätzlich ist auch ihre Genauigkeit größer. Das Ablesen eines Rechenschiebers oder einer Kurve ist gegenüber der Rechenmaschine wegen der unvermeidlichen Toleranzen ungenauer als eine digitale Rechnung eines Computers mit vielen Stellen hinter dem Komma (BAUER u. Mitarb. 1965, RECHENBERG 1964). Schwierigkeiten wird man erst dann begegnen, wenn man die kontinuierliche Veränderung einer Größe als Funktion einer anderen darstellen will. Das, was der Analogrechner in einem einzigen Rechengang simultan mit allen Rechenelementen anzeigen kann, indem er für jede Formelverknüpfung ein meist elektronisches, eigenes Schaltungsäquivalent benutzt, muß der Digitalrechner erst in vielen Einzelrechnungen unter Zerlegung der Analoggrößen annähern (CHAPIN 1962; Tab. 6). Die Genauigkeit der Analogrechner ist von der Güte der Rechenelemente abhängig. Mit zunehmender Komplexität und Größe der zu lösenden Gleichungen werden im gleichen Maße mehr Rechenelemente benötigt, eine Tatsache, die zur Einschränkung der Einsatzmöglichkeiten führt.

Tabelle 6 Vergleich Analog-Digital-Rechner (IBM 1130)

	<i>Analog</i>	<i>Digital</i>
Arbeitsweise	parallel	seriell
Darstellung der Variablen	kontinuierlich	diskret
Programmierung	einfach	Kenntnisse erforderlich
Kontakt zum Problem	groß	gering
Eingriff in laufende Programme	leicht möglich	schlecht möglich
Genauigkeit	$10^{-3} \dots 10^{-4}$	$10^{-7} \dots 10^{-10}$
Zahlenbereich	$10^{-4} \dots 1$	$10^{-38} \dots 10^{39}$
Normierung	schwierig	meist überflüssig
Dokumentation	keine	gut
Sonderfunktionen	wenige, ungenau	beliebig
Programmspeicherung	teuer	billig
Begrenzung	Größe, Genauigkeit	Rechenzeit

Hybridcomputer wurden in einem Versuch entwickelt, die Rechengeschwindigkeit und leichte Programmierbarkeit der Analogcomputer speziell bei der Lösung von Differentialgleichungen mit der größeren Genauigkeit und Kontrollflexibilität der Digitalcomputer zu kombinieren (TAYLOR 1966 und SILER 1965). Neben dem Einbau digitaler Elemente in den Analogrechner oder den Hybridrechner als maschinentechnische Lösungen führt eine besondere Programmtechnik zum gleichen Erfolg: Blockorientierte Programmiersprachen erlauben es, Digitalrechner wie Analogrechner zu programmieren und zu bedienen. Die blockorientierte Sprache wird CSMP genannt (FORNER 1968). Durch Unterprogrammblöcke werden Analogrechner-Untersysteme (Integrierer, Multiplizierer) ersetzt und durch beschreibende Anweisungen verbunden. – Wenn im folgenden von Computern die Rede ist, soll darunter nur der Digitalrechner verstanden werden.

Das Dualprinzip

Möglicherweise arbeitet das menschliche Gehirn mit mehrwertigen Symbolen, beispielsweise unterschiedlichen Frequenzen, denen verschiedene Bedeutungen zukommen (LINDEMANN 1967). Auch eine elektronische Rechanlage könnte mit verschiedenen Spannungen verschiedene Inhalte symbolisieren, wie dies z. T. in Analogrechnern geschieht. Für digitale Zwecke ist es jedoch aus verschiedenen Gründen nicht opportun. Alle einfachen elektrischen Schaltelemente arbeiten nach dem Prinzip des ausgeschlossenen Dritten: binär = dual. Ein Relais kann wie ein Kippschalter entweder »an« oder »aus« sein, eine Diode kann entweder Strom fließen lassen oder nicht, eine magnetische Schicht kann magnetisiert sein oder nicht – jedenfalls solange man mit einfachen Mitteln arbeiten will. Dem entsprechend sollte auch ein Draht entweder Spannung haben oder nicht. Weitere Unterscheidungen wie »groß/mittel/klein/nicht« bedingen kompliziertere Diskriminanzschaltungen und Regelstrecken, deren Funktion unsicherer wäre und leichter zu Fehlern führen könnte. Die Ja-Nein-Antwort: Impuls vorhanden oder nicht, kann beliebig weit unterschieden werden, soweit, daß auch bei erheblichen Übertragungsverlusten die Diskriminierung noch durchaus gelingt (RECHENBERG 1964). Ein weiterer wichtiger Grund liegt in der sehr einfachen logischen Verarbeitung binärer Informationen mit Hilfe der BOOLE-Logik, worauf später eingegangen werden soll (GERTEIS 1964, GANZHORN u. WALTER 1966).

Die Maschinencodes aller digitalen Rechner sind heute binär aufgebaut. Hier gibt es, wie erwähnt, nur zwei Möglichkeiten: »Signal« und »kein Signal«. Die kleinste Verständigungseinheit, ein einzelnes »Ja«- oder »Nein«-Signal (im folgenden mit »j« oder »n« bezeichnet, um eine Verwechslung mit Zahlen zu vermeiden), nennt man eine binäre Informationseinheit, kurz ein »Bit« (Abkürzung für »binary digit«). Jedes Bit ist eine Maßeinheit für einen einzelnen Auswahlvorgang: »j« oder »n«. Grundlegend ist jedenfalls die Tatsache, daß sich alle Zeichen durch Kombination von zwei Grundzeichen (beispielsweise »j« oder »n«) ausdrücken und elektronisch darstellen lassen. Die Stellenwerte von Ziffern in einer Binärzahl entsprechen den Potenzen der Basiszahl »2«. Mit einem einzelnen Bit lassen sich also nur zwei vereinbarte Zeichen symbolisieren, beispielsweise die beiden Zahlen 0 und 1 oder die beiden Buchstaben A und B. Natürlich könnte man auch vereinbaren, daß es die Buchstaben X und Y und die Zahlen 8 und 9 wären. Um alle Ziffern, Buchstaben und Sonderzeichen symbolisieren zu können, genügen, wie der Aufbau des Fernschreiberlochstreifens mit 5 »Kanälen« beweist, 5 Bit. Hiermit lassen sich nach den Regeln der Kombinatorik $2^5 = 32$ verschiedene Möglichkeiten durch Loch/kein Loch symbolisieren. Um anzugeben, ob es

sich dann im folgenden um Buchstaben oder Ziffern handelt, wird noch ein »Vorzeichen« ohne sonstige Bedeutung gestanzt, etwa so, wie wir bei der Schreibmaschine die Umschalttaste benutzen, sobald Großbuchstaben angeschlagen werden sollen. In den so erreichten $2 \text{ mal } 2^8 = 64$ verschiedenen Symbolen lassen sich ohne Vorzeichen die wichtigsten gebräuchlichen Zeichen zusammen mit Satz- und Sonderzeichen unterbringen. Ein auf 6 Bits aufgebauter Code wird daher auch sehr häufig benutzt (MURPHY 1964). Mehrere Bits lassen sich für bestimmte Informationen zusammenfassen.

Mit diesen 6 Bits können

- 10 Ziffern 0 bis 9
- 26 Buchstaben A - Z.
- 27 Sonderzeichen (z. B. *, %, +, -)
- 1 Blank (Leerstelle)

dargestellt werden.

Um diesen 6-Bit-Code anzuwenden, reserviert man jedoch noch ein siebentes Bit für eine Speicherstelle in einem Computer. Der Grund ist folgender: Bei der ungeheuren Geschwindigkeit, mit der ein Computer Daten überträgt und verarbeitet, kann auch einmal ein Fehler auftreten, beispielsweise eine »j«-Information nicht gelesen werden oder ein Störimpuls in der Übertragungsleitung einen zusätzlichen »j«-Impuls simulieren. Damit würde sich der symbolisierte Inhalt natürlich sehr verändern, und die Maschine würde – wie menschlich – mit den falschen Daten weiterarbeiten. Um diese Möglichkeit weitgehend auszuschalten, gibt man jedem Symbol in einem zusätzlichen siebenten Bit eine Kontrolle mit, durch das bei jeder Datenübertragung geprüft wird, ob das erkannte Symbol »richtig« oder »falsch« ist. Bei den meisten Anlagen bedient man sich zu dieser Prüfung einer einfachen Methode: Man zählt die positiven Bits in einem Symbol. Ergibt sich eine gerade Zahl (bzw. bei anderen Maschinen eine ungerade), fügt man im siebenten Bit, dem Prüfbit, auch »C-Bit« (Control Bit) genannt, ein weiteres »j« ein, so daß alle zu übertragenden Symbole eine ungerade (bzw. gerade) Anzahl von »j«-Bits haben müssen. Das übertragene Symbol wird bei der Ankunft schnell durchgezählt; ist es »richtig«, wird weitergearbeitet, ist es dagegen »falsch«, wird der Vorgang wiederholt, also erneut gelesen, umcodiert usw. Wenn Symbole aus einer Darstellungsweise in eine andere übersetzt werden, also beispielsweise Lochkarten in binäre Zeichen, wird sofort anschließend das erhaltene Symbol zurückübersetzt und geprüft, ob das erhaltene mit dem ursprünglichen Zeichen identisch ist. Dieses fortlaufende Kontrollieren der Daten und Arbeitsschritte hat den Computer erst funktionssicher gemacht. Es müssen schon zwei oder mehr Fehler aufeinandertreffen, ehe einer in der Maschine auftritt (LINDEMANN 1967 und RECHENBERG 1964).

1101 entspricht im Binärsystem, entsprechend den Potenzen zur Basiszahl 2,
 $1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13$

Die Umwandlung einer Dezimalzahl in eine Dualzahl erfolgt in folgender Form: Man dividiert die Zahl durch 2 und vermerkt nur den Rest. Die umgeklappten Reste stellen dann die Dualzahl dar:

Beispiel: 33

33	:	2	Rest	1	
16	:	2	Rest	0	
8	:	2	Rest	0	
4	:	2	Rest	0	
2	:	2	Rest	0	
1	:	2	Rest	1	
					100001

Die Umrechnung von Dezimal- in Dualzahlen gelingt also, wie das Beispiel zeigt, leicht, führt jedoch zu einer erheblichen Stellenvermehrung. Zum schnellen Berechnen wissenschaftlicher Inhalte verwendet man dennoch häufig die rein duale Darstellung. Bei kommerziellen Aufgaben dagegen stellt man meist jede einzelne Dezimalziffer in 4 Bit binär dar, »packt« 2 Dezimalen in 8 Bit oder – in IBM-Ausdrucksweise – in 1 Byte. Was ein Halbwort und ein Wort ist, geht aus der folgenden IBM-Darstellung hervor (Tab. 7).

Tabelle 7

				0000 0000	0000 0000	0000 0101	0000 1111
BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE
HALBWORT		HALBWORT		HALBWORT		HALBWORT	
WORT				WORT			
DOPPELWORT							

Im Kernspeicher sieht die Zahl 259 bei einem dual verschlüsselten Dezimalsystem folgendermaßen aus, wenn die Magnetkerne den Zustand magnetisiert oder nicht magnetisiert haben, d. h. 1 oder 0:

Dezimal =	Hunderter	Zehner	Einer	Stellenwert	
	0	0	1	8	
	0	1	0	4	Dual
	1	0	0	2	
	0	1	1	1	
= 2		= 5	= 9		

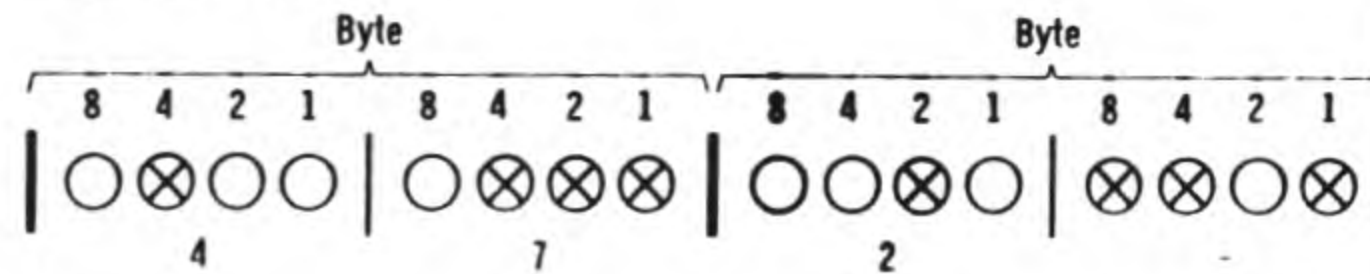
Diese Art, jede einzelne Dezimalzahl in 4 Bit binär darzustellen, nennt man dezimal-dual-gepackt. 4 weitere Bits werden für das Vorzeichen benötigt. Der Vorteil besteht darin, daß je Dezimalstelle binäre Rechenoperationen bei leichter Decodierbarkeit ohne Umrechnung in das Dualsystem durchgeführt werden können. Für die *dezimal duale Darstellungsweise* (auch »gepackte Darstellung« genannt) werden die zu verrechnenden rein numerischen Daten aufgrund einer Programminstruktion im Hauptspeicher aus alphanumerischer in dezimal-duale Form umgepackt: die linken vier Stellen der alphanumerischen Verschlüsselung, die nur zur Unterscheidung von Buchstaben und Ziffern dienen, werden weggelassen. Das so verkürzte Zahlzeichen benötigt nur noch ein halbes Byte an Speicherplatz.

Unter Berücksichtigung, daß ein Zahlenvorzeichen ebenfalls ein Halbbyte einnimmt, kann in der gepackten Darstellung z. B. eine dreistellige Zahl in zwei Bytes gespeichert werden (Abb. 11).

Die gepackte Darstellung wird bei allen einfachen Rechenvorgängen kaufmännischer Aufgaben verwendet und erzielt Rechengeschwindigkeiten von 10 Millionen Additionen in der Minute.

Um beim Ausdruck Platz zu sparen, stellt man die 16 Möglichkeiten, die 4 Bit symbolisieren können, mit einem Zeichen **hexadezimal** dar, wobei 0–9 durch Dezimalziffern, 10–15 durch die Buchstaben A–F symbolisiert werden. Meist können maschinenintern die verschiedenen Schreibweisen ineinander überführt werden. Die halbexponentielle Darstellung von » $n \times 10^{\pm m}$ « Zahlen mit Hilfe des sogenannten »floating point«, d. h. mit einem »Gleitkomma«, soll hier nur gestreift werden. Dies bedeutet die normali-

Dezimal-duale Darstellung der Zahl 472-



Rein-duale Darstellung der Zahl 472 +

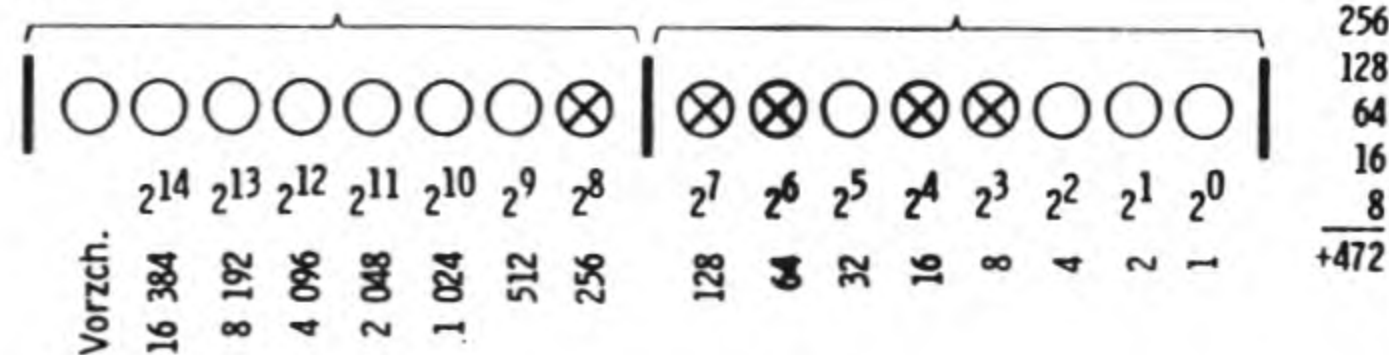


Abb. 11 Darstellung von Zahlen, a) dezimal-dual, b) rein dual

sierte Wertdarstellung in Form einer Zahl, die mit einer Ziffer > 0 beginnt (nur »signifikante« Stellen) und einen Faktor in Form einer Potenz hat:

beispielsweise: $0,275 \times 10^{-17}$

oder $0,892 \times 10^8$

Der Vorteil liegt darin, daß das Verfahren bei gleichem Stellenaufwand die Darstellung sehr großer und sehr kleiner Zahlen erlaubt.

Tabelle 8 Gegenüberstellung der Darstellung von Zahlen

Dezimal	Dual (Binär)	Dezimal-dual-gepackt	Hexadezimal
$10^2 10^1 10^0$	$2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0$	$2^3 2^2 2^1 2^0 - 2^3 2^2 2^1 2^0$	$16^1 16^0$
0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0 1 0*	0 0
0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 1	0 1
0 0 2	0 0 0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 1 0	0 2
0 0 3	0 0 0 0 0 0 1 1	0 0 0 0 0 0 1 1	0 3
:	:	:	:
0 0 7	0 0 0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 1 1 1	0 7
0 0 8	0 0 0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0	0 8
0 0 9	0 0 0 0 1 0 0 1	0 0 0 0 1 0 0 1	0 9
0 1 0	0 0 0 0 1 0 1 0	0 0 0 1 1 0 1 0*	0 A
0 1 1	0 0 0 0 1 0 1 1	0 0 0 1 0 0 0 1	0 B
:	:	:	:
0 1 5	0 0 0 0 1 1 1 1	0 0 0 1 0 1 0 1	0 F
0 1 6	0 0 0 1 0 0 0 0	0 0 0 1 0 1 1 0	1 0
0 1 7	0 0 0 1 0 0 0 1	0 0 0 1 0 1 1 1	1 1
:	:	:	:
1 9 8	1 1 0 0 0 1 1 0	-----**	C 6

* Die Null wird im Dezimal dual Code wie oben dargestellt. Das ist durch das binäre Rechnen bedingt und hat rein schaltungstechnische Gründe.

** Die vorhandene Stellenzahl reicht nicht aus: es müßten 3×4 Stellen vorhanden sein, um 3 Dezimalzahlen in gepackter Form ohne Berücksichtigung des Vorzeichens binär symbolisieren zu können. Innerhalb des Computers wird in jedem Fall ein weiteres Halbbyte zur Darstellung des Vorzeichens dazukommen.

Der erste Zahlenwert, z. B. 0,275, wird als Mantisse, die Potenz $\times 10^{-17}$ als Exponent bezeichnet.

Die Potenzzahl – hier 17 – wird Charakteristik genannt.

Die Gleitkommazahlen werden im Computer immer dann benutzt, wenn mit »Stellen nach dem Komma«, d. h. mit rationalen Zahlen, gerechnet werden soll. Die computerinterne Darstellung hängt vom System ab, enthält aber prinzipiell Mantisse und Exponent. Da die Nullen wegfallen, sind höhere Rechengeschwindigkeiten möglich.

Aus dieser Aufstellung wird folgendes ersichtlich:

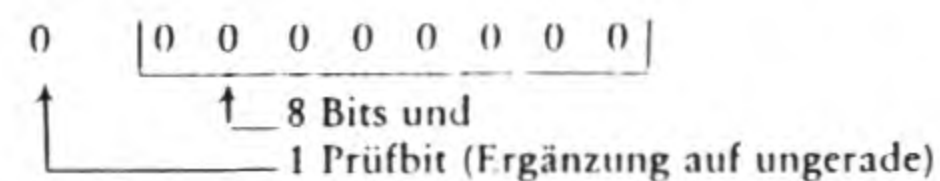
1. Die duale Schreibweise erfordert wesentlich mehr Schreibstellen (Abb. 11).
2. Die dezimal-duale erfordert noch mehr Schreibstellen, wobei die Anzahl der erforderlichen Stellen jedoch streng mit der Zahl der dargestellten Dezimalen korreliert ist:
1 Dezimalstelle = 4 Dualstellen.
3. Die hexadezimale Schreibweise stellt in 2 Zeichen den Inhalt eines Byte dar. Der hexadezimale Ausdruck einer dezimal-dual-gepackten Darstellungsweise entspricht der Dezimalzahl bis auf dezimal 0 = hexadezimal A = dezimal 10 in dualer Schreibweise (Bosch- und IBM-Schulungsunterlagen).

IBM-EBCDIC-CODE

Da zu den eigenen Arbeiten das IBM-System/360 benutzt wurde, soll der in diesem System benutzte Code etwas ausführlicher vorgestellt werden. Benutzt werden 8 Bits und ein Prüfbit. Er weist damit wesentlich mehr Möglichkeiten auf, als Zeichen vorhanden sind. Das System ist also in gewissem Sinne zukunftsicher. Mit ihm lassen sich auch Groß- und Kleinbuchstaben unterscheiden und vieles andere mehr. Es heißt *Extended Binary Coded Decimal Interchange Code* (EBCDIC).

Für jedes einzelne Zeichen werden also 9 Bits übertragen. 8 Bits sind ein »Byte«, sie enthalten die Information, das zusätzliche Bit dient lediglich der Kontrolle.

Ein Byte – eine IBM-eigene Bezeichnung – als Speicherelement besteht aus



Im Hauptspeicher werden ermöglicht die Darstellungsformen:

1. alphanumerisch (Buchstaben, Ziffern, Sonderzeichen),
2. dezimal-dual (gepackte Darstellung),
3. rein dual (binär, sog. Fixkommadarstellung),
4. floating point-(Gleitkomma-)Darstellung.

Die Feldlänge, d. h. die Anzahl der Stellen zur Darstellung einer Zahl oder eines alphabetischen Begriffes (z. B. *Husten*), ist bei alphanumerischer Darstellung (im Beispiel 6) variabel, ebenso bei Rechenoperationen mit Zahlen in gepackter Darstellung. Dies ist bei rein dualer Darstellung im Binärformat und der floating point Darstellung nicht der Fall.

Bei alphanumerischen Zeichen werden im Speicher wie auf der Lochkarte Bits hinzugefügt, die der Zone der Lochkarte entsprechen.

An einem anderen Beispiel soll gezeigt werden, wie ein codierter Text aussieht:

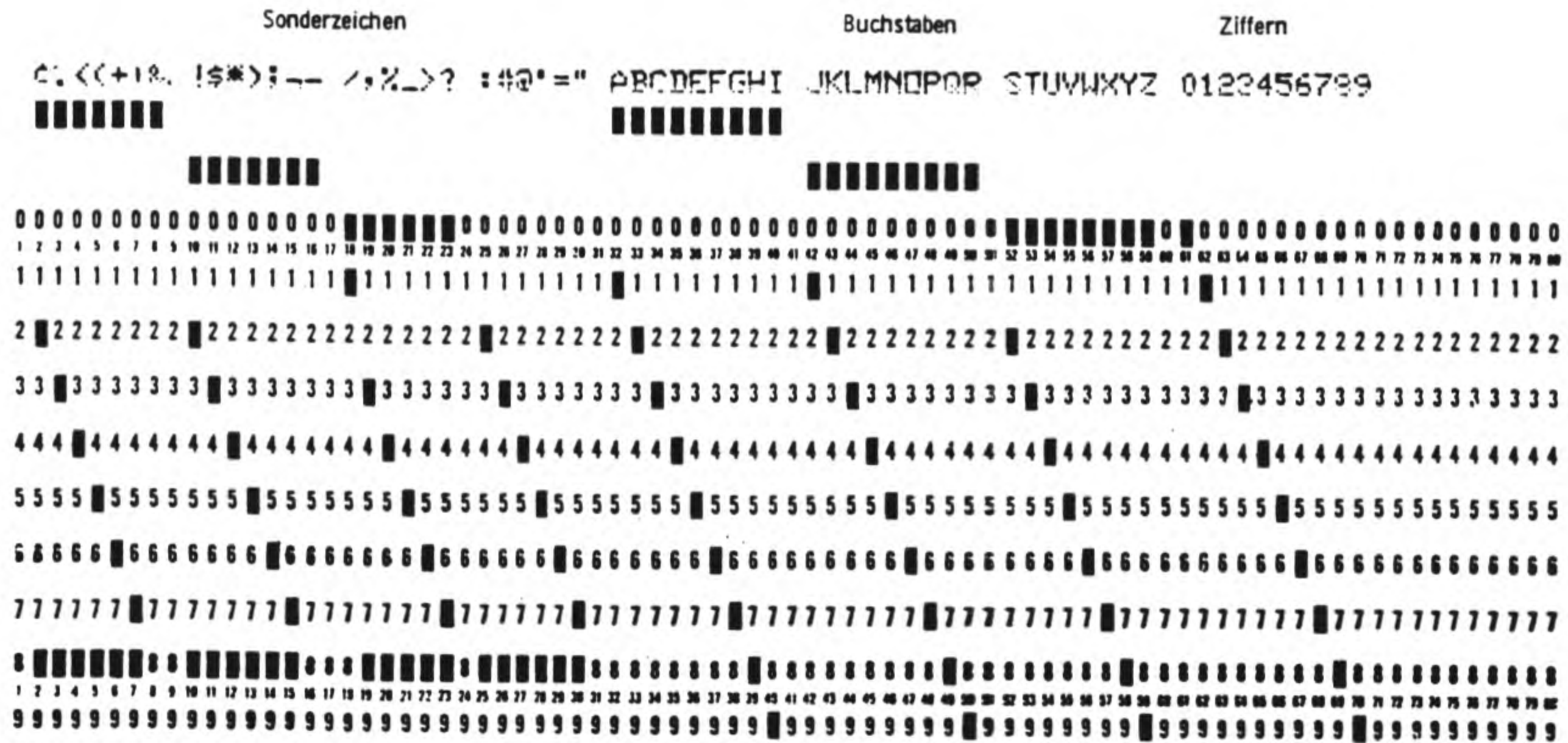


Abb. 12 Verschlüsselung der Zeichen auf Lochkarten im EBCDIC-Code (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) (nach IBM-DP-Schulungsunterlagen)

Text:	»2 mal	3 ist	6«
Bit 1	n 'njj	j jnj	n
Bit 2	j nnj	j njj	j
Bit 3	n jnn	n nnn	j
Bit 4	n nnn	n jnn	n
Bit 5	i jnj	j nnn	j
Bit 6	j nnn	j njj	j
Bit 7	j ijj	j ijj	j
Bit 8	j ijj	j ijj	j
Prüfbit	j njj	n nnj	n

Folgende Regeln sind dabei beachtet:

Ziffern werden dual ausgedrückt, die Bits 5–8 sind alle j. Die ersten neun Buchstaben des Alphabets A–I entsprechen in den Bits 1–4 den Ziffern 1–9, zusätzlich sind sie an zwei j in Bit 7 und 8 als »erste Gruppe des Alphabets« kenntlich. Die zweite Gruppe von J bis R trägt zusätzlich ein j in Bit 5, die dritte Gruppe von S bis Z ist durch j in den Bits 6–8 als solche gekennzeichnet. In den Bits 1–4 sind also die Zeichen 1, A, J bzw. die Zeichen 2, B, K und S usw. gleich. Sie unterscheiden sich durch den Inhalt der Bits 5 bis 8, die sogenannte Zonung.

Nach dem genau gleichen Prinzip ist der Lochkartencode aufgebaut, wobei für die Ziffern »kein Oberloch«, für die erste Buchstabengruppe ein Oberloch, d. h. eine Zonung in Zeile 12, und für die zweite ein Oberloch in Zeile 11, für die dritte ein Oberloch in Zeile 0 gesetzt wird (Abb. 12).

Abb. 13 zeigt die angenommene Symptomnummer »515« und die Symptombezeichnung »Husten« im Kernspeicher in Binärform dargestellt, wie sie z. B. auf dem Anzeigekonsol der EDV-Anlage erscheinen, und in Hexadezimalform, wie sie bei einem Kernspeicherauszug zu Testzwecken ausgedruckt werden.

Kernspeicher- stellen (Adresse) z. B.	Byte (ohne Prüfbit)		dargestellte Binärverschlüsselung (bitweise)		Hexadezimal- verschlüsselung (halbbyteweise)							
	Halbbyte		Halbbyte		dargestelltes Zeichen							
207	⊗	⊗	⊗	⊗	○	⊗	○	⊗	1111	0101	5	F5
208	⊗	⊗	⊗	⊗	○	○	○	⊗	1111	0001	1	F1
209	⊗	⊗	⊗	⊗	○	⊗	○	⊗	1111	0101	5	F5
210	⊗	⊗	○	○	⊗	○	○	○	1100	1000	H	C8
211	⊗	⊗	⊗	○	○	⊗	○	○	1110	0100	U	E4
212	⊗	⊗	⊗	○	○	○	⊗	○	1110	0010	S	E2
213	⊗	⊗	⊗	○	○	○	⊗	⊗	1110	0011	T	E3
214	⊗	⊗	○	○	○	⊗	○	⊗	1100	0101	E	C5
215	⊗	⊗	○	⊗	○	⊗	○	⊗	1101	0101	N	D5

Abb. 13 Byte, Halbbyte, Binär- und Hexadezimalverschlüsselung eines Symptoms

Dateneingabe

Einführung

Einen Computer kann man – bei aller gebotenen Vorsicht bei Analogieschlüssen – mit einem Klavier vergleichen. Das Benutzen des Instruments für die Acht- oder Zwölftonmusik kann dann das sog. Betriebssystem darstellen, der Komponist programmiert, und die Noten stellen die Daten dar, die »eingegeben« und »verarbeitet« werden.

Neben einem Programm zur Steuerung der Maschine werden Daten benötigt, die maschinengerecht sein müssen. Daten können, wie erwähnt, Zahlen, Buchstaben und Zeichen sein.

Die Erfassung der Daten kann über Lochkarten, Lochstreifen, Magnetbänder, Magnetschriftleser, Markierungsbelegleser, Datenerfassungssysteme u. ä. erfolgen.

Es kann auch nötig werden, eine Datenaufbereitung durch Sortieren oder Mischen von Lochkarten vor der Eingabe der Daten vorzunehmen.

Möglichkeiten der Dateneingabe

Lochkarte

Noch heute ist als Eingabemedium die *Lochkarte* weit verbreitet. Sie ist aus den konventionellen Verarbeitungsgeräten bekannt, ihr Aufbau wurde bereits kurz beschrieben und geht auch aus Abb. 12 hervor.

Lochstreifen

Der Lochkarte zuzuordnen ist der *Lochstreifen*, der sich vielleicht mehr durchsetzen wird, da er sich einfacher erstellen läßt. Die Korrektur- und Ersatzmöglichkeiten der Texte sind bei ihm jedoch umständlicher. Deshalb werden Programme heute in der Regel mit Lochkarten eingegeben.

Man verwendet zur Herstellung von Lochstreifen elektrische Schreib- und Saldiermaschinen, die mit einem Streifenstanzer gekoppelt sind. Lochstreifen sind billiger als Karten und kommen dem Bedürfnis nach variabler Wortlänge besser entgegen.

Fernschreiber

Auch *Fernschreiber* lassen sich als Ein- und Ausgabeeinheiten an Computer anschließen. Eine Zusammenstellung der Ein- und Ausgabemöglichkeiten enthält Abb. 14.

Elektromagnetische Markierungen

1. Mark-sensing-Karte

Auf einer Lochkarte werden bestimmte Bereiche mit einem Graphitstift markiert, dadurch elektrisch leitend und informationsübertragend.

2. Magnetschrift – Leseverfahren

Magnetschriftleser können mittels eisenoxydhaltiger Farbe gedruckte Zeichen auf

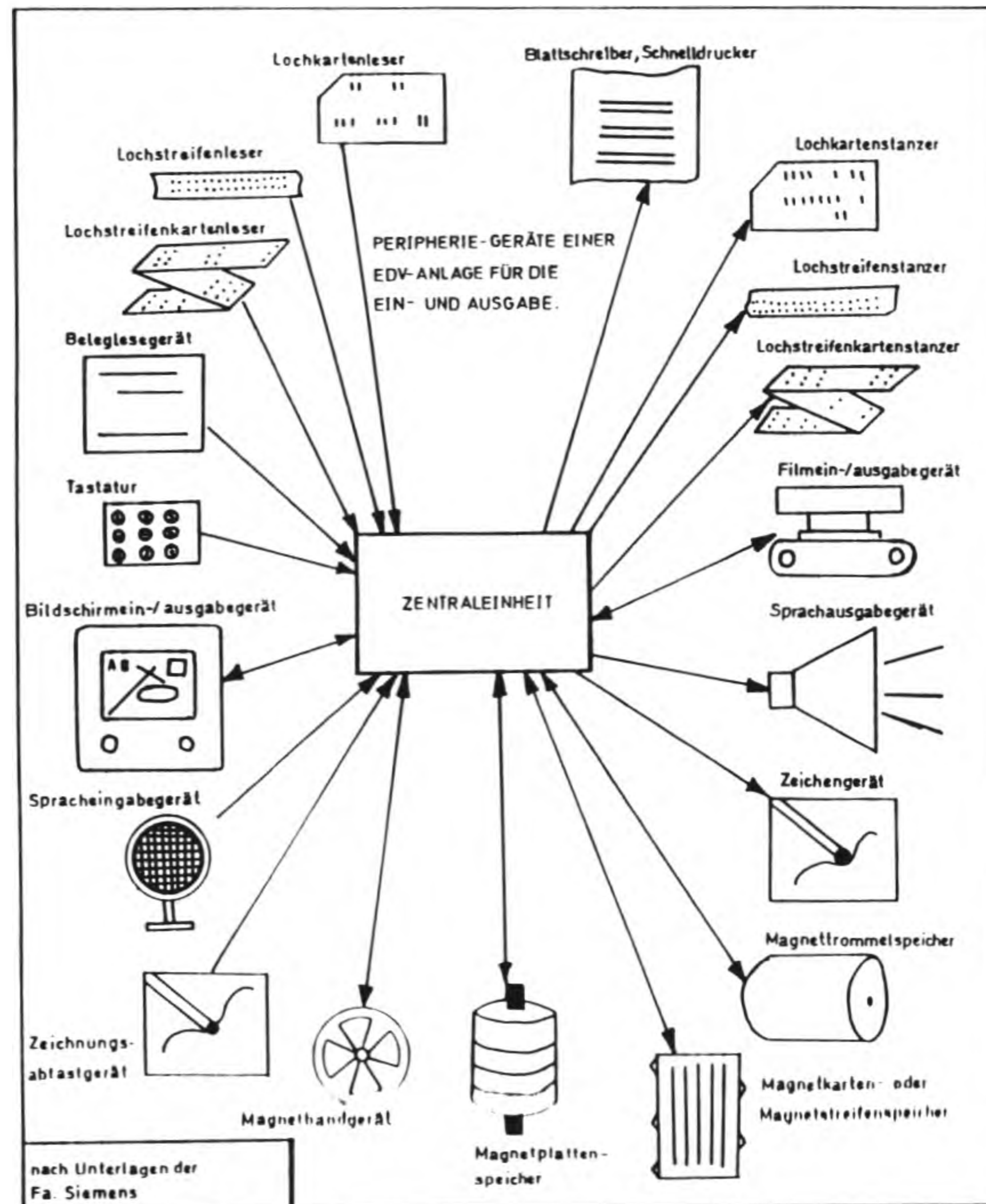


Abb. 14 Ein- und Ausgabegeräte eines Computers

magnetischem Wege lesen. Dieses Verfahren wird bei Banken und auch bei der Bundespost angewandt.

Optisches Lesen

1. Maschinell oder handschriftlich aufgebrachte Strichmarkierungen werden von *Markierungslesern* erkannt und, dem Programm entsprechend, als Informationen weiterverarbeitet (Abb. 15).

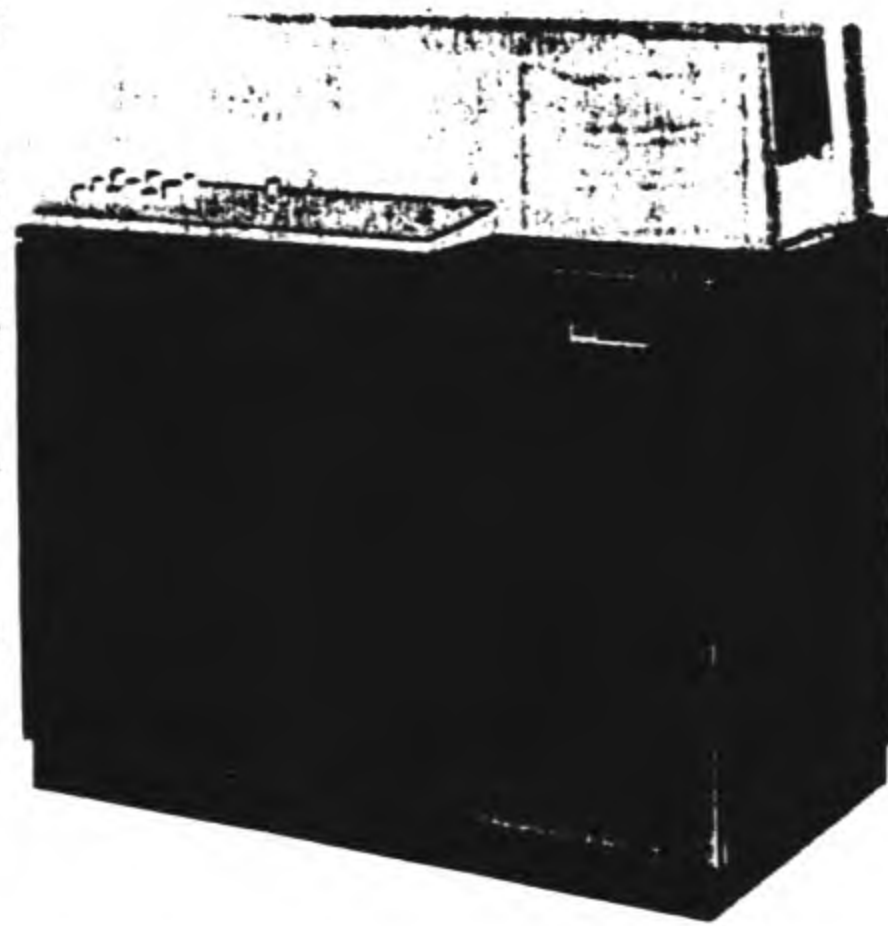


Abb. 15 IBM 1231 Optical Mark Page Reader = Optischer Markierungsbelegleser, Modell N 1

2. *Optische Klarschriftleser* lesen Ziffern, Buchstaben und Sonderzeichen in stilisierter Schrift aufgrund von Hell-dunkel-Unterschieden.
3. Optisch können handschriftlich auf Belege aufgebraachte Zeichen von *Handschriftlesern* erkannt werden, vorausgesetzt, daß bestimmte Regeln eingehalten werden. Für Zahlen ist dieses Prinzip schon in Benutzung.

Direkteingabe über Tastaturen

Sie kann mit Zwischenspeicherung auf Magnetbändern oder Magnetplatten erfolgen. Dabei können Schreibmaschinenendstellen (*terminals*), beispielsweise auf Krankenstationen, in Verbindung mit einer zentralen Datenerfassungsstation stehen, wobei u. U. die Daten direkt auf Bändern oder Platten zwischengespeichert und später in eine Rechenanlage eingelesen und verarbeitet werden. Hierher gehören auch Tastaturen zur Eingabe von Informationen unter Verwendung von Auflegemasken (Abb. 16).

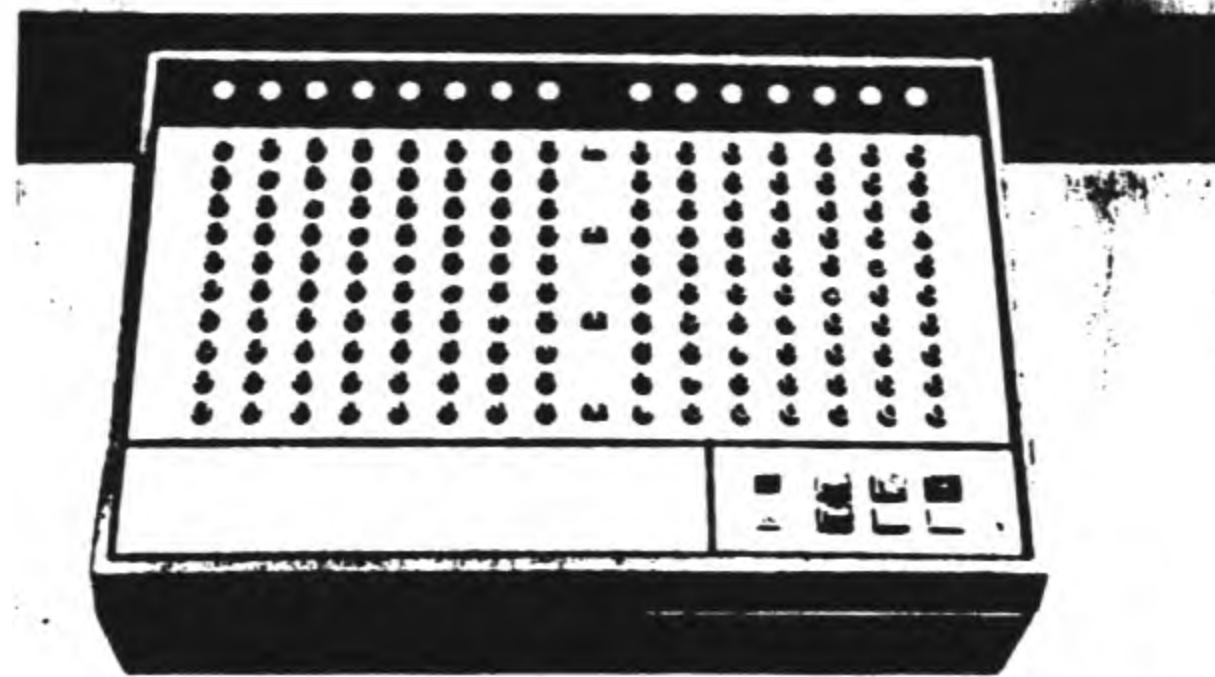


Abb. 16 IBM 1092 Programmed Keyboard = Maskentastatur für terminal

Magnetbandschreibmaschine

Neuerdings werden mit *Magnetbandschreibmaschinen* – IBM MB 72 – Direkteingaben auf maschinenlesbare Bänder möglich.

Große Rechner mit hohen Geschwindigkeiten benötigen zur *Eingabe kleinere Computer*. So werden beispielsweise mehrere IBM 1130 oder IBM/360-20 als Ein- oder Ausgabeeinheiten für die Rechner/360-50 bis 91 benutzt.

Datenspeicherung und Geschwindigkeit der Rechenanlagen

Möglichkeiten der Datenspeicherung

Es wurden schon die Versuche von BABBAGE mit einem Lochkartenband sowie die Datenspeicherung auf Karten durch HOLLERITH erwähnt. Angeführt wurde auch, daß die ersten Computer mechanische Speicher-Relais hatten, den zwei Zuständen »j« und »n« entsprechend, »erregt« und »nicht erregt«. Diese Systeme sind für die modernen Datenverarbeitungsanlagen zu langsam. Es mußten neue Wege der Datenspeicherung gefunden werden. Am weitesten verbreitet sind magnetische Verfahren der Informationsspeicherung wie 1. Magnetband-, 2. Magnetstreifen-, 3. Magnetplatten-, 4. Magnetkernspeicher. Wichtigste Speichermedien werden in Zukunft für Großspeicher wohl die Magnetplatten und der Magnetstreifen sein. Das Band wird dort seinen Platz behaupten können, wo serielles Arbeiten gewährleistet ist (Abb. 17).





Einheit	Kapazität Bytes/ Einheit	Zugriff- art	Mittlere Zugriffs- zeit	Les/Schr. Bytes/ sec
Band 	20 Mio bis 130 Mio auswechselbar	sequent.	sequent Verarb.	15 000 bis 320 000
Kernspeicher 	1 Mio bis 2 Mio	direkt adress.	8 µsec	bis zu 2 000 000
Platte 	2,7 Mio bis 29 Mio auswechselbar	wahlfrei	75 msec oder 60 msec	312 000
Trommel 	4 Mio	wahlfrei	8,6 msec (0,1)	303 800 oder 1 200 000
Magnetstreifen 	400 Mio auswechselbar	wahlfrei	510 msec (6)	55 000

Abb. 17 Externe Speicher mit ihrer Kapazität, Zugriffart u. a.

Magnetband

Das *Magnetband* kann mit allen Ziffern, Buchstaben und Sonderzeichen magnetisiert werden. Eine Stelle nimmt jeweils ein Byte auf.

Der Code ist der gleiche wie bei der »alphanumerischen Darstellung« im Kernspeicher.

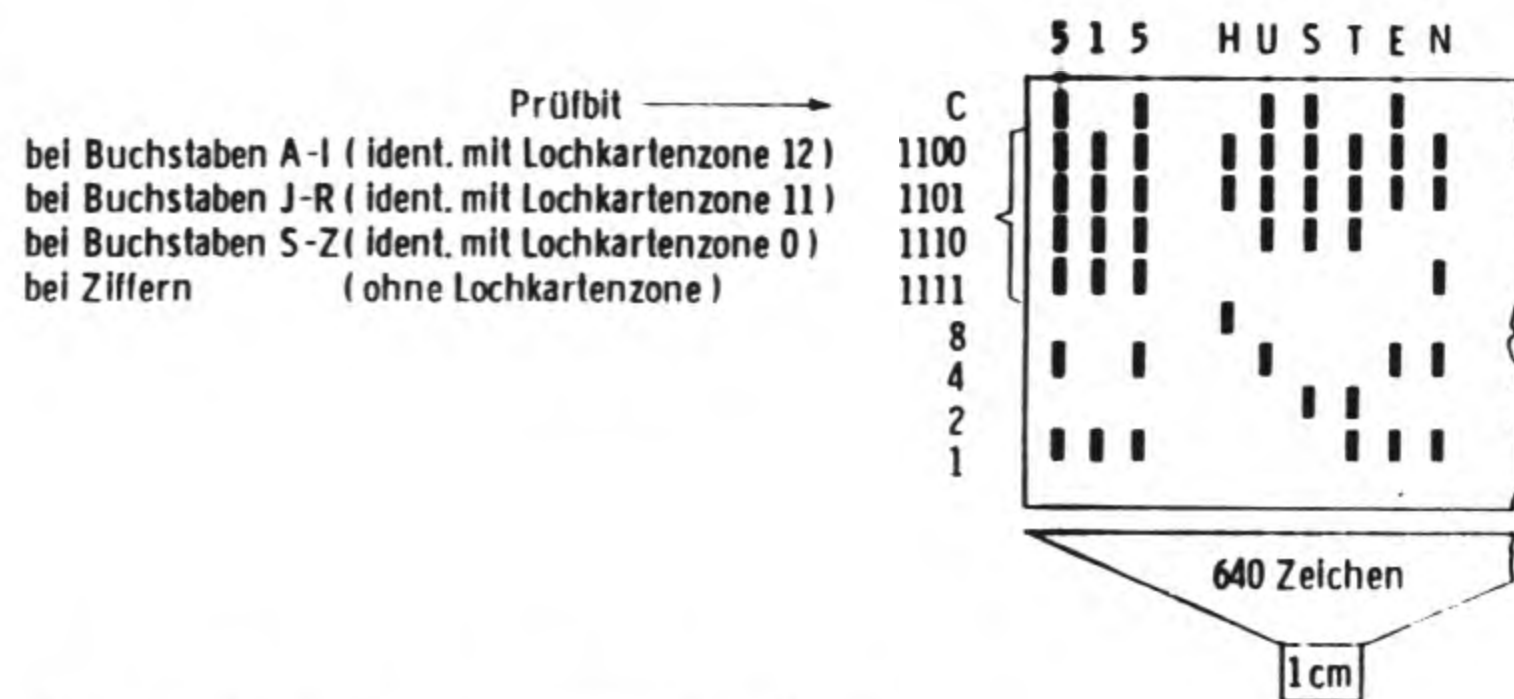


Abb. 18 Speicherung eines Symptoms auf Magnetband (modifiziert nach Schulungsunterlagen der Fa. Robert Bosch GmbH und IBM-Unterlagen)

Beim Beschriften von Magnetbändern entsteht zwischen zwei Blöcken durch Aus- und Anlaufen des Bandes jeweils ein leerer Raum, eine Kluft von ca. 1,5 cm, Satzzwischenraum genannt. Je mehr Bandsätze man zu sog. geblockten Sätzen zusammenfügt, desto mehr Klüfte kann man einsparen und das Band besser ausnutzen.

Magnetstreifenspeicher

Bei der Verarbeitung von Daten eines *Magnetstreifenspeichers* wird der entsprechende Streifen mechanisch aus einer Zelle entnommen und um eine rotierende Trommel gelegt. Jetzt können Lese-/Schreibköpfe auf 20 Spuren gleichzeitig zugreifen (Abb. 19).

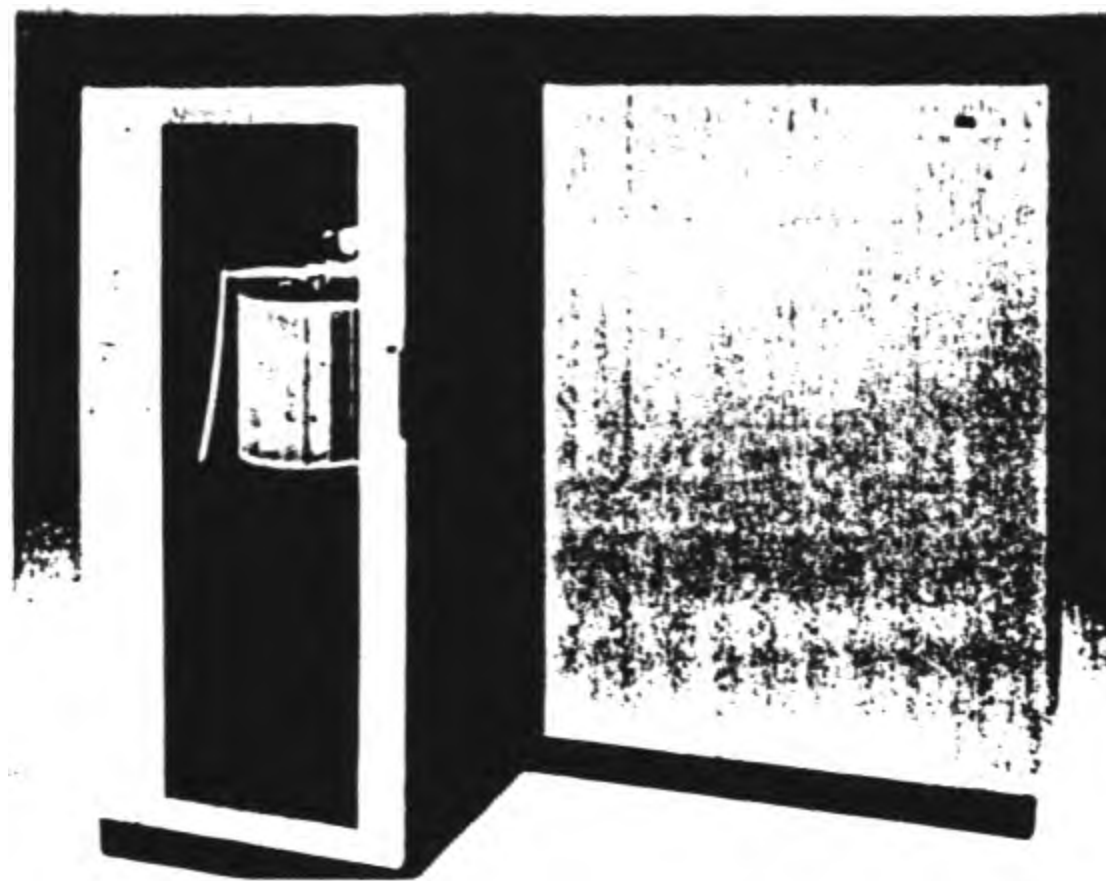


Abb. 19 IBM 2321 Data Cell Drive = Magnetstreifenspeicher

Plattenspeicher

Der gebräuchlichste *Plattenspeicher* hat 6 Platten mit 10 Plattenseiten – die oberste und die unterste sind nicht aktiv – mit je 200 konzentrischen Spuren je Seite. So gibt

es bei 10 Plattenseiten 2000 Spuren mit maximal 7,25 Millionen Bytes. Im Gegensatz zur parallelen Darstellung auf Bändern liegen die Bits seriell auf der Platte. Die Möglichkeiten der Index-Organisation der Speicherung oder Random-Organisation auf Platten mit relativer Satz- oder relativer Spuradressierung sei nur erwähnt.

Magnetkernspeicher

Beim *Magnetkernspeicher* haben die Speicherelemente aus magnetischen Ringkernen recht kleine Abmessungen (zwischen 0,5 bis 0,8 mm Außendurchmesser). Sie bestehen meist aus Ferriten, d. h. gesinterten Verbindungen des Eisenoxids Fe_2O_3 mit zweiwertigen Metalloxyden. Ein Strom, der in einem Draht durch diese Ferritringe fließt, führt zu ihrer Magnetisierung. Die Dauer für diesen Vorgang beträgt weniger als eine millionstel Sekunde, die benötigte elektrische Leistung ungefähr ein millionstel Watt (LUTZ u. HAUFF 1965). Der dabei entstehende magnetische Fluß ist in seiner Richtung von der Stromrichtung abhängig und bleibt nach Abschalten des Stromes praktisch unverändert bestehen (Remanenz). Läßt man den Strom in umgekehrter Richtung fließen, wird von einer bestimmten Stromstärke an die magnetische Flußrichtung umgedreht. Jeder Ferritring kann also zwei magnetische Zustände einnehmen: den der sogenannten positiven Remanenz und den entgegengesetzten, der negativen. Damit ist er zum Speichern einer dualen Informationseinheit, eines Bit, geeignet (Abb. 20a).

Zum Abfragen der gespeicherten Information führt man einen weiteren, den sogenannten Lesedraht durch den Ferritring. Schickt man jetzt Strom, der geeignet ist, negative Remanenz zu erzeugen, durch den Ring, sind zwei Fälle möglich:

1. Der Ferritring befindet sich bereits im Zustand negativer Remanenz – dies soll der gespeicherten $\cdot n \cdot$ -Information entsprechen. Der Stromstoß bewirkt dann keine Änderung des magnetischen Flusses, der Lesedraht bleibt ohne Erregung.
2. Der Ferritring befindet sich vorher im Zustand positiver Remanenz – dieser Zustand soll der gespeicherten $\cdot j \cdot$ -Information entsprechen. Jetzt wird der Stromstoß negative Remanenz erzeugen. Diese Änderung des magnetischen Flusses im Ferritring induziert im Lesedraht einen Impuls. Die beiden möglichen Antworten auf einen Stromstoß, der geeignet ist, negative Remanenz zu erzeugen, sind also im Lesedraht: Kein Impuls bei gespeicherter $\cdot n \cdot$ -Information und Impuls bei gespeicherter $\cdot j \cdot$ -Information (RECHENBERG 1964).

Zur Datenspeicherung werden viele Ferritringe, auch Kerne genannt, benötigt. Man fädelt sie auf eine Drahtmatrize auf, die die Form eines Koordinatensystems hat. Jeder Ring wird von einem x- und einem y-Draht, außerdem von dem allen gemeinsamen Lesedraht durchzogen.

Damit bei einem Stromstoß im x- oder y-Draht nicht alle Ferritringe in einen gemeinsamen Remanenzzustand überführt werden, wählt man den Stromstoß in jedem der Drähte so klein, daß der induzierte magnetische Fluß noch nicht ausreicht, eine Änderung des im Ferritring vorhandenen Zustandes zu erreichen. Die Erregung eines der zwei Drähte, beispielsweise des x-Drahtes allein, zeigt also keine Wirkung. Erst wenn er mit einem gleich gerichteten, gleich starken Strom im y-Draht zusammen trifft, wird der Ferritkern im Schnittpunkt der Drähte von einem Strom durchflossen, der ausreicht, eine Änderung des magnetischen Flusses zu bewirken. Je nach dem vorhandenen Remanenzzustand wird dabei im Lesedraht ein Impuls entstehen oder nicht. Wenn immer nur ein einziger Magnetkern pro Drahtmatrix betroffen ist, kann das im Lesedraht induzierte Signal eindeutig einer bestimmten Speicherstelle zuge-

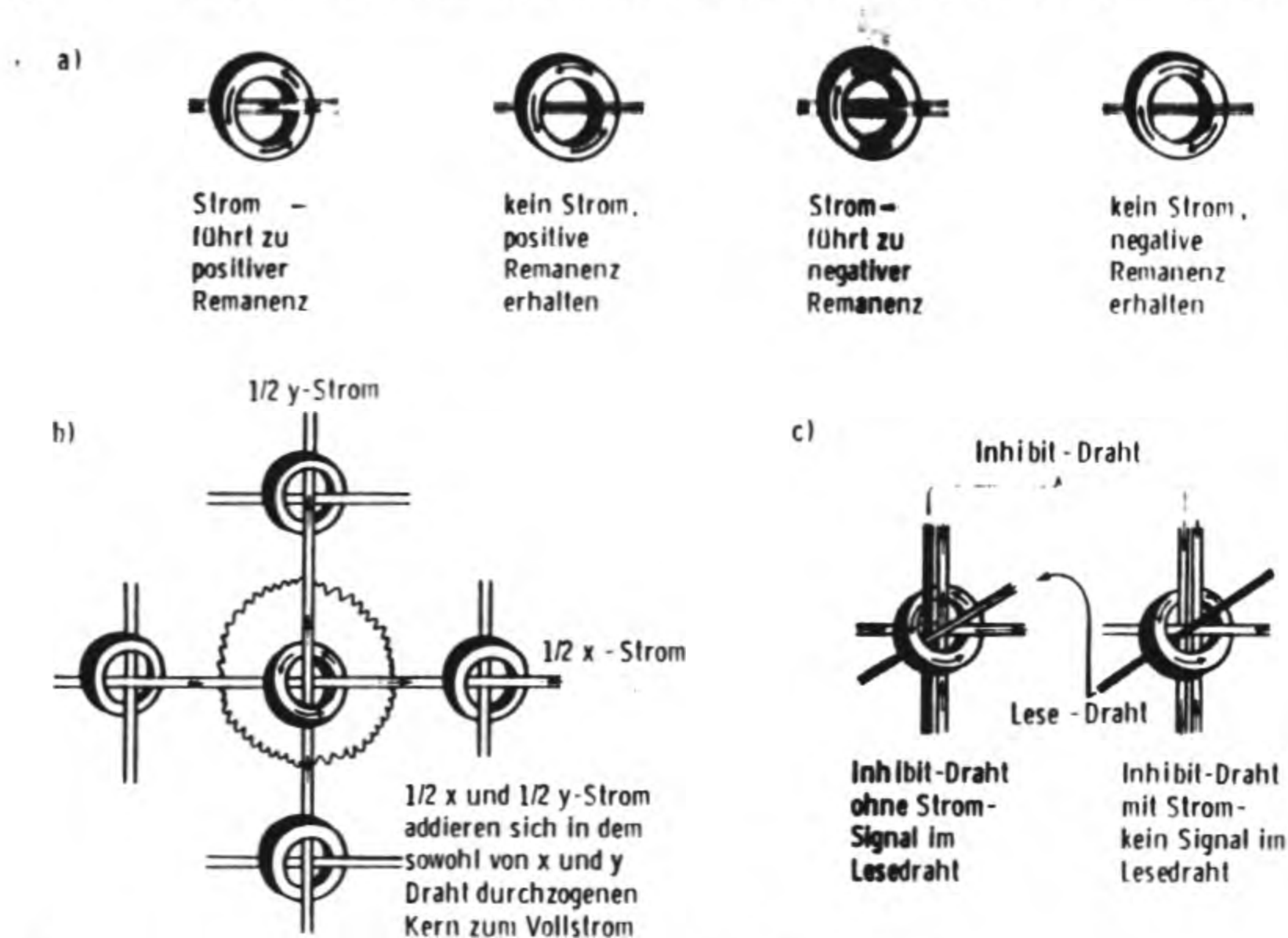


Abb. 20a-c Speicherung im Kernspeicher (nach IBM-Unterlagen)

ordnet, »adressiert«, werden. Es genügt, die Matrizennummern sowie die Nummern der x- und y-Drähte zu kennen (s. Abb. 20b, MURPHY 1964 und RECHENBERG 1964). Meist sind die Kerne des »Kernspeichers« einfach durchgezählt; Adressierungsschaltungen lösen die Aufgabe, den richtigen x- und y-Draht in der richtigen Matrize zu erregen.

Um erstens die Zahl dieser recht komplizierten Adressierungsschaltenelemente zu verringern, zu denen auch die elektrischen Einrichtungen gehören, die dem Impuls die gewünschte Form, Größe und Richtung verleihen (RECHENBERG 1964), und zweitens mehrere Ferritkerne auf einmal mit einem einzigen Impuls abfragen zu können, beispielsweise die acht Ferritkerne, die zur Speicherung des Inhaltes von einem Byte notwendig sind, wendet man einen Kunstgriff an: Man ordnet mehrere, beispielsweise 8 Matrizen hintereinander an, deren x- und y-Drähte parallel geschaltet sind, also immer gemeinsam erregt werden. Für alle Matrizenebenen zusammen gibt es dann nur je einen x-Draht pro Zeile und je einen y-Draht pro Spalte. Dagegen gibt es für jede Ebene einen gesonderten Lesedraht. Ohne zusätzliche Mechanismen wäre es mit dieser Schaltung zwar möglich, alle Speicherzellen, die in den verschiedenen Ebenen hintereinander liegen, gleichzeitig abzufragen, nicht aber den Inhalt eines einzelnen Kernes, da immer alle Ebenen zugleich erregt werden. Um eine einzelne Speicherstelle abzufragen oder mit neuer Information zu »füttern«, ist eine zusätzliche Einrichtung notwendig:

Je ein weiterer Draht pro Ebene durchzieht parallel zum x- oder y-Draht alle Ringe mäanderförmig: Der sogenannte Inhibit-, Blockier- oder Informationsdraht. Diese Drähte haben die Aufgabe, bei der gleichzeitigen Erregung der x- oder y-Drähte in allen Ebenen, den Strom in den Ebenen, die nicht angesprochen werden sollen, zu neutralisieren. Man kann sich nun dadurch helfen, daß durch den Inhibitdraht synchron zum parallel verlaufenden x- oder y-Draht ein gleich großer, gleich gearteter

Stromimpuls geschickt wird, dessen Polung jedoch entgegengesetzt ist. Damit heben sich beide Impulse auf, und der im anderen Draht erzeugte Halbimpuls findet kein Komplement. Soll also bei 8 hintereinander liegenden Matrizenebenen die Information des Bits in Ebene 3, x-Zeile 4 und y-Spalte 5 gelesen werden, erregt man:

1. die Blockierdrähte in den Ebenen 1, 2, 4 . . . 8, also alle außer 3,
2. den allen Ebenen gemeinsamen x-Draht 4,
3. den allen Ebenen gemeinsamen y-Draht 5.

Im Lesedraht der Ebene 3 wird die Information aus der entsprechenden Stelle erwartet. Zeigt sich kein Impuls, stand in der Zelle ein 'n', findet sich dagegen ein Impuls, stand in der Zelle eine 'j'-Information (LINDEMANN 1967 und RECHENBERG 1964; Abb. 20c).

Nach dem Lesen der Information entsteht, wenn diese 'j' war, durch die Ummagnetisierung eine 'n'-Information in der entsprechenden Zelle. Daher muß nach erfolgtem Lesen der bisherige Inhalt wiederhergestellt werden. Auch hierfür sind Schaltungen im Computer vorgesehen (MURPHY 1964). Datenspeicherung nur in Kernspeichern wäre ideal, ist aber heute noch zu teuer. Kernspeicher verlieren auch bei Stromausfall ihre Informationen nicht. Vielleicht werden die Ferritkerne in Zukunft durch die integrierte Halbleitertechnik ersetzt.

Die Geschwindigkeit der Rechenanlagen

In der unvorstellbar großen Geschwindigkeit, mit der in einem Computer die verschiedenen kleinen Schritte einer Aufgabe ablaufen, liegt der Hauptgrund für seine weite Verbreitung. Diese Geschwindigkeit ermöglicht die Lösungen von Aufgaben, die noch vor etwa zwei Jahrzehnten nicht in Angriff genommen werden konnten. Ein moderner Computer erledigt in wenigen Stunden ein Pensum, an dem früher eine Generation von Mathematikern ein Leben lang gearbeitet hätte.

Wenn man davon ausgeht, daß eine menschliche Hilfskraft mit einer Tischrechenmaschine einschließlich Eintasten und Notieren der Ergebnisse maximal 1000 Rechnungen in einem Achtstundentag bewältigen kann, ergeben sich folgende Zahlen: Langsame Anlagen leisten in 12 Stunden das Halbjahrespensum von 30 Hilfskräften, schnelle in 15 Minuten das Dreijahrespensum desselben Teams, der schnelle gegenwärtig auf dem Markt befindliche Rechner IBM/360-91 dieses Pensum in 1 bis 1,5 Sekunden. Dieser Computer führt bis zu 16,6 Millionen Rechenoperationen in einer Sekunde aus. Zwischen zwei Rechnungen hätte das Licht nur Dezimeter zurückgelegt (BAUER u. Mitarb. 1965).

Erst diese Geschwindigkeiten ermöglichen Prozeßberechnungen, wie die Bestimmung von Raketenbahnen innerhalb der sich rasch ändernden Gravitationsfelder und vor allem die Berechnung der Korrekturen der Flugrichtung der Raketen, in Bruchteilen von Sekunden.

Die Geschwindigkeit wird durch ausschließlich elektronische Datenübermittlung und Verarbeitung erreicht. Die Informationen selbst sind, wie beschrieben, in einer Form gespeichert, die elektronischer Weiterverarbeitung entgegenkommt. Bei den genannten ultrakurzen Zeiten macht sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des elektrischen Stromes bereits bemerkbar. Beispielsweise wird mit zunehmender Speicherkapazität die Zugriffszeit sich verlängern. Das Funktionieren eines modernen Computers wird damit im wesentlichen zu einem technologischen Problem. Die verwickelten Aufgaben, die die Techniker hier zu lösen haben, gehen weit über das hinaus,

was über die grundsätzliche Funktionsweise einer Datenverarbeitungsanlage gesagt werden kann.

Feste Regeln in der Datenverarbeitung

Eine elektronische Datenverarbeitungsanlage ist nicht nur eine schnelle Rechenmaschine, sondern auch eine Anlage, die beliebige Informationen logisch verknüpfen kann. Die hierzu angewendeten Regeln basieren bei Computern auf der BOOLE-Logik. Man unterscheidet im wesentlichen die logische Nicht-Verknüpfung (Negation), die Und-Verknüpfung (Konjunktion) und die Oder-Verknüpfung (Disjunktion). Letztere ist in diesem Zusammenhang nicht als ausschließliche Oder-Verknüpfung im Sinne des lateinischen aut = »entweder/oder«, sondern als einschließliche im Sinne des lateinischen vel = »oder« bzw. »sowohl als auch« zu verstehen. Das untenstehende Schaltungsbeispiel soll dies deutlich machen (Abb. 21).


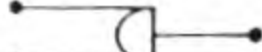
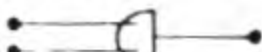
Eingabe 1	Eingabe 2	Ausgabe	
j		n	Negation : aus 'j' wird 'n' aus 'n' wird 'j'
n		j	
			Schallsymbol : 
n	n	n	Konjunktion : Am Ausgang erscheint dann und nur dann ein Impuls - 'j', wenn an beiden Eingängen ein Impuls eingegeben wird.
j	n	n	
n	j	n	
j	j	j	
			Schallsymbol : 
n	n	n	Disjunktion : Am Ausgang erscheint immer dann ein Impuls, wenn an einem der Eingänge oder an beiden ein Impuls eingegeben wird.
j	n	j	
n	j	j	
j	j	j	
			Schallsymbol : 

Abb. 21 Schaltungsbeispiel für BOOLE-Verknüpfungen (modifiziert nach RECHENBERG)

Auf die Rechenregeln der BOOLE-Algebra soll hier weiter nicht eingegangen werden. Tatsächlich lassen sich alle dualen Rechenoperationen auf diese Weise lösen: Verschiedene logische Elemente werden hintereinander gesetzt. Jede dieser logischen Verknüpfungen kann durch eine Transistorschaltung ersetzt werden.

Als Bausteine kommen im wesentlichen Und-, Oder-, Inverter- und Flip Flop Schaltungen in Frage.

Die Verwendung der Verknüpfungen nach BOOLE beschränkt sich bei dualer Speicherung von Zahlen nicht nur auf formallogische Entscheidungen. Auch alle binären Rechenvorgänge lassen sich auf solche »Entscheidungen« zurückführen. In Umkehrung der von BOOLE 1847 in seiner Schrift »The mathematical Analysis of Logic« veröffentlichten Gedanken wurde in der Folge versucht, die Mathematik auf logische Entscheidungen zurückzuführen. 1928 wurden diese gleichzeitig mit Relais und Impulsschaltungen dargestellt, ohne daß die Bedeutung für die Entwicklung von Rechenautomaten erkannt wurde. Schon ZUSE benutzte die rein duale Darstellung der Ziffern. Die ersten amerikanischen Entwicklungen arbeiteten noch mit Dezimalsystemen, wobei die Zahlen durch Ketten von Relaisröhren dargestellt wurden. 1949 legten VON NEUMANN, BURKS u. GOLDSTINE in ihrer »preliminary discussion of the logical design of an electronic computing instrument« den Grundstock für den mo-

dernen, aussagelogischen Aufbau der heutigen dualen Rechenwerke (GANZHORN u. WALTER 1966, CHAPIN 1962).

Bei einer dualen Addition und einer dualen Subtraktion aufgrund des BOOLE-Kalküls sind folgende Rechenregeln zu beachten:

1. $0 + 0 = 0$
2. $0 + 1 = 1$
3. $1 + 0 = 1$
4. $1 + 1 = 0$ mit Übertrag einer 1 in die nächste Stelle.

Die Rechenregeln 1 bis 3 entsprechen der Disjunktion: wenn der eine oder der andere Eingang »an« ist, ist auch der Ausgang »an«. Der Übertrag erfordert mehrere Schaltungsglieder: eine Negation, mit der aus 1 eine 0 wird, und eine Konjunktion, die nur 1 wird, wenn an beiden Eingängen 1 angelegt wird.

Addieren wir $23 + 34$ in dezimal-dualer Schreibweise:

	Zehner	Einer
23	0010	0011
+ 34	0011	0100
57	0101	0111
	= 5	= 7

Mit diesen Zahlen ergeben sich keine Schwierigkeiten für die Berechnung. Sie kommen erst vor, wenn ein »Zehnerübertrag« auftritt:

Stellenwert	8421	8421	8421
	Hunderter	Zehner	Einer
57	0000	0101	0111
+ 65	0000	0110	0101
122	0000	1011	1100
		= 11	= 12

Jetzt ist eine einfache Decodierung nicht mehr möglich: Das System kennt keine Zeichen für 11 und 12. Die Lösung wird erreicht durch folgendes Vorgehen: Die Differenz zwischen der Zahl der Dezimalzeichen und der Zahl der in 4 Bit darstellbaren Möglichkeiten ist 6 (16 minus 10). Addiert man diese Differenz zu jeder Stelle, die ein größeres Ergebnis als 9 erbringt, ist der Zehnerübertrag erfolgt:

In Fortsetzung des vorherigen Beispiels addieren wir also zu den erhaltenen Stellen 66:

	Hunderter	Zehner	Einer
Fortsetzung	0000	1011	1100
+ 66	0000	0110	0110
-122	0001	0010	0010
	= 1	= 2	= 2

Mit dieser Zusatzrechnung erfolgt der Übertrag auch bei dezimal-dualen Rechenoperationen automatisch, allerdings langsamer als bei rein dualen, weil ein Rechenschritt zusätzlich gemacht werden muß.

Auch bei der Subtraktion hilft man sich mit einem Kunstgriff, um die Additionsschaltungen weiter benutzen zu können: Man verwendet die entsprechenden Zehner-

komplemente (Differenzen zwischen Zahl und nächsthöherer Zehnerpotenz) zur Addition, wie folgendes Beispiel zeigt:

Aufgabe: $24 - 12 = 12$

	Zehner	Einer
24	0010	0100
+ 88*	1000	1000
= 112	1010	1100
	= 10	= 12
+ 66**	0110	0110
= 12	(1)0001	0010
	= 1	= 2

Die vorne in Klammern stehende 1 wird unterdrückt.

* 88 = $100 - 12$, Zehnerkomplement von 12

** Zur Übertragskorrektur

Subtraktionen sind also komplementäre Additionen. Multiplikationen werden als fortlaufende Additionen durchgeführt und Divisionen als fortlaufende komplementäre Additionen, also fortlaufende Subtraktionen. Bei einigen Maschinen wird dieses Prinzip angewendet, andere haben besondere Multiplikations- und Divisionsschaltungen. So viel über die Rechnungsmöglichkeiten (LINDEMANN 1964 und CHAPIN 1962).

Auf die Beschreibung weiterer Computerbausteine wie Flip-Flop-Schaltungen, Uni- und Multivibratoren soll verzichtet werden. Die in diesem Abschnitt zitierte Literatur enthält Angaben über diese Teile.

Als Beispiel für die Leistungsfähigkeit einer Großanlage, beispielsweise des Computers IBM/360-91, sei angeführt, daß diese Maschine 5,5 Millionen Multiplikationen von 2 sechzehnstelligen Dezimalzahlen in einer Sekunde und parallel dazu 17,5 Millionen Additionen von 2 sechzehnstelligen Dezimalzahlen mit Komma bewältigen kann (GALL 1969). Die Vorarbeiten für einen Datenlauf können jedoch Tage bis Monate beanspruchen!

Ausgabe von Daten

(Abb. 14)

Die Ergebnisse der vom Computer geleisteten Arbeit können dem Benutzer auf verschiedene Weise wieder zur Verfügung gestellt werden:

1. Sie können zur direkten Weiterverarbeitung im Kernspeicher stehen bleiben,
2. sie können auf externen Speichermedien (Band, Platte, Trommel) zwischengespeichert werden,
3. sie können auf Lochkarten oder Lochstreifen ausgestanzt werden,
4. sie können ausgedruckt oder
5. an Sichtgeräten beobachtet werden.

Zu Punkt 4 wird man einen leistungsfähigen Schnelldrucker benutzen, der in der Lage ist, beispielsweise 66000 Zeilen mit je 132 Anschlägen in einer Stunde zu drucken, d. h. 1100 Zeilen/Minute. Wenn man sich vorstellt, daß eine Stenotypistin für eine DIN-A4-Seite mit maximal 70 Anschlägen/Zeile und maximal 70 Zeilen/Seite etwa 5 Minuten braucht, schreibt dieser Schnelldrucker bei voller Ausnutzung seiner Kapazität in der gleichen Zeit 5500 Zeilen, das entspricht 75 Seiten. Da zwei DIN-A4-Bögen nebeneinander vom Schnelldrucker bedruckt werden, füllt die Ma-

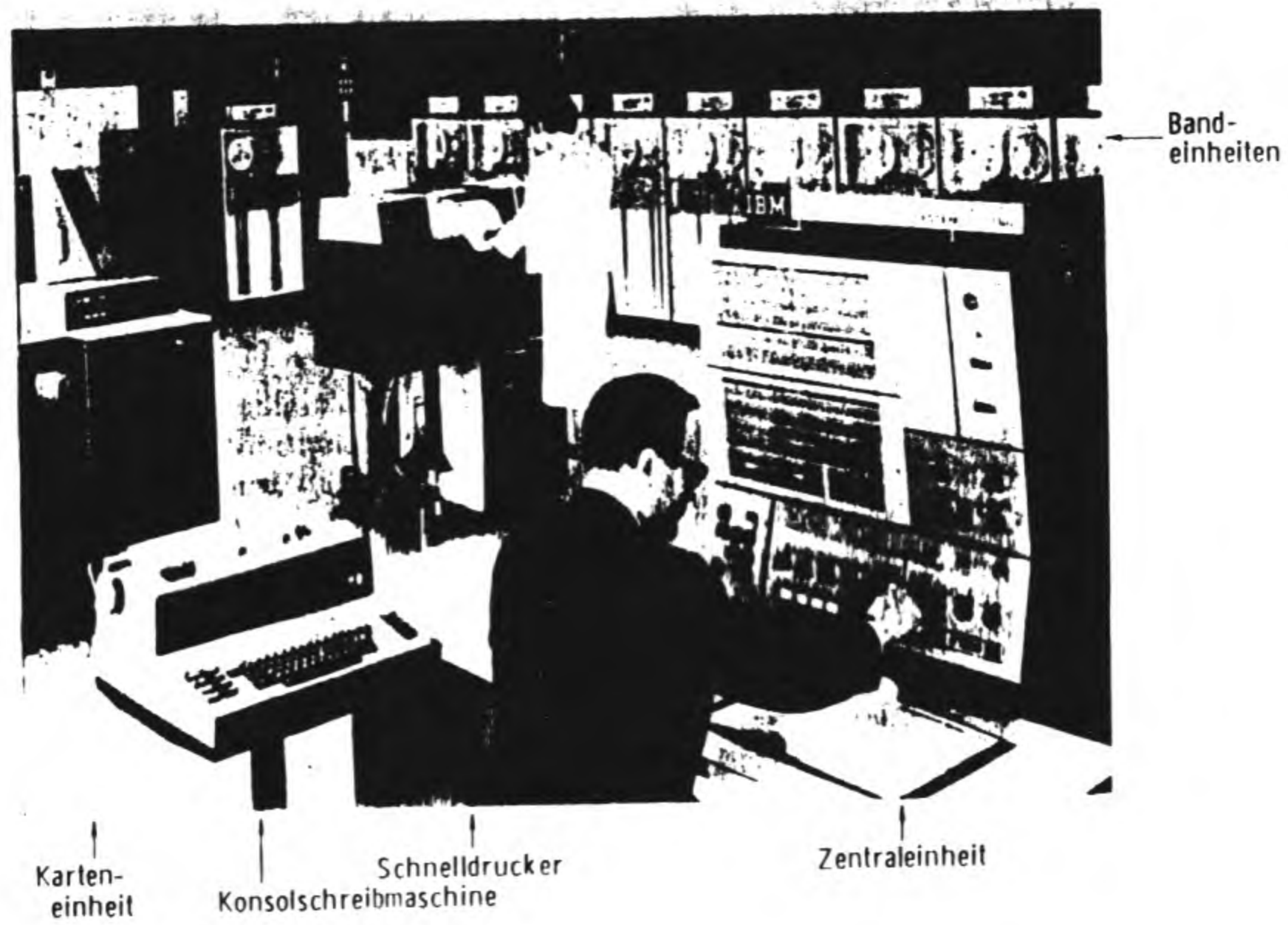


Abb. 22 IBM Computer/360-30

Abb. 23 IBM 2740
Terminal (Datenstation)
in Schreibmaschinenform

schine also insgesamt 150 DIN-A4-Seiten. Die Schnelldrucker verfügen über eine Kette, eine Walze oder eine andere Einrichtung, auf der mehrfach alle Zeichen aufgetragen sind. Die Kette beispielsweise dreht sich in Richtung der Zeile. Vor jeder Druckstelle steht ein Hämmerchen, das, elektronisch gesteuert, dann anschlägt, wenn der Buchstabe, der gedruckt werden soll, vorbeikommt (Abb. 22).

Kleinere Datenbestände kann man über eine Konsolschreibmaschine ausdrucken lassen. Sie dient jedoch in der Regel einerseits dazu, der Maschine kurze Instruktionen zum Programmablauf zu geben, andererseits schreibt der Computer auf ihr Meldungen an den Bediener, wenn er auf irgendwelche Fehler gestoßen ist.

Die Datenstation IBM 2740 ist ein schreibmaschinenähnliches Gebilde. Es besteht im wesentlichen aus einer Tastatur mit einem Kugelkopfdruckwerk und einem Steuergerät, das die Verbindung zum Computer herstellt. Die maximale Druckgeschwindigkeit beträgt 14,8 Zeichen/sec. Bei der optischen Erfassungsstation IBM 2760 ist ein Bildschirm in 10 waagerechte und 24 senkrechte Koordinaten eingeteilt. Die 240 Schnittpunkte können mit einem Stift berührt werden und übertragen dabei die Adresse zum Computer. Auf der einen Hälfte des Bildschirms können Bilder eines 16 mm Filmstreifens mit maximal 128 Bildern projiziert werden. Auf die linke Hälfte können transparente Schablonen aufgelegt werden. Das Schirmbild ist ab 64 K-Bytes anwendbar. Das Programm belegt im *operating system* etwa 10 bis 12 K-Bytes (IBM Form 782 53; Abb. 23 u. 24), wobei K für den Faktor 1024 ($= 2^{10}$) steht.

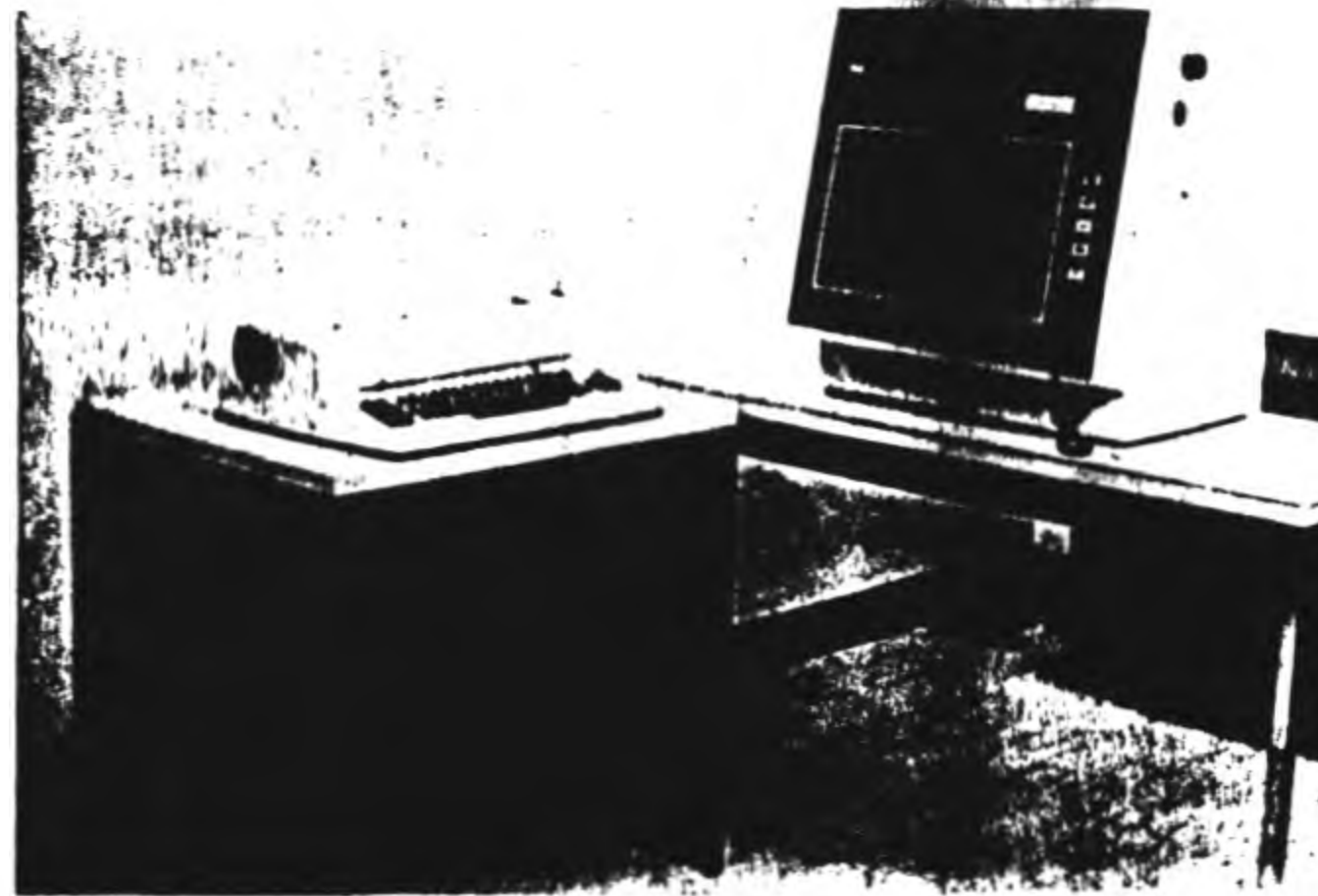


Abb. 24 IBM 2760 Display-Unit (Optische Datenerfassungsstation)

Zusammenfassung der Einzelteile eines Computers

Moderne Datenverarbeitungsanlagen haben nach GANZHORN u. WALTER (1967) eine Aufteilung in verschiedene parallel und autonom arbeitende Anlagenteile und eine Systemarchitektur mit hierarchischen Prinzipien, deren hervorstechendste Merkmale folgende sind:

Eine Zentraleinheit, die mit anderen Modellen des Systems kompatibel ist. Kompatibilität heißt, daß die Austauschbarkeit von Zentraleinheiten gewährleistet ist.

Eine einheitliche Programmierung des Systems, so daß ein für eine kleinere Maschine

geschriebenes Programm für eine größere nicht neu geschrieben werden muß (= aufwärts kompatibel).

Standardisierte, periphere Kanalsysteme, Standardkanäle, die an jedes Gerät – sei es Leser oder Drucker, Band oder Platte usw. – angeschlossen werden können.

Speicherhierarchie, vom schnellen (kleinen) Kernspeicher über den noch leidlich schnellen voluminösen Trommel- oder Plattenspeicher zum »langsamen« Streifen- oder Bandspeicher mit sehr großer Speicherkapazität.

Automatisches Betriebssystem. Es sorgt dafür, daß die Arbeiten (*jobs*) unterbrechungsfrei ablaufen. Es »drückt« sozusagen »die Tasten«, die sonst die Bedienungsperson – leider viel zu langsam – betätigen müßte.

Die Bestandteile einer modernen Datenverarbeitungsanlage sind:

1. Die Eingabemedien, wie Kartenleser, Lochstreifenleser, aber auch Band-, Platten- und Trommelspeicher, Schirmbildgeräte (displays) u. a.
2. Die externen Speichermedien, wie Band-, Platten-, Trommel- und Streifenspeicher.
3. Die Zentraleinheit, bestehend aus Rechen- und Logikwerk, Steuer- oder Leitwerk sowie Hauptspeicher mit einer variablen Anzahl anschließbarer Datenkanäle. Der Hauptspeicher ist im wesentlichen ein Ferritringkernspeicher im direkten Zugriff, das Rechen- und Logikwerk enthält Schaltungen zur Lösung der verschiedensten Rechenaufgaben und Ausführung von logischen Verknüpfungen.
4. Die Ausgabegeräte, von denen vor allem der Schnelldrucker, das Schirmbildgerät und der Lochkartenstanzer erwähnt werden müssen.

Der Informationsfluß (Informationen = 1. Daten, 2. Instruktionen und 3. Konstanten) wird durch das Leit- oder Steuerwerk gelenkt. In einer sog. Instruktionsphase liest das Leitwerk eine Instruktion aus dem Hauptspeicher in seine Arbeitselemente, die Register, ein und analysiert sie dort (Abb. 25).

Zusammenarbeit der Computerteile bei verschiedenen Arbeitsabläufen

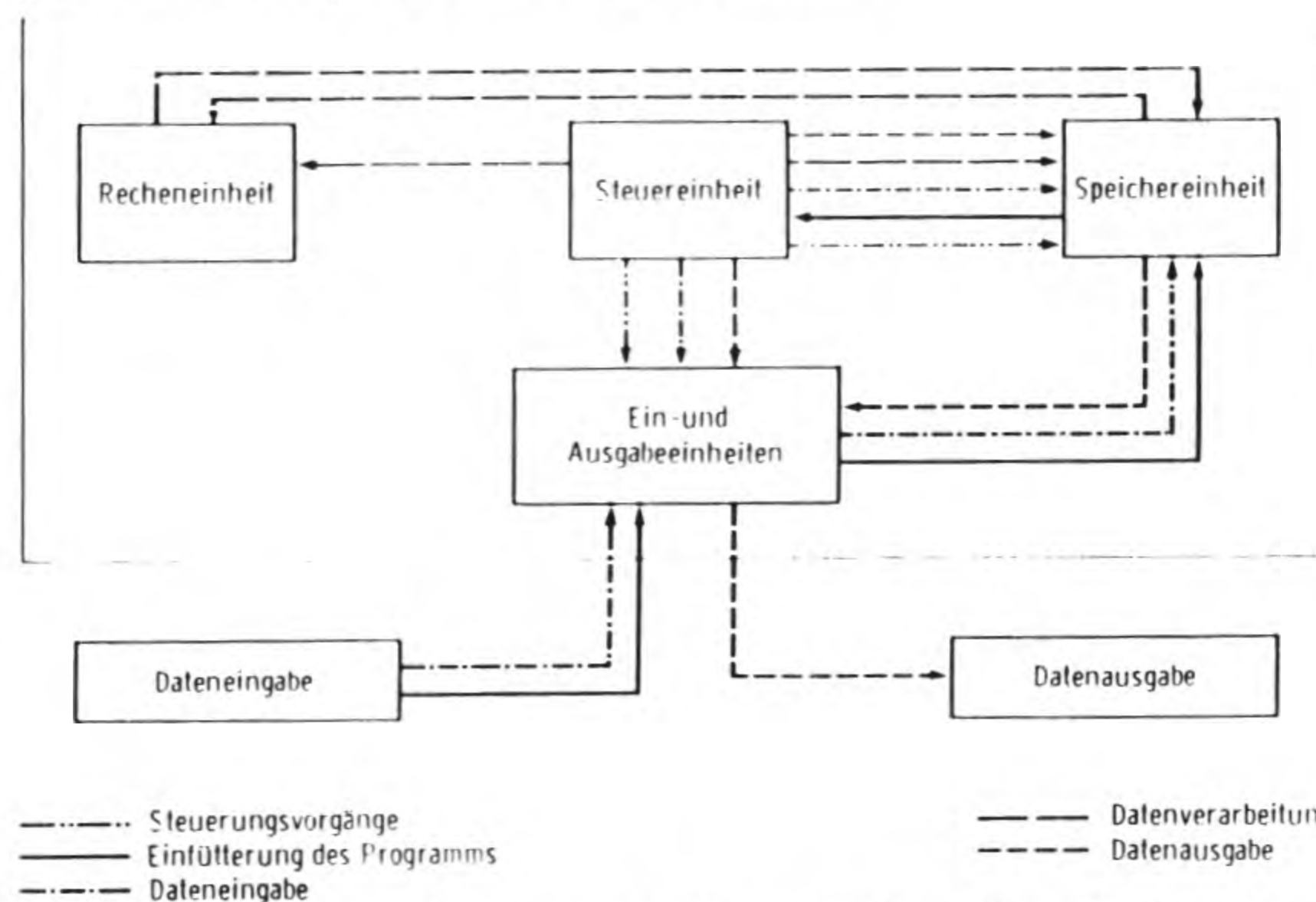


Abb. 25 Zusammenarbeit der Computerteile bei verschiedenen Arbeitsabläufen (schemat.)

Tabelle 9 Darstellung einer Übertragungsoperation

Hauptspeicher

Instruktionen
Übertrage 7 801 551

Adresse
1800 1006

1. Instruktionsphase

Einlesen in Leitwerkregister und analysieren

Operationsregister	Längenregister	Nach Adreßreg.	Von Adreßreg.
Übertrage	12	801	551

2. Ausführungsphase

Registerstände	12	801	551
Der Längenregisterinhalt wird kontinuierlich um 1 verringert, das Adreßregister um 1 erhöht	11	802	552
	10	803	553
	9	804	554
	8	805	555
	7	806	556
	6	807	557
	5	808	558
	4	809	559
	3	810	560
	2	811	561
	1	812	562

Sendefeld	F. I. E. B. E. R.	
Adresse	551	562
Empfangsfeld	H. Y. P. E. R. T. H. E. R. M. I. E.	
Adresse	801	812

Durch Übertragungsoperationen wird nur der Inhalt des Empfangsfeldes verändert

F. Y. P. E. R. T. H. E. R. M. I. E.	
801	812
F. I. P. E. R. T. H. E. R. M. I. E.	
F. I. E. E. R. T. H. E. R. M. I. E.	
F. I. E. B. R. T. H. E. R. M. I. E.	
F. I. E. B. E. T. H. E. R. M. I. E.	
F. I. E. B. E. R. H. E. R. M. I. E.	
F. I. E. B. E. R. E. R. M. I. E.	
F. I. E. B. E. R. R. M. I. E.	
F. I. E. B. E. R. M. I. E.	
F. I. E. B. E. R. I. E.	
F. I. E. B. E. R. E.	

(abgewandelt nach Schulungsunterlagen der Fa. R. Bosch GmbH. unter Verwendung von IBM-Schulungsunterlagen)

In der darauffolgenden Ausführungsphase werden aufgrund der identifizierten Instruktion (Operationsschlüssel, Längenschlüssel und Adressen) die notwendigen Schaltkreise geschlossen und ein Datenzeichen nach dem anderen verarbeitet, wobei die Register des Leitwerkes mitwirken (Schulungsunterlagen der Fa. Bosch GmbH unter Verwendung von IBM-Schulungsunterlagen).

Tab. 9 stellt eine Übertragungsoperation im Hauptspeicher dar.

Bisher wurde noch nicht erwähnt, wie die Zusammenarbeit dieser Teile koordiniert wird. Sie erfolgt durch »Steuereinheiten«. Müssen mehrere externe Geräte desselben Typs an eine Steuereinheit angeschlossen werden, wird in Zentralsteuereinheit und »Kanäle« gegliedert. Sie verbinden die verschiedenen Geräte mit der Datenverarbeitungsanlage. Die Datenkanäle sind unabhängige Einheiten, die ein aus entsprechenden Befehlen bestehendes Datenübertragungsprogramm autonom abwickeln, wenn die Zentraleinheit sie dazu aufruft. Sie enthalten eigene Register, Pufferspeicher und Leitwerke. Das Lesen und Schreiben von Daten an der Peripherie vollzieht sich weitgehend unter der Kontrolle von Steuereinheiten, so daß während dieser Zeit die Zentraleinheit für andere Arbeiten freigestellt ist (sog. Simultanarbeit).

Einheitliche Anschlußverbindungen (*standard interface*) zwischen dem Kanal und den Gerätesteuern sind so ausgelegt, daß es für die Kanalsteuerung ohne Bedeutung ist, ob eine Karteneinheit, ein Drucker oder ein Magnetbandspeicher angeschlossen ist.

Bezüglich der Betriebsarten unterscheidet man zwei Typen von Datenkanälen, den Selektor- und den Multiplexkanal. Als Selektorkanal bezeichnet man die Verbindung zwischen dem Hauptspeicher der Zentraleinheit und *einem* angeschalteten Gerät, meist für hohe Übertragungsgeschwindigkeiten in einer Richtung. Multiplexkanäle werden vorzugsweise für den Datenverkehr mit langsamen Ein-/Ausgabegeräten, wie Drucker oder Karteneinheiten, eingesetzt. Der Datenverkehr wird zeitmultiplex, d. h. Zeichen für Zeichen zwischen dem Kanalpufferspeicher und einer Mehrzahl von Ein- und Ausgabegeräten, z. B. Kartenleser oder Drucker, durchgeführt. Der Multiplexkanal ist eine Zusammenfassung mehrerer Unterkanäle. Durch schnelles Umschalten zwischen den Unterkanälen kann in beiden Richtungen simultan zwischen mehreren Einheiten übertragen werden. Auch schnelle Einheiten lassen sich an den Multiplexkanal wie an einen Selektorkanal anschließen. Er arbeitet dann aber wie ein Selektorkanal mit einem einzigen Unterkanal. Strukturell ist – das wurde bereits ausgeführt – ein Kanal wie ein klassischer Rechenautomat aufgebaut, mit Eingabewerk, Speicher und Rechenwerk, Leitwerk und Ausgabewerk (GANZHORN u. WALTER 1967).

Der Steuerteil in der Zentraleinheit signalisiert dem entsprechenden »Kanal«, daß die eine oder andere Übertragungsoperation verlangt wird, und steuert gleichzeitig mit dem »Taktgeber« den zeitlichen Ablauf der einzelnen Schritte. Darauf löst dieser »Kanal« mit seiner eigenen Steuereinheit selbständig die gestellte Aufgabe. Er erstattet nach Beendigung der Arbeit der Zentraleinheit eine Vollzugsmeldung. Danach kann die nächste Aufgabe angegangen werden.

In Großanlagen laufen viele Aufgaben parallel ab. Die unterschiedlichen Arbeitsschwindigkeiten der einzelnen Elemente werden dabei ausgeglichen. Zu diesem Zweck enthalten die Kanäle die erwähnten kleinen Kernspeicher, die als »Puffer« bei den Ein- und Ausgabeoperationen dienen. So wird beispielsweise eine Lochkarte erst ganz gelesen – ein relativ langsamer Vorgang – und der Inhalt in einem kleinen Zwischenspeicher gelagert. Dann wird der gesamte Speicherinhalt auf einmal in den Hauptspeicher übertragen.

Die Steuereinheit stellt also die Verwaltung der Datenfabrik dar, die die Aufgaben vergibt und den Arbeitsablauf regelt. Die Kanäle sind die Betriebsleitungen der ein-

zelenen Abteilungen. Sie überwachen die Erledigung der einzelnen Aufgaben und erstatten darüber in geeigneter Form Bericht. Gleichzeitig haben sie noch die Aufgabe des Warenverkehrs, der die Produkte von einem Betrieb zum anderen liefert. An diesem Beispiel läßt sich zwanglos noch eine wichtige Eigenschaft der zentralen Steuereinheit ablesen: Sie selbst hat mit den Daten nichts zu tun, sie wertet nur Informationen aus. Der Datenfluß selbst erfolgt von Betrieb zu Betrieb, also beispielsweise vom Plattenspeicher zum Kernspeicher, von dort zum Rechenwerk, wieder zurück in den Kernspeicher und schließlich zum Schnelldrucker. Das Steuerwerk regelt jedesmal nur die Übertragungsschritte (RECHENBERG 1964, CHAPIN 1962, LINDEMANN 1967 und Schulungsunterlagen der Fa. Robert Bosch GmbH).

Das Programm

Anschließend stellt sich die Frage, woher das Steuerwerk seine Anweisungen nimmt. Ein Computer kann den verschiedensten Zwecken dienen, unter anderem der Kommunalverwaltung, dem Raketenbau, der Berechnung von Raumschiffbahnen oder der Medizin.

Die Maschine ist -- trotz aller eingebauten Möglichkeiten -- tot, wenn sie nicht Befehle erhält, die ihr sagen, was sie zuerst, was sie danach und was sie abschließend tun soll. Erst diese Instruktionen machen sie zum Automaten, der selbständig nach einmaligem Startbefehl eine Folge von vorher geplanten Schritten unternimmt. Diese Folge der einzelnen Schritte zur Lösung der Aufgaben ist für die Maschine im sogenannten »Programm« niedergelegt. Es besteht in seiner ursprünglichen Form aus binär verschlüsselten Befehlen, die die Maschine direkt erkennen kann (KNÖDEL 1961 sowie GANZHORN und WALTER 1966).

Unter Programmierung kann man also die Entwicklung eines Maschinenprogramms zur Lösung einer Aufgabe verstehen. Die Anwendungsprogramme geben die notwendigen Anweisungen für eine inhaltliche Datenverarbeitung. Bei allen Anlagen, die mit einem Betriebssystem arbeiten, werden die Anwendungsprogramme ein Teil (Unterprogramme) des Betriebssystems, das später besprochen wird.

Die Operationen werden zunächst in einem Grobdiagramm, dann in einem Feinddiagramm und, wenn nötig, auch mit mehreren ineinandergreifenden Schleifen gezeichnet. Nach diesem Flußdiagramm folgt die Codierung, wobei für jede einzelne Operation eine einzelne Instruktion für die Maschine gegeben werden muß. Verzweigungsinstruktionen lassen dabei den erwähnten wiederholten Ablauf aller Programminstruktionen oder einzelner Programmteile zu. Verzweigungsinstruktionen können auch bedingt sein, d. h. nur, wenn im Logikteil der Zentraleinheit ein dort liegendes Ergebnis mit einem in der Verzweigungsoperation angegebenen im Vergleich übereinstimmt, wird eine bestimmte Adresse aufgesucht. Bei unbedingten Verzweigungsoperationen wird nicht mit der nächsten dahinterliegenden Operation weitergearbeitet, sondern an einer in der Verzweigungsoperation angegebenen Adresse.

Ein Programmbefehl enthält einen Operationsteil, in dem festgelegt ist, was die Maschine machen soll, und mindestens eine Adresse, in der angegeben ist, wo sie die zu bearbeitenden Daten findet. Im Falle des Systems IBM/360 steht davor eine zweite Adresse, die vorschreibt, wohin die Daten transportiert werden sollen. Oft muß der Maschine zusätzlich mitgeteilt werden, wie lang der Datenbestand ist, den sie übertragen soll (Unterlagen der Fa. Robert Bosch GmbH. sowie LUTZ und HAUFF 1965). Die Befehle im Programm stehen hintereinander. Sie müssen von der Maschine vor der

effektiven Ausführung gelesen werden, um dann interpretiert werden zu können. An einem einfachen Programm-Beispiel sollen der Ablauf einer Addition von zwei Zahlen und die hierzu notwendigen Instruktionen gezeigt werden: Auf zwei Karten werden die beiden Summanden eingegeben, 3 auf der Karte 1, 4 auf der Karte 2. Die beiden Karten sollen hintereinander liegen.

Der erste Befehl muß also lauten: Lies Karte Nr. 1 und speichere den Inhalt (3) im Eingabebereich A; der zweite Befehl: Lies Karte Nr. 2 und speichere den Inhalt (4) im Eingabebereich B. Der dritte Befehl besagt: Transportiere die Daten aus den Eingabebereichen A und B in die Arbeitsbereiche A und B. Jetzt sind die beiden Karteninhalte im Kernspeicher in den Arbeitsbereichen A und B – meist Register genannt – direkt zugänglich in binärer Form vorhanden, denn bevor die Informationen in die Register gespeichert wurden, haben sie einen Codeumsetzer passiert. Er wandelt Zahlen je nach Programm und Maschine in die gewünschte Form um. Danach folgt die Anweisung, die die Inhalte der Register A und B unter Zuhilfenahme des Rechenwerks addiert. Das Ergebnis steht im Register A, der Inhalt von Register B bleibt unverändert. Vor der Ausgabe muß der Inhalt des Registers A in das Ausgabefeld C transportiert werden, wobei er wieder den Codeumsetzer passiert. Jetzt fehlt nur noch der Befehl zur Ausgabe. Die Maschine erhält die Anweisung: Drucke den Inhalt von Ausgabebereich C (modifiziert nach ZIMANIK 1967).

Bei diesem Vorgang wurden die Befehle in Form eines Programms eingegeben. Die Maschine holt sich die für jeden Schritt notwendigen Informationen aus einem Programmspeicher, einem Teil des Kernspeichers. Wieviele Kernspeicherstellen das Programm belegt und wieviele als Arbeitsbereiche benötigt werden, ist von Fall zu Fall verschieden. Programme, die gehäuft »Konstanten« enthalten, etwa Texte, mit denen verschiedene Begriffe bezeichnet werden sollen, belegen viele Kernspeicherstellen für das Programm, andere, beispielsweise reine Rechenprogramme für wissenschaftliche Zwecke, brauchen große Arbeitsbereiche, in denen verschiedene Zahlenkolonnen oder Matrizen untergebracht werden können. Die Aufteilung des verfügbaren Kernspeicherplatzes ist eine wichtige Aufgabe des Programmierers:

1. *Statische Kürze*

Ein Programm heißt statisch kurz, wenn das Rechenverfahren zur Lösung des Problems so ausgewählt wird, daß möglichst wenig Speicherplätze belegt werden (ohne Berücksichtigung der Rechenzeit).

2. *Dynamische Kürze*

Ein Programm heißt dynamisch kurz, wenn das Rechenverfahren zur Lösung des Problems so ausgewählt wird, daß möglichst wenig Rechenzeit abläuft (ohne Berücksichtigung des Speicherbedarfes).

Selbstverständlich müssen im Fall 1 die Rechenzeit und im Fall 2 der Speicherbedarf in vertretbaren Grenzen bleiben (IBM, Schule für Datenverarbeitung, FORTRAN OS). Im Anfang der Computerära mußten die Programme Schritt für Schritt in Maschinensprache entwickelt und der Maschine eingegeben werden. Häufig wurden sie auch auf Stecktafeln fest »verdrahtet«. Verschiedene Stecktafeln dienten den verschiedenen Aufgaben. Diese Art der Programmierung wurde in dem ENIAC, der bis 1955 arbeitete, angewendet (GANZHORN u. WALTER 1966). Heute wird sie noch in Kleinanlagen benutzt.

Zur Überwindung der Kommunikationsschwierigkeiten zwischen dem mit abstrakten, dualen Zahlensymbolen arbeitenden Computer und den in Wörtern denkenden Programmierern sind verschiedene Wege eingeschlagen worden. Die Programmierforschung, die hoffentlich zu immer neuen Erleichterungen für den Maschinenbenutzer führt, ist ebenso an der raschen Verbreitung der elektronischen Rechanlagen

beteiligt wie die technische Weiterentwicklung. Zur Zeit lassen sich zwei Trends unterscheiden:

A. Maschinenorientierte Programmiersprachen:

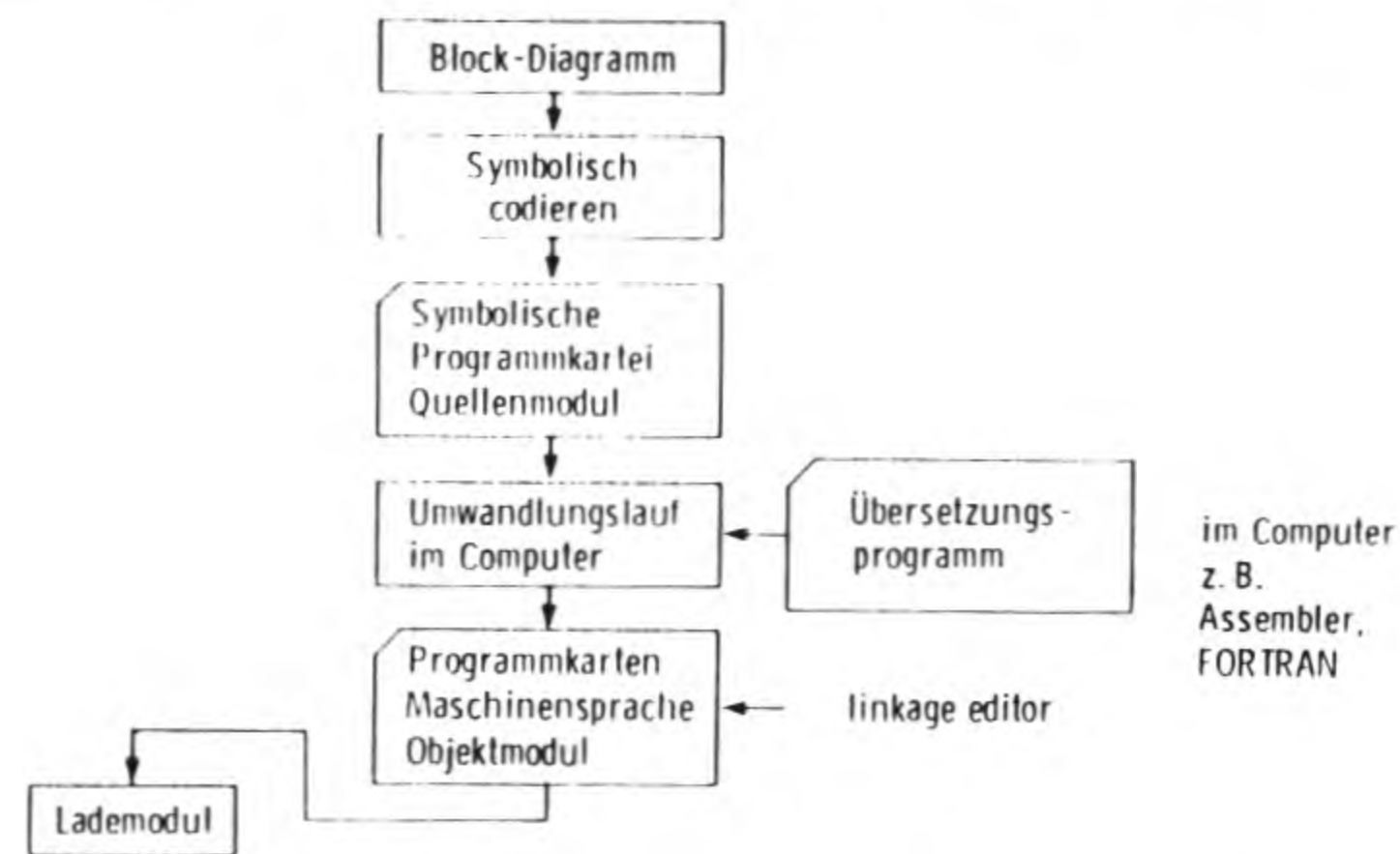
Die Assemblersprachen. Hier benutzt man Codeumsetzer (Compiler), um direkt aus dem programmierten Symbol den Maschinenbefehl zu gewinnen. Statt der Maschine für die Instruktion »addiere Register« hexadezimal 1A oder entsprechend dual 0001 1010 einzugeben, schreibt man nur noch: »AR«. Der Umsetzer entwickelt daraus die entsprechenden dualen Zeichen. Man kann sich zusätzlich darauf beschränken, den einzelnen Bereichen symbolische Adressen, beispielsweise A, B oder C, zu geben. Bei der »Übersetzung« eines Programmes teilt die Anlage daraufhin maschinenintern die »richtigen« Adressen zu. Bestehen bleibt das Problem, daß man Schritt für Schritt jeden Einzelschritt programmieren muß, d. h., daß im Falle einer einfachen Addition alle oben genannten Einzelschritte angeführt werden müssen. Immerhin ist die Erkenntnis, daß die Maschine selbst in der Lage ist, aus einem symbolischen Programm das echte zu formen, richtungsweisend. Man versucht, dem Programmierer mehr und mehr Arbeit abzunehmen, indem immer größere Aufgaben bei der Programmierung dem »Compiler« übergeben werden. Dabei werden häufig wiederkehrende Programmteile, wie die verschiedenen beschriebenen Schritte, die zu einer Addition gehören, zu genormten Abläufen zusammengefaßt und automatisch in ein Programm eingebaut, sobald ein vorher festgelegter Begriff auftaucht. Assemblersprachen müssen speziell für jede Maschine entwickelt werden und sind nicht ohne weiteres auf andere Systeme übertragbar.

B. Problemorientierte Programmiersprachen:

Der zweite Trend in der Programmierung führt unter weitgehender Ausnutzung der Makrotechnik zu den sogenannten problemorientierten, übergeordneten Programmiersprachen, die man auf jeder Maschine anwenden kann. Höhere Programmiersprachen bieten die Möglichkeit, mit *einem* Codeausdruck eine ganze Reihe von echten Maschinenbefehlen zu geben. Sie werden daher auch Makroinstruktionen oder statements genannt. Die codierten Programme werden Quellenmodule genannt. Ein Quellenmodul, das mit dem Compilerprogramm in echte Maschinensprache umgesetzt wurde, wird als Objektmodul bezeichnet (Tab. 10). Das Objektmodul wird erst bei völliger Fehlerfreiheit erzeugt und mit Hilfe des linkage editor in ein Lade-Modul umgewandelt. Durchgesetzt haben sich die wissenschaftlichen Sprachen »ALGOL« (ALGOrithmic Language) und »FORTRAN« (FORmula TRANslating system) sowie die kaufmännisch orientierte »COBOL« (COmmon Business Oriented Language). Diese Sprachen sind einfach zu programmieren, für einen Anfänger relativ leicht erlernbar, haben aber den Nachteil, daß sie nicht alle Möglichkeiten der Computer zu nutzen verstehen. Eine Neuentwicklung, PL/1 (Programming Language 1), soll die Vorzüge der bewährten Sprachen FORTRAN und COBOL vereinigen. Sie ist bisher jedoch nur für IBM-Maschinen anwendbar.

Hand in Hand hiermit geht die Entwicklung weiterer technischer Vereinfachungen innerhalb der Maschinen selbst. Es werden feste Register eingerichtet, die das Bilden von Programmschleifen, die mehrfach durchlaufen werden, das Springen in Unterprogramme oder sonstige Adressierungsaufgaben erleichtern. Außerdem werden Ein-/Ausgabeoperationen weitgehend standardisiert und brauchen nur noch durch ein einziges Wort in ihrer Funktion gesteuert zu werden usw.

Tabelle 10 Die Programmerstellung. Sie erfolgt üblicherweise in der Reihenfolge



Nach der Aufgabenstellung wird ein Blockdiagramm geschrieben. Das Schreiben der Instruktionen heißt Codieren. Jede Instruktion läßt sich, wie erwähnt, in einen Operationsteil und einen Adreßteil gliedern.

Der Operationsteil gibt an, was die Maschine zu tun hat.

Es gibt:

- Rechenoperationen für alle 4 Grundrechenarten, so daß auch mathematische Formeln errechnet werden können,
- Verzweigungsoperationen (logische Entscheidungen, z. B. Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung von Bytes mit Ordnungsmöglichkeiten der Größen),
- Übertragungsoperationen,
- Vergleichsoperationen (logische Operationen) und
- Fin-/Ausgabeoperationen.

Der Adreßteil gibt an, welche Operanden von einem Befehl betroffen werden. Wesentlich ist die Länge der Operanden (in Stellen) und ihre Lokalisation im Speicher. Danach könnten Bytes bzw. Adressen beispielsweise »von« Speicherstelle in angegebener Länge »nach« transportiert werden. Häufig folgen Testläufe zur Festlegung der richtigen Funktion des Programms evtl. unter Benutzung von Testdaten einfachen Aufbaus.

Insgesamt soll diese Darstellung absichtlich nur informierend und vereinfachend sein. Höhere Geschwindigkeiten der Arbeitsabläufe innerhalb der Computer und große Kosten hochkomplizierter Anlagen führten neben der technischen und Programm-Weiterentwicklung noch zu einem anderen wichtigen Zweig der Computer-Technologie: Der sogenannten Systemplanung.

Betriebssysteme

Ein leistungsfähiges Betriebssystem, das eine optimale Ausnutzung der Kapazität der Maschine gewährleistet, ist heute ebensoviel wert wie eine gute technische Ausstattung der Anlage selbst. Beim Verkauf von Computern ist die vorhandene sogenannte

»Soft-ware«, worunter eben jene genannten Betriebserleichterungen, Betriebssysteme, Compiler und Standardroutinen verstanden werden, ebenso wichtig wie die »Hard-ware«, das ist die technische Ausrüstung der Anlage selbst (GEHRIG, N. N.).

Bei Betriebssystemen unterscheidet man zwischen BOS (Basic Operating System mit einer erforderlichen Hauptspeicherkapazität von mindestens 8 K), einem TOS (Tape Operating System mit mindestens 16 K), einem DOS (Disk Operating System mit mindestens 16 K) und dem OS (Operating System für mindestens 64 K Bytes).

Das Betriebssystem umfaßt heute die gesamte *software*. Es besteht aus den Programmgruppen: A) Steuerprogramme und B) Arbeitsprogramme.

Zu A) Die Steuerprogramme bewirken etwa die automatische Lenkung des Anlagenablaufs mit Ein-/Ausgabe sowie Datenorganisation trotz verschiedener Technik und Geschwindigkeit der Geräte und Speicher.

Zu B) Die Arbeitsprogramme lassen sich unterteilen in

1. die beschriebenen Anwendungsprogramme des Benutzers, Herstellers oder von Programmierungsfirmen zur Lösung bestimmter differenzierter Probleme (z. B. Diagnostikprogramm-System),
2. die Standard-Dienstprogramme, die Dateien ohne Veränderungen ihres Inhaltes im Aufbau umformen oder von Datenträger zu Datenträger überspielen, sortieren, mischen u. ä.
3. die Übersetzungsprogramme und Programmgeneratoren. Sie übersetzen symbolische Programme in Maschinen-Sprache oder sie erzeugen sogar, wie der Name sagt, nach Vorgabe der Art der Ein-/Ausgabe, der Datenbestände und der Anforderungen an die Verarbeitung, Programme selbständig.

Sogenannte Job-Karten sagen dem Betriebssystem, welche Arbeiten vollzogen werden sollen, die EXEC-Karten geben den Namen des oder der aufzurufenden Programme an, darauf folgt der Name der zu benutzenden, ebenfalls gespeicherten Datei.

Neben den erwähnten Datenkanälen ist das genannte automatische Betriebssystem für das Zusammenwirken aller Anlagenteile wesentliche Voraussetzung. Bei der integrierten Betriebsweise und Verzahnung von Arbeitsabläufen, Unterprogrammen und Prüfroutinen würden lange Stillstands- und Wartezeiten bei einer Steuerung von Hand eintreten. Das automatische Betriebssystem (operating system) hat nach GANZHORN und WALTER (1967) folgende Hauptaufgaben:

1. Steuerung des Informationsflusses einschließlich der Programme von und nach den externen Speichern und Ein-/Ausgabegeräten.
2. Steuerung des Aufgabenflusses.
3. Überwachung der einzelnen Arbeits- und Programmschritte während der Ausführung eines Programms bezüglich Prioritäts- und Unterbrecherregeln.

Ein Betriebssystem bietet nach WAGNER, W. (1969) folgende Vorteile:

Kontinuierlichen Arbeitsablauf durch automatischen Arbeitswechsel.

Optimale Ausnutzung der Kapazität.

Zwang zur präzisen Arbeitsvorbereitung und Tagesplanung.

Bedeutsame Unterstützung des Programmierers.

Das Datenverarbeitungssystem verläßt den Status eines Abrechnungssystems, das Informationssystem wird ermöglicht.

Durch die Betriebssysteme werden also nach GANZHORN und WALTER (1967) eine Aufgabe nach der anderen ohne Eingriff des Bedienungspersonals in vorgegebener Reihenfolge ihrer Priorität erledigt (Vortrangsteuerung) und schließlich mehrere Aufgaben gleichzeitig ausgeführt (multiprogramming).

Die Grundform des Betriebssystems (Primary Control Program = PCP) ermöglicht nur sequentielle Job-Verarbeitung. Die Entwicklung geht weiter zum Multiprogram-

ming. MFT = Multiprogramming mit einer festen Anzahl von Aufgaben in der Ausführung (*tasks*) arbeitet mit *partitions*, d. h. aufgeteilt in Einzelbereiche des Kernspeichers. Es werden alle Job-Steuerkarten, nicht nur immer die erste wie beim PCP, gelesen und, geordnet nach Klassen, auf Platten als Warteschlangen verteilt. Ist eine *partition* frei, wird der nächste dringlichste Job ausgewählt und mit den Eingabedaten verarbeitet. MFT benötigt 256 K Bytes im Kernspeicher.

MVT = Multiprogramming mit einer variablen Anzahl *tasks* arbeitet nicht mit *partitions*, sondern mit Regionen des Hauptspeichers. Dieser wird nach den Anforderungen dynamisch auf- und zugeteilt. MVT benötigt 512 K Bytes. Multiprogramming ist für *real-time processing* und für *remote-timesharing* notwendig.

Das Steuerzentrum des Betriebssystems ist der »Supervisor«, der sich ständig im Hauptspeicher befindet, wo er hauptsächlich folgende Abläufe steuert:

- a) Die Bereitstellung und Zuordnung von Speicherplatz für Daten und Programme.
- b) Bedarfsabhängiges Laden und Umspeichern von Programmen.
- c) Datenein- und -ausgabe je nach Anforderung des laufenden Programms.
- d) Steuerung und Überwachung der Programmausführung.
- e) Fehlerfeststellung und Programmwiederholung.
- f) Unterrichtung des Personals über den Zustand des Systems und über erforderliche Bedienungsmaßnahmen.
- g) Programmübersetzung.
- h) Dokumentation aller durchgeführten Aufgaben und evtl. Ausnahmebedingungen.

Heute arbeitet bei der Systemplanung und Entwicklung von neuen Schaltungen der Computer selbst an seiner eigenen Vervollkommnung mit.

Anschließend sei die **Datenfernverarbeitung** erwähnt. Kleinere Krankenhäuser werden sich nicht eigene Anlagen anschaffen können. Sie haben aber die Möglichkeit, über *terminals* und Kleincomputer mit Hilfe der Datenfernverarbeitung an den Vorteilen der EDV zu partizipieren.

Ein Datenfernverarbeitungssystem besteht aus Datenstationen, Übertragungseinrichtungen und dem Verarbeitungssystem.

Bei der Festlegung der Art der Station ist zu beachten, daß die Art der Daten (numerisch, alphanumerisch, variabel, Prozeßdaten), die Menge der Daten und die Qualifikation des Personals von Bedeutung sind. Daher bietet die IBM insgesamt etwa 14 verschiedene *terminals* an.

Bei der Übertragung ist eine Übertragungssteuerung notwendig, die u. a. zuständig ist für

- die Übertragungsgeschwindigkeit,
- die Kontrolle der Betriebsbereitschaft,
- bitserielle oder bitparallele Übertragung,
- Übertragungscode,
- Übertragungssicherung,
- Asynchron- oder Synchronübertragung,
- Simplex-, Halbduplex- oder Duplexübertragung usw.

Beim Übergang vom Nachrichtennetzwerk zum Ein-/Ausgabekanal sind »Steuereinheiten« notwendig. Diese bestehen aus Leitungsanschluß, Leitungssteuerung, Speicher für Geschwindigkeitsausgleich und Ein-/Ausgabesteuerung (Anpassung an den E/A-Kanal). Mit anderen Worten: Bei Datenfernübertragung sind zwischen zwei Dateneinrichtungen je zwei Datenübertragungseinrichtungen notwendig. Der dazwischenliegende Übertragungsweg und die *MODEMS* (Signalübersetzer) werden meist von der Bundespost gestellt (Abb. 26).



Abb. 26 IBM 3976
Modem = MOdulator/
DEModulator
(Signalumsetzer)

Ein automatisches Unterbrechungssystem steuert das Zusammenspiel zwischen Kanal und Zentraleinheit. Die zur Bearbeitung der Nachrichten notwendigen Dateien (z. B. für die verschiedenen Programme) müssen im Speicher im wahlfreien Zugriff zur Verfügung stehen (IBM-Kundenbrief 2/68, 19. August 1968).

W. WAGNER (1969) schreibt beispielsweise über das Multiprogrammingsystem:

Es ist durch die Technik der Programmunterbrechung, des Kanalaufbaues und des großen Hauptspeichervolumens daraufhin konstruiert, mehrere Programme gleichzeitig aufzunehmen und sie wechselweise in verzahnter Arbeitsweise durchzuführen. Durch zu vergebende Prioritäten können Dringlichkeitsabstufungen vorgenommen werden.

Die beschriebenen Einrichtungen ermöglichen den Einsatz elektronischer Datenverarbeitungssysteme für das Rechnen auf Distanz (*remote computing*). Datenstationen oder kleinere Computer wie die IBM/360-20 sind über Wahl- oder Mietleitungen der Bundespost mit größeren Rechnern, beispielsweise IBM/360-40-65, verbunden. Die kleinen Rechenzentren haben jederzeit direkten Zugriff zu der Speicher- und Rechenkapazität der Großsysteme. Ein *Time-sharing-system*, RAX (Remote Access Computing System), ermöglicht vielen Teilnehmern, gleichzeitig auf einer entfernten Rechenanlage zu arbeiten. Eine Datenstation beim Benutzer, beispielsweise IBM 2740, besteht im wesentlichen aus einer Schreibmaschine, mit der man die Daten eingibt und auch ausgedruckt erhält.

Es ist durchaus keine Utopie mehr, daß eine elektronische Datenverarbeitungsanlage auf Anruf, d. h. auf Schallinformationen und -instruktionen hin, Auskunft geben kann. Die prinzipiellen Möglichkeiten auszudenken, die der Einsatz von Computern bietet, dazu reicht unsere Phantasie sicher nicht aus. Vielleicht kann der Mensch in Zukunft dadurch schöpferischer werden, wenn er von logisch formulierbarer Denkarbeit befreit wird.

Am Ende dieses Abschnittes sei noch auf einige Begriffe eingegangen:

on line
off line

direkte Verarbeitung in Verbindung mit der Hauptanlage
von der Hauptanlage getrennt und in sich selbständig; meist
handelt es sich um eine zunächst von der Hauptanlage getrennte
Datenverarbeitung

terminal

Dateneinheit, beispielsweise eine Schreibmaschine, die durch
Telefonleitungen mit der Haupteinheit verbunden ist, oder ei-

Datensatz	ne Zahlentastatur, auf die Masken mit verschiedenen Begriffen aufgelegt werden
Datei oder Datenbestand	zusammengehörende Daten
Vorrangverarbeitung	Gesamtheit aller gleichartigen Datensätze
<i>remote-time-sharing</i>	dringliche Arbeiten werden vorgezogen
Real-time-Verarbeitung	Verzahnung mehrerer Programme mit festen Zeitanteilen für entfernt arbeitende Benutzer
	vorrangige Verarbeitung eines Programms, beispielsweise zum Abfragen von entfernten Außenstellen, mit Unterbrechung des laufenden Programms.

Welches Personal ist für die EDV notwendig?

Will man sich mit elektronischer Datenverarbeitung beschäftigen, so ist u. a. die Frage zu stellen, welches Personal man braucht? In Frage kommen die Berufe der Organisatoren, Systemanalytiker, Programmierer, Maschinenbediener, Locherinnen und Prüferinnen. Unter einem Organisator hat man sich nach HAUFF (1969) weniger einen Computerspezialisten vorzustellen als vielmehr einen Fachmann für Informationsprobleme, der in der Lage ist, die Anwendung des Computers innerhalb des Gesamtsystems der Betriebsorganisation zu sehen. Ihm obliegt es, den Ablauf des Systems zu organisieren und zu koordinieren.

Der Systemanalytiker legt fest, welche Geräte und welche Verfahren verwendet werden, um ein vorgegebenes Problem mit dem Computer zu lösen. Er sollte in der Regel über eine gründliche Ausbildung auf dem Gebiet der Mathematik oder einer Naturwissenschaft verfügen. Untersuchungen in den USA haben ergeben, daß für einen Computer im Durchschnitt zwei Systemanalytiker benötigt werden. Beim Programmierer legt man heute das Schwergewicht auf ein umfassendes Verständnis der betrieblichen Abläufe, auf die Fähigkeit zu logischem Denken und auf einen pünktlichen und gewissenhaften Arbeitsstil. Zur Messung der beiden letztgenannten Fähigkeiten gibt es eine ganze Reihe überprüfter psychologischer Testverfahren. Die Programmierer füttern den Computer. Sie studieren Programmiersprachen, Betriebssysteme, Speichertechnik, Zugriffsverfahren, Leistungsfähigkeit der Geräte an der Peripherie, allgemeine Dienstleistungsprogramme u. a. m. Viele Arbeiten, die heute ein Programmierer ausführt, werden in nächster Zukunft ganz vom Computer erledigt. Die Kenntnisse und Fähigkeiten zur Bedienung eines Computers können meist in einem einzigen Lehrgang erworben werden.

Die Arbeit der Locherinnen und Prüferinnen ist reine Routinetätigkeit, die außerordentlich ermüdend wirkt. Die Fluktuationsrate ist daher groß (HAUFF 1969).

Über den Einsatz elektronischer-datenverarbeitender Maschinen in der Medizin

Der Computer kann für den Arzt Daten schneller einziehen, verarbeiten und ausgeben, Daten besser verdichten, mehr Daten verarbeiten und speichern, Daten sichere verarbeiten und speichern, zu gespeicherten Daten schnelleren Zugriff ermöglichen und Arbeit und Aufwand reduzieren (BÜNTE 1967).

Auf die Frage: »Warum Datenverarbeitung in der Medizin, speziell im Krankenhaus« auf die die Antwort ist:

Wegen einer Verbesserung

des Informationsaustausches,
der Informationssammlung,
der Informationsanalyse,

im besonderen wegen einer Verbesserung der Kostenerfassung,

der Diagnostik,
der Patientenüberwachung,
der Lagerhaltung,
der Therapie,
der Dokumentation und Statistik,
der Bettenausnutzung,
der Menüplanung u. v. a.

folgt die nächste Frage: »Soll eine Datenverarbeitungsanlage angeschafft werden?«

Wenn diese Frage unter Berücksichtigung der Kosten,
des notwendigen Personals,
der Organisationsumstellung,
der Maschinenleistungen,
der zu erfüllenden Mindestanforderungen,
der zur Verfügung stehenden Zeit u. a.

positiv beantwortet worden ist, muß weiter gefragt werden: »Welche Anlage soll eingesetzt werden?« Dieses ist kein wirtschaftliches Problem, sondern eine Frage der Finanzen, der empirischen Erprobung der Maschinenkonfiguration, der angebotenen *software*, ja, der Politik.

Berücksichtigt werden muß auf alle Fälle:

1. *Teleprocessing* und *time-sharing* oder *multiprogramming* erfordern große Maschinen und sind daher teuer.
2. Die Arbeit mit Markierungsbeleglesern macht sich besonders im On line Einsatz als langsam bemerkbar. Die Fehlerquote durch falsche Anstriche und Lesefehler ist störend.
3. Schirmbildeinheiten sind komfortabler aber teurer als Schreibmaschinenterminals.
4. Die Dateneingabe mit Lochstreifen und Magnetbandschreibmaschinen dürfte am besten und schnellsten sein und auch die Datenverarbeitung außerhalb des Krankenhauses an irgendwelchen Computerzentralen ermöglichen, zu denen die Bänder oder Streifen per Boten gebracht werden können.
5. Stellt der Kostenträger selbst, beispielsweise eine Stadtverwaltung, seinen Computer zur Verfügung, werden, wie in Nürnberg erprobt, nur 9% der Gesamtarbeit für die Krankenanstalten bei einer kleineren Anlage benötigt. Bei größeren Maschinen würde ein Krankenhaus noch weniger Zeit in Anspruch nehmen. Diese kleine Prozentzahl kann aber störend für den Kostenträger sein.

Verwaltung

Krankenhausverwaltung

Die Leistungen, die ein Krankenhaus erstellt, bestehen entweder in der wirtschaftlichen Versorgung der Patienten, also in der Unterbringung, Pflege und Verpflegung, ferner in den Leistungen, die zur Diagnostik – ärztliche Untersuchungen, Röntgenaufnahmen, Laboruntersuchungen usw. – oder in der Therapie – Operationen, Röntgen- oder Radiumbestrahlungen, Medikamente, Bäder, Massagen u. a. m. – anfallen (FEHLER u. HOLLBERG 1965).

Nach der herkömmlichen Methode sind Karteien, Krankenblätter, Leistungs- und Befundbücher oder ähnliche Aufzeichnungen schriftlicher Art erforderlich, um die Leistungen für die Abrechnung zusammenzutragen. Sie beschäftigt mehrere Personen mit der Eintragung der Leistungen, ihrer Erfassung und Abrechnung. Im Rahmen eines Krankenhaus-Information-Systems (KIS) bietet die neuzeitliche Datenerfassung über Markierungsbelege wesentliche Vorteile, wie HARTMANN u. SCHÄFFER (Manuskriptdruck) angeben. Sie benutzen das IBM-Datenverarbeitungssystem 1401 und den Markierungsleser 1232 der gleichen Firma. Bei den Markierungslesern 1231/1232 der IBM werden Informationen und Daten mit einem gewöhnlichen Bleistift auf dem Urbeleg durch Strichmarkierung aufgebracht, dann von der Maschine gelesen und direkt in ein Datenverarbeitungssystem oder in einem angeschlossenen Locher in Lochkarten übertragen. Die Markierungsbelege entsprechen etwa dem Format DIN A 4. Sie enthalten maximal 2000 Strichmarkierungsstellen.

Die IBM sowie einige Universitätskliniken und andere Krankenanstalten, u. a. Tübingen, Bonn, Freiburg, Wien, Bremen u. a. m., haben Markierungsbelege entwickelt, die für verschiedene Einsatzmöglichkeiten gedacht sind.

Man kann aber auch überhaupt keine Anforderungsbelege mehr verwenden, sondern über eine an der verordnenden Stelle existierende Ein- und Ausgabeeinheit – ein *terminal* – direkt die Datenverarbeitungsanlage ansprechen. Die Eingabemaschine mit ihren verschiedenen Maskenmöglichkeiten meldet aufgrund der Programmspeicherung an die einzelnen angesprochenen Stellen, welche Leistungen für den einzelnen Patienten zu erstellen sind. Die Einhaltung der Verordnung kann dabei überwacht werden. Es können auch eventuell notwendige Mahnungen erfolgen. Abrechnungs- und Buchungsbelege werden nach erfolgten Leistungen zur Verfügung gestellt, von einer zentralen Datenverarbeitungsanlage erfaßt und weiterverarbeitet. Auch Schirmbildgeräte mit Tastaturen können zu ähnlichen Zwecken benutzt werden (Abb. 16, 23, 24).

Neben diesen fortschrittlichen Möglichkeiten der Datenerfassung gibt es natürlich auch andere, beispielsweise die Ausgestaltung eines Verordnungsbeleges in ablochbarer Form. Hierzu müßten die jetzt üblichen Leistungsanforderungsscheine so umgestaltet werden, daß sie ablochbar sind. Der Personalaufwand wäre in diesem Falle allerdings größer.

Der Anforderungsbeleg kann auch bereits Lochkarte, eine sogenannte Verbundlochkarte, sein. Es wird kein zusätzlicher Beleg mehr erstellt, der Beleg ist gleichzeitig Datenträger (FEHLER u. HOLLBERG 1965).

Personal- und Finanzverwaltung

Bei der *Personal- und Finanzverwaltung* handelt es sich vorwiegend um Bestandsführung mit periodischen Abrechnungsarbeiten, wie Gehälter und Löhne. In der Indu-

strie werden diese Größen bereits seit Jahren durch **Maschinen** verwaltet und geregelt. Hunderte von Krankenhäusern in den USA benutzen für das gesamte Rechnungswesen bereits Computer.

Wirtschaftsverwaltung

Auch hier handelt es sich überwiegend um Bestandsführungsprobleme. Die wirtschaftliche Durchleuchtung der Bestände, des Einkaufs und Verbrauchs werden durch die Datenverarbeitungsanlage gesteuert und geprüft, um den Verantwortlichen eine schnellere und exaktere Einwirkungsmöglichkeit zu geben. Auch auf diesem Gebiet sind Computeranwendungen in den USA seit langer Zeit üblich. Interessant scheinen in diesem Zusammenhang im Krankenhaus Kontrollen **des Lagerbestandes** der Apotheken in bezug auf Medikamente mit Verfallsdatum, **die Aufrechterhaltung** eines bestimmten Mindestbestandes, die Lebensmittelversorgung, -bevorratung und dergleichen. Auch Verpflegungsmeldungen und Zusammenstellungen der Verpflegungsteilnehmer können über eine Datenverarbeitungsanlage erfolgen. Über Diätzusammenstellungen durch Computer berichten SCHMID u. CAMPBELL (IBM-Form). Danach ist es verhältnismäßig einfach, eine Normalkost für jedes Individuum zu erstellen, gleich welcher Altersstufe, welchen Berufes und welchen Belastungen es ausgesetzt ist, oder ob eine besondere Diät vorgeschrieben ist. In allen Fällen wird auf die Erhaltung der durch die wissenschaftlichen Erkenntnisse der letzten Zeit entwickelten Normen durch automatische Verschiebung der Nahrungsmittelmengen einzelner Speisen und Mahlzeiten geachtet, ohne daß hierbei das geforderte Verhältnis von Eiweiß-Fett-Kohlenhydraten, die Eßgewohnheiten des Menschen oder die geschmackliche und besondere Qualität der einzelnen Speisen grundlegend verändert würden. Nach den genannten Autoren könnte die Verpflegung der Zukunft so vor sich gehen, daß die Hausfrau Daten und Wünsche ihrer jeweiligen Familienmitglieder sammelt und in eigens hierfür errichteten Lokalen Diätlisten für einen Tag oder für eine Woche für jeden ihrer Angehörigen erhält. Ähnlich kann der Hotel- oder Gaststättenbetrieb organisiert sein. Ein weiteres Problem wurde mit der »Menüplanung« durch Computer (BALINTFY 1964) angegangen. Neben der automatischen Menüzusammenstellung, bei der sogar auf Farbe und geschmackliche Kombinationsmöglichkeiten Rücksicht genommen wird, ist die Möglichkeit vorgesehen, beispielsweise wöchentlich die Kosten der Nahrungsmittel einzugeben und das Menü zusammenzustellen, das unter Einhaltung aller geforderten Bedingungen so ausgewählt wird, daß die Kosten minimal sind. Mit dieser Anordnung gelang es, die Durchschnittskosten des Essens pro Tag, abgesehen von den Preisen für Brot und Backwaren, von rund 84 auf 58 Cents zu senken.

Steuerung des Informationsflusses

In New York wurde 1964 ein Computer eingesetzt, der es niedergelassenen Ärzten und Krankenhäusern möglich macht, innerhalb von 2 Minuten seltene Gruppen von Spenderblut zu lokalisieren. Der Computer gibt weiterhin Tabellen über die Blutmenge in jeder Blutbank aus. Zusätzlich gibt er Schätzungen, wieviel neues Blut gebraucht wird, Listen von benötigten Blutmengen, Tabellen des ausgegebenen Gesamtblutes und der erfaßten Spender.

Die Blutbank der Universitätskliniken in Uppsala hat gute Erfahrungen mit dem Einsatz elektronischer Datenverarbeitungsanlagen zur Registrierung neuer und Bestellung

alter Blutspender, auch zu ihrer Nachuntersuchung, mit der Registrierung von Konserven und ihrer Lagerung, mit der Dokumentation der Blutgruppen, der serologischen Tests und der Transfusionsberichte gesammelt. Der Computer berücksichtigt sogar die Erholungszeit des Hämoglobinwertes des Spenders. Ebenfalls sind die Erfassung der Ausgabe von Konserven, die Verhinderung der Unbrauchbarkeit durch Mahnung und die Erstellung von Statistiken mit Computereinsatz möglich. HÖGMANN, der Direktor dieser Blutbank, meint: »Wir kämen nie auf die Idee, zum alten Blutspendersystem zurückzukehren.«

Im Juni 1964 ergab eine Übersicht der American Hospital Association, daß 39 der 7000 registrierten Krankenhäuser automatische Datenverarbeitungsanlagen benutzen (GIESLER 1964). Zur Zeit sind es bereits mehr als 700 (vgl. S. 1). In diesem Zusammenhang sagt HARRINGTON (1964), daß sich das Hospital selbst als ein *information management system* bezeichnen müßte. SCHNEIDER (1966) hat die Kliniken mit einem kybernetischen System verglichen. Neben dem Informationsfluß im ärztlichen Sektor wird auch die Versorgung des Patienten mit Nahrung und Medikamenten sowie der Verkehr zwischen Krankenstationen, untersuchenden Spezialabteilungen, Krankenhausaufnahme, Wäscherei und Bettenbelegung mit einbezogen. Durch eine entsprechende Planung mit Hilfe eines Computers bleibt den Patienten viel Wartezeit vor Untersuchungen erspart. Untersuchungen können rasch aufeinander folgen, so daß die Aufenthaltsdauer – und damit die Kosten für die Versicherungen – reduziert werden.

Eine Anlage dieser Art ermöglicht die Steuerung des gesamten Informationsflusses in einem Krankenhaus. Sie soll in bezug auf Zeit, Leistung und Methodik zur Optimierung beitragen. Ein Krankenhaus-Informationssystem der beschriebenen Auslegung wird sich erst noch im praktischen Einsatz an mehreren Stellen bewähren müssen.

Das Krankenhaus-Informationssystem (KIS)

Die in Krankenblättern oder Karteikarten gespeicherten Erfahrungen sollen später mit dem Ziel gesichtet und ausgewertet werden, weitere Erkenntnisse zum Nutzen zukünftiger Patienten zu gewinnen (GRIESSER 1969). Mit der Verwendung hand- oder maschinengeschriebener, frei stilisierter Unterlagen ist die wissenschaftliche Arbeit an der Klinik unrationell und bleibt in ihrem Aussagewert begrenzt. Vor allem kann die große Menge der anfallenden Daten nicht oder nur ungenügend berücksichtigt werden. Daher müssen nach GRIESSER (1969) die großen Möglichkeiten des Computers für die Erleichterung und Einsparung von Arbeit bei Ärzten, Krankenpflege- und technischem Hilfspersonal (Laboratorium) ausgeschöpft werden.

In der Klinik sollten elektronische Datenverarbeitungsanlagen überall dort eingesetzt werden, wo Routinearbeit die wertvolle menschliche Arbeitskraft übermäßig und unnötig belastet und wo es gilt, die Wahrnehmung und Beobachtungsfähigkeit der Menschen zu unterstützen.

Mit einem KIS werden folgende Ziele zu verfolgen sein:

1. Einmalige Erfassung der Daten zum Zeitpunkt und am Ort ihrer Entstehung.
2. Zentrale Speicherung der ärztlichen und administrativen Informationen in einer Datenbank.
3. Verminderung und Vereinfachung der Routinetätigkeit durch Fortfall von Schreibarbeit und Eliminierung von Übertragungsfehlern.
4. Unterstützung des ärztlichen Entscheidungsprozesses in Diagnostik und Therapie

durch unmittelbaren und jederzeitigen Zugriff auf **aktuelle** und archivierte Informationen, die durch die Datenbank repräsentiert werden.

5. Schnellerer und sicherer Informationsaustausch zwischen den einzelnen Informationsbereichen des Klinikums.
6. Planung und Koordination des klinischen Betriebes auf der Grundlage genauer Kenntnisse der Anforderung und der einsatzfähigen Mittel.

Bei der Entlassung eines Patienten kann die elektronische Datenverarbeitung folgende Funktionen haben: 1. Ein Entlassungsbescheid wird erstellt, gleichzeitig eine Übertragung der mit der Entlassung nicht mehr aktuellen medizinischen Informationen vom Plattenspeicher auf das Magnetband vorgenommen. Auf dem Plattenspeicher verbleiben als »Register« Personalien, Aufnahme- und Entlassungstermin, Klinik und Station, Diagnosen, Hinweisung auf Gefährdung und Nummer des Archivbandes. 2. Abrechnung und Rechnungsstellung für die Verwaltung und Kontrolle der Zahlungseingänge.

Nach SCHNEIDER (1969a) ist eine elektronische Datenerfassung und Datensteuerung für die Weiterentwicklung der Medizin von größter Bedeutung, da das Bild der zukünftigen Kliniken dadurch entscheidend geprägt und verändert werden kann. Es müssen Organisationsformen gefunden werden, die auf Erfordernisse eines integralen Datenverarbeitungssystems ausgerichtet sind und die Möglichkeiten dieses Systems voll ausschöpfen.

Die Einzelstrukturen eines KIS können in 3 große Bereiche eingeteilt werden:

1. den administrativen Bereich,
2. den ärztlichen Bereich und
3. den diagnostischen Hilfsbereich, d. h. die Laboratorien und die funktionsdiagnostischen Abteilungen.

Der Informationsfluß und die Verzahnung der Bereiche ist unumgängliche Notwendigkeit. Die Planung in einem der Bereiche ohne Berücksichtigung späterer Ausbaumöglichkeiten in den anderen kann dann zu erheblicher Mehrarbeit führen und bedeutet eine Fehlplanung.

Für den administrativen Bereich liegen fertige Lösungen vor, die natürlich den jeweiligen Anforderungen angepaßt werden müssen. Nach SCHNEIDER (1969a) fallen in diesem Bereich vorwiegend harte Daten an (z. B. Name, Geburtsdatum, Pflegeklasse, Pflegekosten, Medikamenten- und sonstige Materialanforderungen u. ä.). Sie sind leicht zu vercoden und auf Lochkarten oder Markierungsbelege zu übertragen. Im ärztlichen Bereich sind es beispielsweise subjektive Befunde mit ausführlichen Texten, z. B. Anamnese, Arztbrief, psychische Beurteilung u. ä., die sich schlecht oder überhaupt nicht vercoden lassen, gemischt mit leicht vercodbaren Daten, wie beispielsweise Gewicht und Alter oder Alternativbefunden. Der Verkehr mit dem Computer muß daher sehr flexibel sein.

SCHNEIDER (1969a) schlägt dafür das Schirmbildgerät (display) mit Eingabetastatur vor oder eine Magnetbandschreibmaschine, von der ausführliche Texte direkt auf ein computerlesbares Magnetband gegeben werden können. Labordaten bestehen meist aus elektrischen Meßwerten. Sie können im On-line-Verfahren direkt abgenommen und in einem Computer verarbeitet werden.

Bei der Aufnahme eines Patienten sollen von Aufnahmestellen aus die Daten direkt mit Schirmbildgerät und Tastatur eingegeben werden. Der Patient wird in einem internen Speicherbereich des Computers registriert und gleichzeitig werden Steuer- und Organisationsmarken gesetzt. Außerdem wird festgestellt, ob der betreffende Patient bereits einmal im Klinikum war. Vom Computer wird mit Hilfe eines direkt angeschlossenen Druckwerkes eine Adremamatrize erstellt, die die Personaldaten des Pa-

tienten und seine I-Zahl (Identifizierungszahl) in Form einer Strichmarkierung enthält. Damit können alle weiteren Markierungsbelege mit Personaldaten und der zutreffenden I-Zahl-Markierung rasch versehen werden. Die freien Texte der Krankengeschichte will SCHNEIDER (1969a) ohne zusätzliche Belastung des Personals in die Maschine (nach Diktat auf ein Diktiergerät in einem Schreibzimmer) mit einer Magnetbandschreibmaschine direkt auf Magnetband speichern. Die Daten stehen damit auf Abruf jederzeit zur Verfügung. Die täglich auf Stationen anfallenden Daten können mit Markierungsbelegen oder einer Tastatur in den Computer eingegeben werden. Als Kontrolle wird der Text rückläufig auf der Station als Beleg und Unterlage ausgedruckt. Diese Unterlagen werden durch Labor- und diagnostische Daten täglich vervollständigt. Medikamentanforderungen, Untersuchungsaufträge, Essensanforderungen u. a. können auf der Station mit Markierungsbelegen erfolgen, wobei die Patientenidentifizierung mit der Adressenmatrize geschieht (*record linkage*).

Die Eingabe der Labordaten ist *on line* vom Meßgerät geplant, wobei eine Analog-Digital-Umwandlung notwendig ist. Die kleinen Prozeßrechner sind mit einem großen Rechner verbunden. Ein Probenleser identifiziert das Untersuchungsmaterial z. B. für den Autoanalyser. Der Computer kann Laborergebnisse zurückweisen, wenn für diese keine Anforderung vorliegt, die auch der Verwaltung gemeldet wurde.

Am Ende eines Klinikaufenthaltes werden die gesamten Informationen über den Behandelten zusammengestellt, auf Magnetband gespeichert und automatisch auf eine Mikrofilmrolle übertragen. Diese hat eine Magnetspur, die das automatische Wiederfinden des betreffenden Behandlungsfalles ermöglicht. Auch alle übrigen Unterlagen über den Patienten werden mikroverfilmt. Dem Computer wird schließlich die Nummer der Mikrofilmrolle und die Stelle auf dem Film mit den Unterlagen des Patienten mitgeteilt. Der Computer registriert diese Nummern in einem Register für sämtliche Behandlungsfälle.

Dieses sind die wesentlichen Plannungen SCHNEIDERS (1969a) im ärztlichen Bereich. Er schreibt weiter, daß die für die Krankenhausverwaltung erforderlichen Informationen im Verlauf der Diagnostik und Behandlung auf der Station und den Funktionseinheiten anfallen und dort erfaßt werden. Der Computer kann daher auch Funktionen der Verwaltung übernehmen, wie die Führung der Patientenkonten, die Übernahme der Lagerverwaltung, des Bestellwesens, die Disposition sowie die gesamte Haushaltsführung. Die Statistiken können dadurch laufend ergänzt werden. Schließlich kann auch das gesamte Abrechnungswesen, Mahnwesen und der Verkehr zu den Krankenkassen und Banken vom Computer im Rahmen des KIS selbständig durchgeführt werden.

Der größte Vorteil des Systems ergibt sich nach SCHNEIDER (1969a) für die Diagnostik. Die Qualität der Meßwerte wird sich wesentlich erhöhen. Die Meßwerte werden durch »Parameter« ergänzt.

Die Diagnostik setzt u. a. die Kenntnisse von Wahrscheinlichkeitsverteilungen voraus. Sie werden durch die computergerechte Eingabe von Krankengeschichten geliefert. Etwa 80 Personen sind als Mitarbeiter (SCHNEIDER 1969a) vorgesehen.

Nach BOCK u. EGGSTEIN (1968) erfordert moderne Diagnostik auch moderne Methoden. Mit der Automatisierung des »Datenflusses« ist eine optimale Übermittlung von Informationen zwischen den Stationen und den übrigen Funktionseinheiten der Klinik (Laboratorium, kardiologische und Röntgen-Abteilung, physikalische Therapie) und zurück, natürlich auch innerhalb und zwischen den Funktionseinheiten und zwischen und innerhalb den Stationen, gemeint. Eine Studie ergab u. a., daß eine medizinisch-technische Assistentin fast bis zu 60% ihrer Arbeitszeit zur Datenregistrierung und -weitergabe verbraucht. Beim konventionellen Verfahren verfälschen Übertragungs-

und Schreibfehler 1,1% der Laboratoriumswerte, die Ablochung aber nur 0,6%. Die zeitlich fehlerhafte Zuordnung der Daten beträgt 2,5%. Bei fieberkurvengerechter Befundausgabe werden durch den Computer diese Fehlerarten beinahe vollständig vermieden. Es wird auf die Möglichkeit gesteuerter Befundregistrierung, Plausibilitätskontrollen und Verlaufskontrollen eingegangen (S. 96).

Beim KIS wird der Informationsfluß vom System zentral vom Ursprungs- bis zum Empfangspunkt überwacht. Anfallende Daten werden gespeichert, in der gewünschten Form übermittelt und nach Verarbeitung jederzeit zur Verfügung gestellt. Für dieses System ist eine Datenverarbeitungsanlage mit Speicherung, wahlfreiem Zugriff, Ein-/Ausgabegeräten und der Möglichkeit einer schnellen und direkten Datenübermittlung Voraussetzung. Mit Hilfe von *terminals* – im praktischen Einsatz an einer Stelle beispielsweise für 22 Patienten eine Einheit – die in verschiedenen Krankenhauseinrichtungen stehen und direkt über Telefonleitungen mit der Datenverarbeitungsanlage verbunden sind, ist es möglich, Informationen einzugeben und zu empfangen. Es kann sich um Tastaturen mit Auflegemasken, um Drucke von Daten in Klarschrift, optische Anzeigen auf Leuchtschirmen oder die Ausgabe akustischer Daten über Telefon handeln.

Das erste Krankenhaus, das neben der automatischen Datenverarbeitung in der Buchhaltung und der Verwaltungstechnik sich auch einer Computersteuerung der Erfordernisse des Patienten und des Krankenhauspersonals sowie des technischen Unterhaltes, des beruflichen Services und der wissenschaftlichen Forschung bedient, ist das New York City Mount Sinai Hospital. Das Krankenhaus versorgt täglich 1200 Patienten. Der Personalstand liegt bei 4000 Angestellten und 1000 Ärzten. Die installierte große IBM/360 soll dafür sorgen, daß die richtigen Medikamente für die Kranken verordnet und die Patienten den für sie geeigneten therapeutischen Apparaten zugeführt werden, ferner, daß die gerade erforderliche Anzahl von Krankenschwestern auf den einzelnen Stationen zugeteilt ist usw. Zusätzlich wird die Maschine den Gebrauch und die Benutzung der Operationssäle, der Röntgenapparaturen sowie der vielen verschiedenartigen Behandlungsmöglichkeiten programmieren. Selbst die Krankenhausküche geht leichteren Zeiten entgegen, weil die Diätpläne für die einzelnen Patienten ausgearbeitet werden. Das neue System soll innerhalb von Sekunden die Krankenkarten eines Patienten aufzeigen und die Krankenhausverwaltung in die Lage versetzen, zu jeder Zeit festzustellen, wieviel Kranke noch aufgenommen werden können. In Schweden konnte beispielsweise die Bettenbelegung durch Computereinsatz von 85 auf 95% gesteigert werden. HALL arbeitet am Carolinska Krankenhaus mit einem Stab von 50 Personen und einer Experimentierstation mit 25 Betten an dem Aufbau eines KIS.

Zur Technik der Automatisierung der Anamnese sei der von DANIELSSON u. Mitarb. (1967) entwickelte Questionnaire erwähnt, der mehrere Tage vor dem Krankenhausbesuch den Patienten mit der Post zugestellt wird. Der Patient kann ihn in Ruhe zu Hause ausfüllen. Andere Verfahren arbeiten mit einem Dialog zwischen dem Patienten und der Maschine, wobei die Antwort die Art der nächsten Fragestellung bewirkt. Vergleichende Untersuchungen mit Ärzten ergaben, daß dadurch durchschnittlich 96% der wichtigen Anamnesedaten erfaßt worden sind (WAGNER 1969). Die Anamnesedauer wird beim Dialogverfahren mit etwa 65 Minuten angegeben und als zu lang bezeichnet.

Über den Zusammenschluß zweier Krankenhäuser mit zusammen 900 Betten, die sich eine IBM/360-Computeranlage teilen, wird u. a. auch aus der Youngstown Hospital Association berichtet. Die Krankenhäuser sind 4 Meilen voneinander entfernt. Nach den Verwaltungseinrichtungen sind auch die Laboratorien über IBM 1080 Einheiten

an die elektronische Datenverarbeitung angeschlossen (IBM-Applikation Brief K 20-02 26-0).

YELLOWLEES berichtete 1966 über die Entwicklung des Computereinsatzes in englischen Krankenhäusern.

Das KIS wird durch das technische Hilfsmittel »elektronische Datenverarbeitung« erst ermöglicht. Die Arbeitsweise des integrierten Krankenhaus-Informationssystem ist am besten an einem Beispiel zu erläutern. Wählen wir die Verordnung einer Röntgenuntersuchung: Der Arbeitsablauf ist derselbe wie bisher, jedoch kann er jetzt durch das elektronische Datenverarbeitungssystem organisiert werden.

Nach der Anordnung der Untersuchung durch den Arzt gibt die Stationsschwester von der Pflegeeinheit aus den Auftrag an das elektronische Datenverarbeitungssystem weiter, etwa indem sie an einem *terminal* auf den Knopf für den Patienten und den für die Röntgenuntersuchung drückt. Auf einer daneben stehenden elektrischen Schreibmaschine druckt der Computer nochmals die Verordnung und den Patientennamen aus, damit die Eingabe überprüft werden kann. Die Schwester braucht keine weiteren Eintragungen vorzunehmen. Am nächsten Morgen um 6 Uhr schreibt das elektronische Datenverarbeitungssystem auf derselben Maschine einen Plan, aus dem hervorgeht, daß der betreffende Patient kein Frühstück bekommen und daß er um 9.45 Uhr zur Röntgenabteilung gebracht werden soll. Falls erwünscht, erscheint um diese Zeit eine Erinnerungsmeldung. Ebenfalls am Morgen erhält die Röntgenabteilung ihren Plan mit allen durchzuführenden Untersuchungen, wobei die Gruppierung und die zeitlichen Termine so festgelegt sind, wie sie sich aus den von den Ärzten vorgegebenen Kriterien und aus Statistiken ergeben. Ferner erhält die Röntgenabteilung für jeden Patienten ein Formular, auf dem bereits sein Name und alle sonst notwendigen Angaben durch das elektronische Datenverarbeitungssystem vorgedruckt worden sind. Sind von dem Patienten früher Aufnahmen gemacht und auf Mikrofilm in speziellen Mikrofilmlochkarten festgehalten worden, dann werden diese alten Aufnahmen herausgesucht und zum Vergleich bereitgestellt. Die Durchführung der Röntgenuntersuchung sowie das Befundergebnis werden der elektronischen Anlage eingegeben und verarbeitet. Der zuständige Arzt erhält automatisch einen gedruckten Bericht. Dieser wird elektronisch im Zusammenhang mit allen übrigen Patientendaten, die bisher gesammelt worden sind, gespeichert. Für die Verwaltung werden die Leistungslisten auf den neuesten Stand gebracht, bei der Rechnungsschreibung die Röntgenuntersuchung berücksichtigt und die nötigen Buchungen vorgenommen.

Es ist nun dafür gesorgt, daß nichts vergessen wird, die Patientendaten schnell und exakt übertragen werden, der Mitarbeiterstab von Schreibarbeit entlastet ist, die Patientendaten jederzeit in jeder gewünschten Form und Zusammenstellung zur Verfügung stehen und daß schließlich die vielen Tätigkeiten der verschiedenen Stellen des Krankenhauses planvoll ineinandergreifen (IBM Form 70-1340).

Erwähnenswert ist die markante Verkürzung der Aufenthaltsdauer der Patienten durch die Verbesserung der Kommunikation im Krankenhaus.

Ein funktionsfähiges System in Echt-Zeit mit *terminals* hat die Firma SEL besonders für Intensivpflegestationen entwickelt. Es wird mit Erfolg in der Thoraxklinik der Universität Stockholm eingesetzt. Die Sprechanlagen und Dateneingabegeräte sind auch separat als normale Fernsprechsysteine zu gebrauchen. Weiter sind 1,5 Mill. Einwohner von Groß Stockholm über das Danderyd-Hospital-Information-System mit Angaben zu Person, Risikofaktoren, Versicherungen, Krankenhausaufenthalten und Diagnosen mit Therapie erfaßt.

LUSTED (1966a) hat sich in einem wesentlichen Artikel kritisch über die organisatorischen und verwaltungstechnischen Probleme des KIS geäußert und dabei auch den

»Kollaps« eines Projektes beschrieben, das am Einsatz eines Computers scheiterte. Die Gründe lagen in Kosten-, Personal-, Maschinen- und organisatorischen Problemen (BAIRD u. GARFUNKEL 1965).

Technisches Hilfsmittel des KIS ist das elektronische Datenverarbeitungssystem. Ihm obliegen die Informationsanalyse, die Informationsverarbeitung und die Steuerung des Informationsaustausches. Als zwei verschiedene, in sich geschlossene Systeme werden von der IBM MISP (Medical Information System Programs) und SHAS (Shared Hospital Accounting System) angeboten. Beim MISP liegt das Hauptgewicht im Nachrichtenaustausch, in der Steuerung und Sicherung des klinischen Betriebs und in der Sammlung medizinischer Daten. Das SHAS zeigt mehr Vorzüge für die Verwaltung. Es ist für mehrere selbständige Krankenhäuser konzipiert und kann *on line* und *off line* verwendet werden (MEYER AUF DER HEIDE 1969).

Ein MISP ist beispielsweise ein System von Programmodulen und Programmfunktionen, die aufgrund einer eingehenden Analyse der Anforderungen entwickelt worden sind. In einer modernen Krankenhausorganisation werden diese Anforderungen an Dateneingabe und -ausgabe, an Informationsaustausch und Datenverarbeitung in zeitlicher und qualitativer Hinsicht gestellt werden müssen. MISP hat zu seiner Erstellung allein bis zum Ende des Jahres 1967 nicht weniger als 40000 Arbeitsstunden (20 Mannjahre, erforderlich gemacht (GALL 1969).

MISP in einer einfachen Version benötigt 65 K-Bytes Kernspeicherplatz und läßt mit einer IBM/360 den Anschluß von maximal 20 *terminals* zu. Die andere Version benötigt 128 K-Bytes und läßt 60 *terminals* anschließen. Jedoch scheint MISP noch nicht das Ei des Kolumbus zu sein. MISP hat aber erstmalig zu einem ärztlichen Computer-Benutzer-Verein geführt (WAGNER 1969).

Aufgrund der Erfahrung halten GRABNER u. SPINDELBERGER (1969) 32 K (32768 Kernspeicherstellen) für das absolute Minimum, denn erst ab dieser Größenordnung sind die notwendigen Manipulationen ohne allzu schwierige Programmierung lösbar, wenn man sich Gedanken zur Dokumentation von Krankengeschichten an einer internen Klinik macht. Für den Beginn wird wohl die Ausrüstung mit 1 bis 2 Platteneinheiten und 4 Magnetbändeinheiten ausreichen. Jedenfalls sollte die Anlage nach GRIESSER (1969) groß genug sein, um mehrere Aufgaben simultan durchführen zu können.

Ein Hospital Information System (HIS) mit einer IBM/360-50 und einer /360-30 wird von 11 Krankenhäusern benutzt, die von den »Sisters of the Third Order of St. Francis« in Peoria (Ill., USA) geleitet werden. Die Einrichtungskosten betragen 4 Millionen Dollar, die Bettenzahl liegt bei 2200. Die einzelnen Hospitäler, die die medizinischen, die Laboratoriums- und Verwaltungsdaten liefern, liegen bis zu 500 Meilen von der Zentralstelle entfernt, zur Zeit ist allerdings nur der Verwaltungsteil in Tätigkeit. Es sollen aber die Stationen, das klinische Labor, die Apotheken, die Blutbanken, die Aufnahmeabteilungen, das Archiv usw. später mit dem Computersystem in steter unmittelbarer Verbindung stehen. Die Röntgenabteilungen und Laboratorien werden ihre Zeiteinteilung vom Computer erhalten. Auch die Coronary Care Unit wird durch ein Monitorsystem angeschlossen werden.

VALLBONA schrieb 1966, daß es noch zu früh ist, die Anwendbarkeit jedes laufenden Systems für die Krankenhausautomation zu bestätigen, aber die Erfahrung hätte jetzt den Punkt erreicht, wo man sagen kann, daß die Computer wichtige Werkzeuge bei jeder der folgenden Krankenhausarbeiten werden:

a) Statistik, b) Krankengeschichten, c) physiologisches Monitoring, d) Verwaltung, e) Labor- und Funktionstests, f) Krankenhauskommunikation und g) Verteilung der Dienste, Fluß der Patienten usw. (Abb. 27).

Ein integriertes KIS verlangt eine Zentralanlage mit hoher Flexibilität und große Speicherkapazität. Dabei muß auf geeignete Massenspeicher direkter Zugriff möglich sein. Hierfür können Plattentürme und Magnettrommel- und Magnetsteifenspeicher herangezogen werden. Auch die Anschlußmöglichkeit für verschiedenartige Peripheriegeräte ist notwendig, etwa für Schreibmaschinenterminals evtl. mit Maskentastatur.

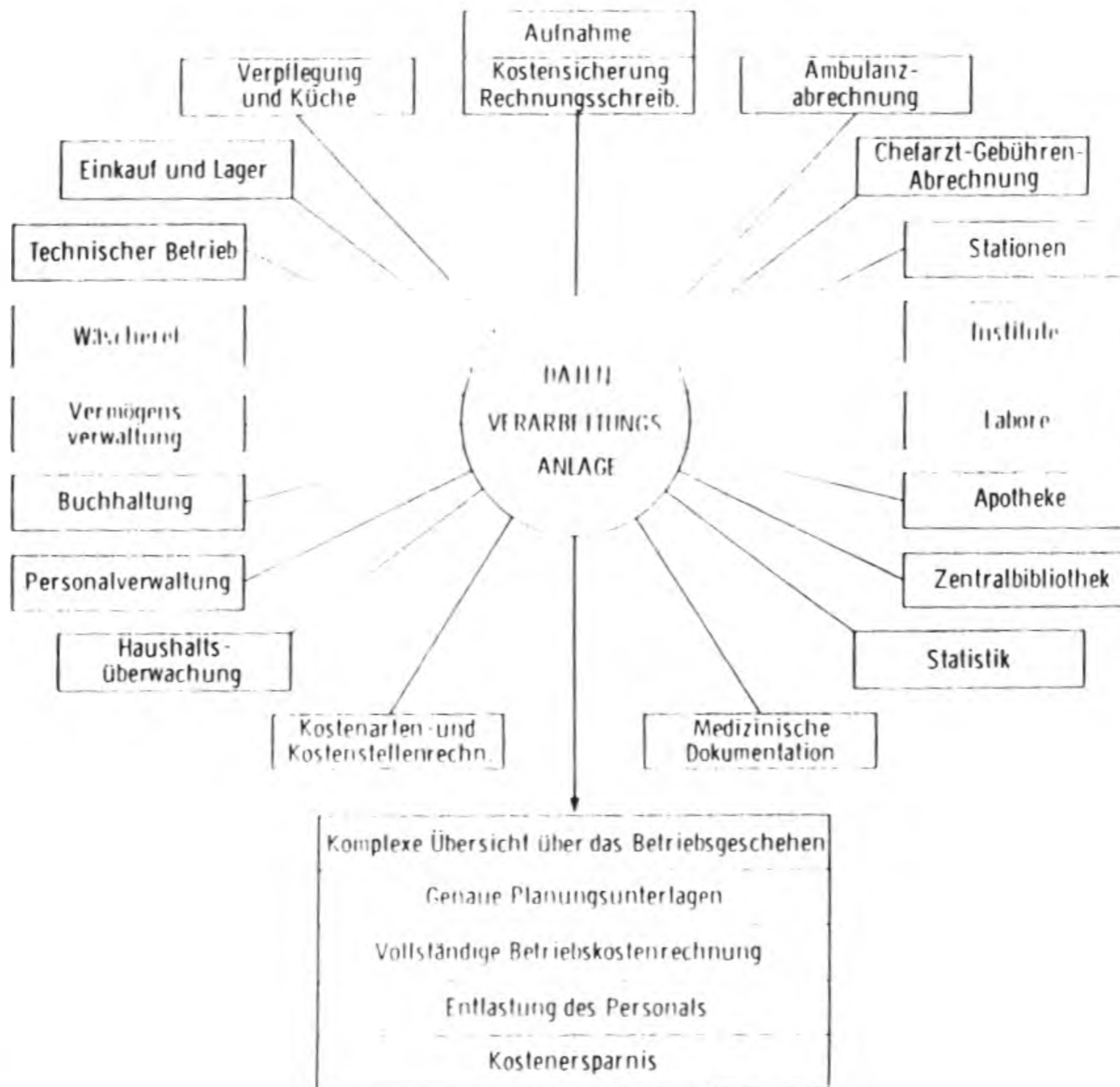


Abb. 27 Anwendungsgebiete des „KIS“

turen, für Schirmbildgeräte, Markierungsbelegleser, Analog-Digital-Converter, Lochstreifenstanzer und -leser, Drucker u. a. Die Verarbeitung der Daten muß *on line* und *off line* erfolgen können. Ist ein Arzt-Computer-Dialog erwünscht, beispielsweise mit Schirmbildeinheiten, wird eine Time-sharing-Einrichtung notwendig, die auch für eine On-line-Verarbeitung der Labordaten vorhanden sein muß. Zusammengefaßt zeigt das folgende Schema notwendige Formen der Datenverarbeitung im Krankenhaus.

	on line	off line	Analog-Digital- Umwandlung notwendig
Labor	+		+
Ekg	+ je nach Dringlichkeit	+	+
Patienten-monitoring	+		+
Dokumentation	+ je nach Maschinen- ausstattung	+	
Dialog Arzt/Computer	+		
Diagnostikunterstützung	+ je nach Dringlichkeit	+	
Verwaltung mit Aufnahme	+	+	
Leistungserfassung		+	
Abrechnung		+	
Buchhaltung		+	
Kostenrechnung		+	
Lagerhaltung		+	

Im folgenden werden verschiedene Lösungsmöglichkeiten für ein integriertes KIS einerseits und für nicht integrierte Datenverarbeitung im Krankenhaus andererseits dargestellt.

Lösungsmöglichkeit 1 für ein KIS

Die Zentraleinheit muß mindestens die Größe einer IBM/360-40 haben. Dazu wäre eine Kombination etwa mit einer IBM 1800 als Prozeßrechner anzustreben. Dieser würde für die Analogdatenerfassung beispielsweise im Labor und am Ekg einzusetzen sein. Die Zahl der Peripheriegeräte, die in Abb. 28 angeführt sind, hängt von der Anzahl der zu betreuenden Stationen und Funktionseinheiten des Krankenhauses ab. Sie kann durch eine zu kleine Zentraleinheit stark begrenzt werden. Ein mittleres Krankenhaus von 400 bis 600 Betten würde diese Zentraleinheit nicht voll auslasten, so daß die Frage des Zusammenschlusses mehrerer Häuser zwangsläufig erörtert wird, wie bereits ausgeführt wurde.

Sollte es bei einem integrierten KIS zu einem Ausfall der **Großanlage** kommen, müßte entweder eine Tandemmaschine einspringen können, oder es müßte vorgesehen sein, daß alle Funktionen des KIS auch auf konventionellen **Wegen** erhalten bleiben. Die Kosten für ein solches Projekt bewegen sich in der Höhe von mehreren Millionen DM jährlich.

Lösungsmöglichkeit 2

Verzichtet man auf den Dialog Arzt-Computer mit Hilfe von Schirmbildeinheiten und auf eine On-line-Verarbeitung der Labordaten, wäre mit einer Zentraleinheit der Größenordnung einer IBM/360-30 auszukommen. Die Labordaten könnten auf Lochstreifen oder Magnetband übernommen und dann *off line* dem Computer eingegeben werden. Diese Angaben beziehen sich auf Krankenhäuser mit ca. 400-600 Betten.

Lösungsmöglichkeit 3

Die jetzt folgenden Angaben ermöglichen kein KIS mehr, wohl aber eine Datenverarbeitung im Krankenhaus. Führt man anfallende Arbeiten blockweise durch, d. h. etwa von 8.00 bis 10.00 Uhr Laborarbeiten, von 10.00 bis 11.00 Uhr eine begrenzte

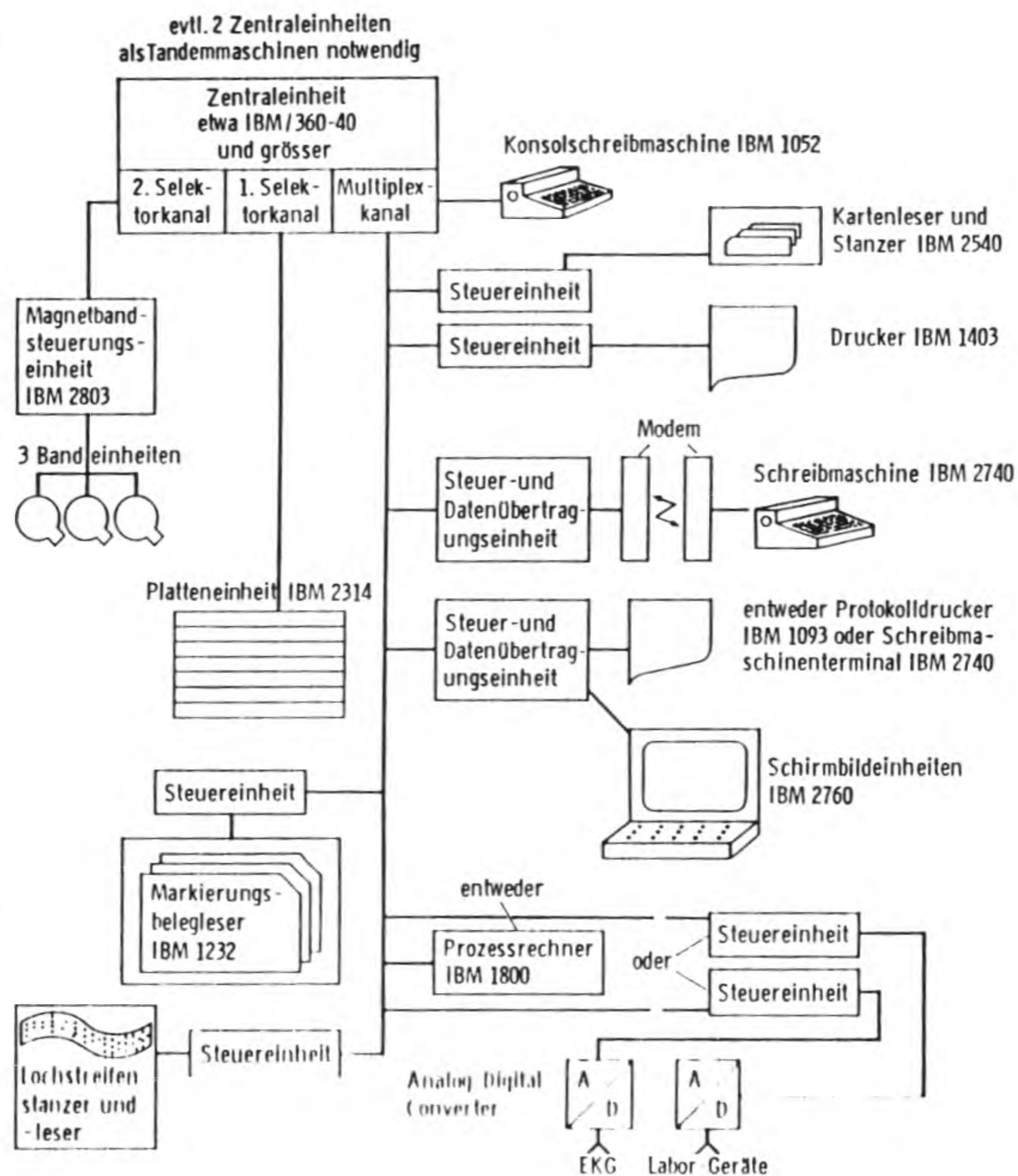


Abb. 28 Integriertes KIS mit einer IBM/360-40 und Peripherie

Dokumentation, anschließend etwa Verwaltungsarbeit usf. (sogenanntes batch processing = Stapelverarbeitung), wäre eine Anlage in der Größe einer IBM 1130 mit 24 K für ein mittleres Krankenhaus der oben genannten Größe ausreichend. Hat man die Möglichkeit eine Großanlage, die irgendwo im Hintergrund steht, mitzubennutzen, kann auch Großdokumentation bis zum automatisch erstellten Arztbrief und eine computerunterstützte Diagnostik eingesetzt werden. Abb. 29a unten stellt die IBM 1130 in den Mittelpunkt für eine Verarbeitung der Daten von Verwaltung und ärztlichem Bereich. Die Daten werden über Belegleser in das System eingegeben, während die Stationen mit Schreibmaschinenterminals partizipieren. Nach der Verarbeitung der Daten

in der IBM 1130 werden sie auf Band gespeichert und von der im Hintergrund stehenden Großanlage weiter verwertet. Die Bänder werden durch Boten von der Klein- zur Großanlage transportiert.

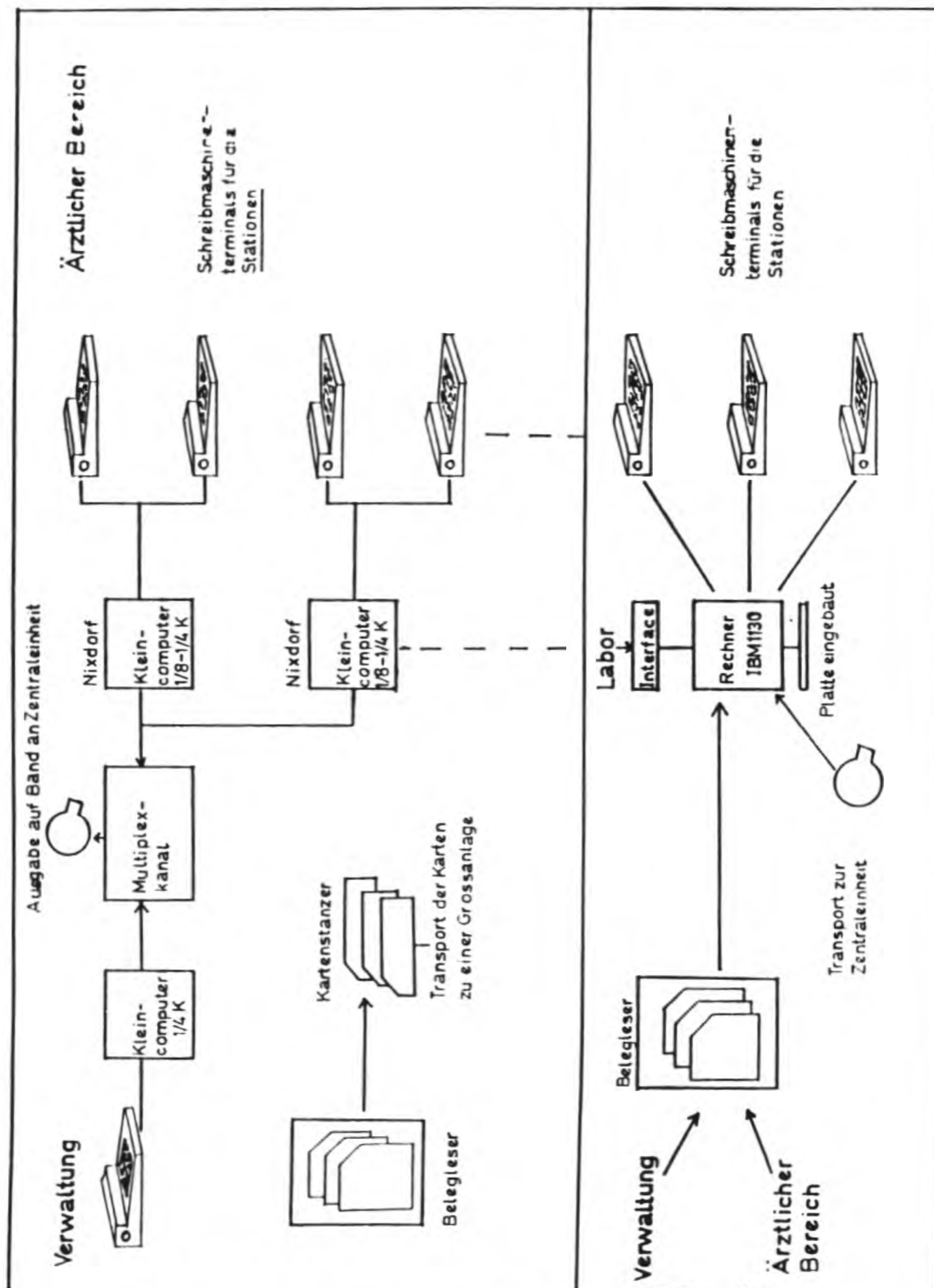


Abb. 29a Kleincomputereinsatz und Einsatz einer IBM 1130 für die Datenverarbeitung im Krankenhaus mit einer Großanlage im Hintergrund ohne *time-sharing*, mit Bandtransport per Boten. Die Peripheriegeräte verstehen sich einschließlich der Steuereinheiten

Eine Maschine der Größenordnung IBM 1130 als kleinerer Computer kann beispielsweise eingesetzt werden

1. im Labor
2. in der Nuklearmedizin
3. in der Verwaltung mit
4. Krankenhausaufnahme
5. in der Dokumentation.

Eine *Aut time sharing* ist dabei notwendig.

Lösungsmöglichkeit 4

Durch den Einsatz von Kleinrechnern für Einzelfunktionen kann eine weitere Möglichkeit der Datenverarbeitung im Krankenhaus konzipiert werden. Die Kleincomputer sind dabei als in sich abgeschlossene Datenverarbeitungssysteme – beispielsweise für Labor, Intensivpflege, Verwaltung, Dokumentation usw. – zu betrachten. Kleinanlagen dieser Art liefert u. a. die Fa. Nixdorf. Diese Satelliteneinheiten können mit Fernleitungen an eine große Time-sharing-Anlage angeschlossen sein. Bei Ausfall der Großanlage funktionieren die Untereinheiten weiter. In Abb. 29b werden die erstellten Bänder, wie bei Lösung 3, per Boten zur Zentraleinheit gebracht. Eine Variation der Auslegung des Systems zeigt Abb. 29a oben. Erfassungsmöglichkeiten klinischer Daten zeigt Abb. 29c.

Mit verschiedenen Methoden kann ein KIS beispielsweise im medizinischen Bereich automatisieren:

1. Die Anamnese. Benutzt werden können hierbei vorher zugesandte Fragebogen oder vorgestanzte Lochkarten, die je nach ihrem aufgedruckten Text in Kästchen mit den Aufschriften »ja/vorhanden«, »nein/nicht vorhanden« oder »ich weiß nicht« abgelegt werden (Zusatztexte durch den Arzt). Die Möglichkeit der Eingabe der Daten über Schirmbildgeräte, über Magnetbandschreibmaschinen und mit Hilfe des DUSP seien erwähnt.
2. Der Status des Patienten. Er kann dem Untersucher, wie beim Röntgenbefund beschrieben, an einem Schirmbildterminal vorgezeichnet werden. Die zutreffenden Befunde werden angetippt und danach vollständig auf Magnetplatten gespeichert und für die Station ausgedruckt. Es ist per Programm festgelegt, ab wann beispielsweise ein Blutdruckwert als hypertensiv, das Gewicht eines Patienten als zu hoch zu bezeichnen ist usw. Hier können auch Markierungsbelege eingesetzt werden.
3. Der Verlauf. Er kann über ein Schreibmaschinenterminal oder eine Magnetbandschreibmaschine auf der Station eingegeben werden o. ä.
4. Auch die Therapie kann beispielsweise über Markierungsbelege oder ein *terminal* mit Maskentastatur der Zentraleinheit eingegeben und gespeichert werden. Dabei werden Allergien des Patienten bei Neuverordnungen von Medikamenten ebenso beachtet wie zulässige Höchstdosen.
5. Die Arbeit des Laboratoriums. Die Werte beispielsweise von Autoanalysern oder Flammenphotometern gehen *on* oder *off line* in die Zentraleinheit und von dort auf die Station. Extremwerts-, Plausibilitäts- und Verlaufskontrollen sind vom Computer an den Ergebnissen vorgenommen worden. Diese Werte werden ebenso auf Platte für Abrufe gespeichert wie die von Ekg und Lungenfunktionsprüfungen.
6. Der Arztbrief. Der ärztliche Abschlußbericht kann – mindestens teilweise – mit dem *Dekodierungs- und Textausgabeprogramm* (DUTAP) in frei wählbaren Textzusammenstellungen automatisch ausgedruckt werden.
7. Die Diätverordnungen können durch Menüplanung optimiert werden.
8. Die Bettenbelegung kann verbessert werden u. a. m.

Für eine Neuprogrammierung würde ein KIS viele Mannjahre erfordern. Für die Planung eines Systems müßte eine Ist-, dann eine Soll-Analyse im Krankenhaus erfolgen (Bedarfs-, Problem- und Systemanalyse). Darauf würde die Programmierung

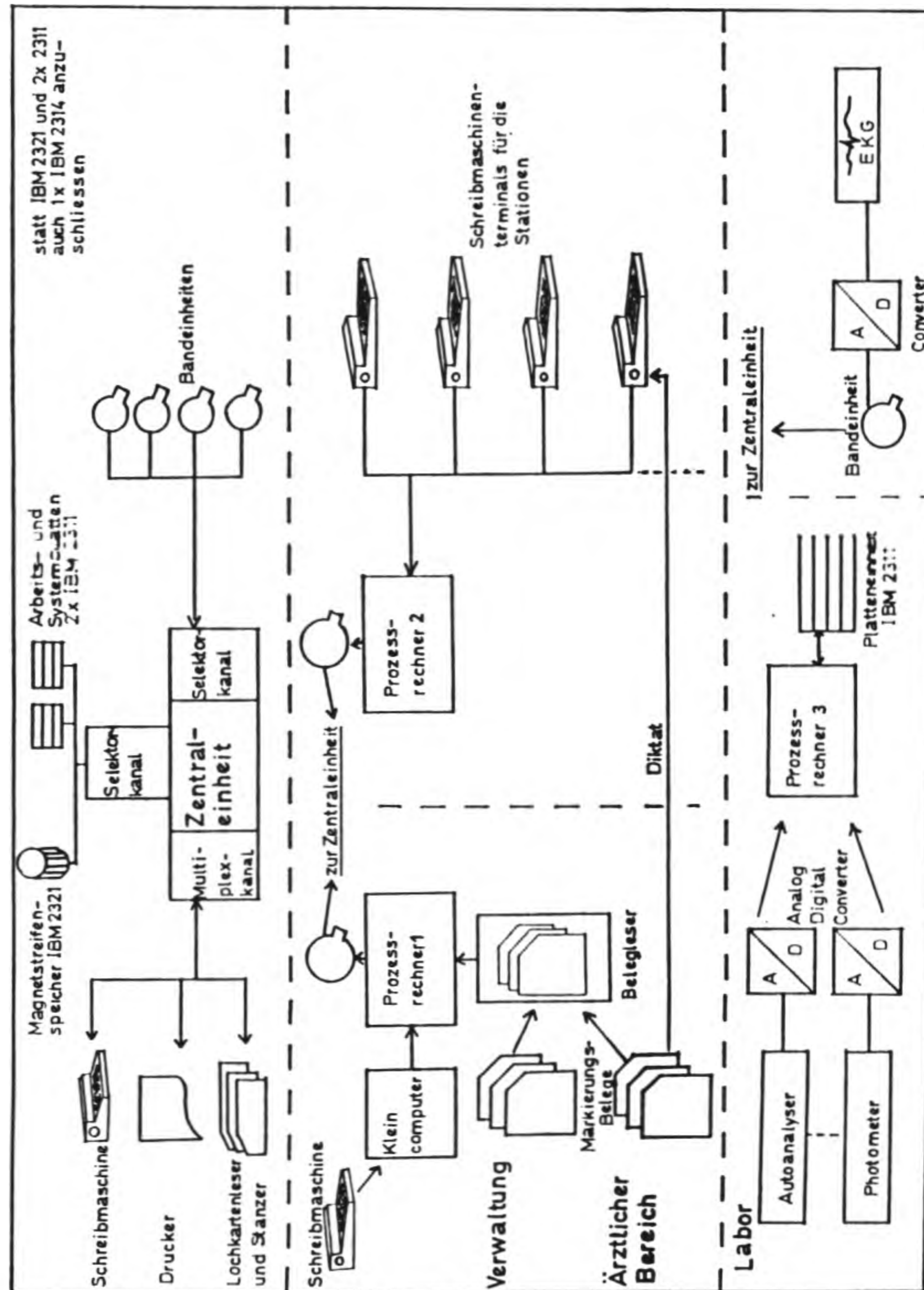


Abb. 29b Datenverarbeitung im Krankenhaus mit weitgehend selbständigen Kleincomputern für Arbeitseinheiten ohne *time-sharing* und mit Bandtransport per Boten. Die Peripheriegeräte verstehen sich mit Steuereinheiten

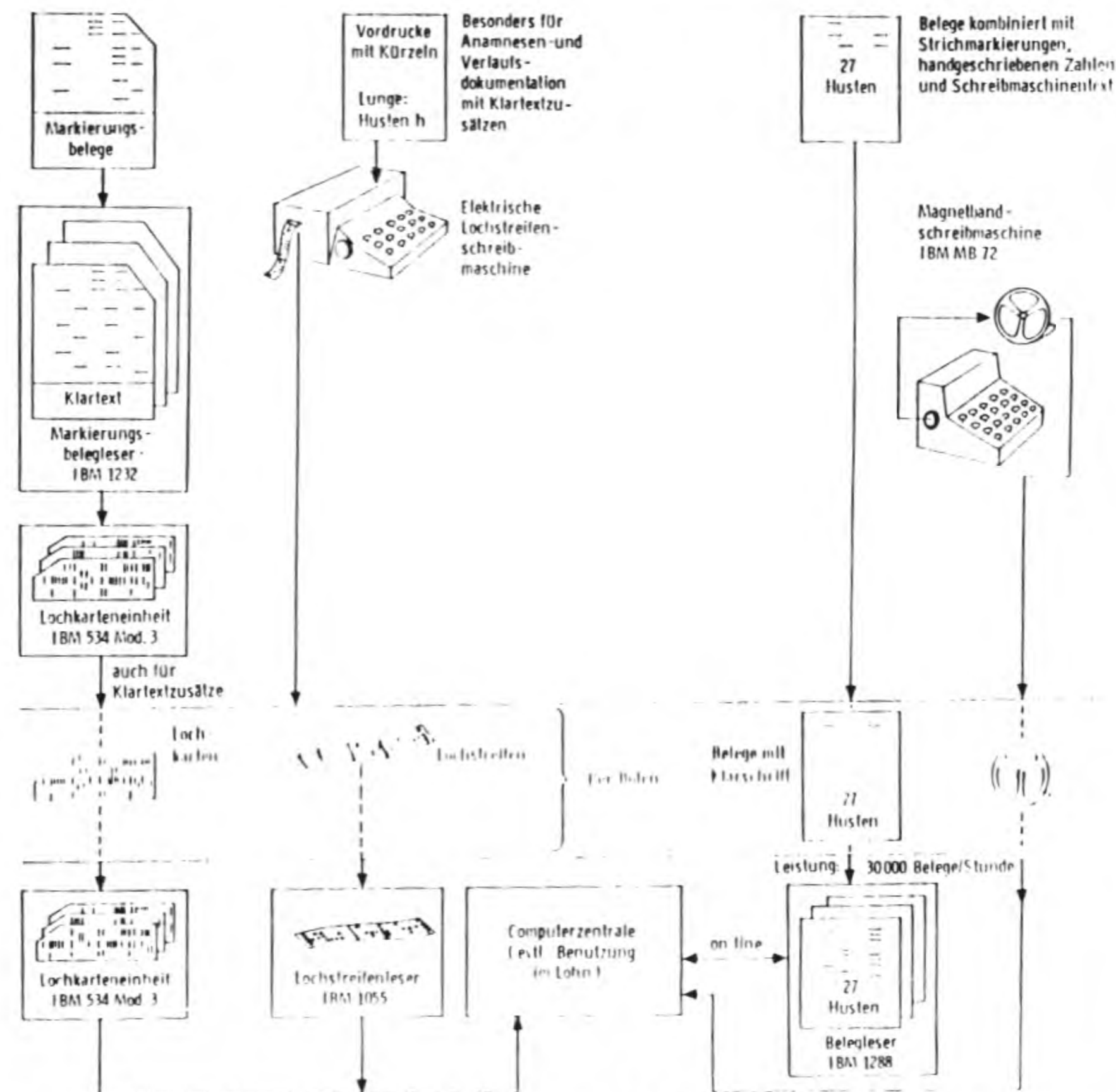


Abb. 29c Einige Möglichkeiten der Erfassung klinischer Daten für eine Off line-Verarbeitung

und die Austestung der Programme folgen. Es muß zeitig genug Personal ausgebildet und auch die Lieferzeit für die Maschine bedacht werden. Die Geldmittel müssen bewilligt sein.

Zusammenfassend sind als Programme für die Datenverarbeitung in Krankenhäusern u. a. in den USA entwickelt worden:

MISP	Medical Information System Programs
SHAS	Shared Hospital Accounting System
CARE	Clinical and Administrativ REcord System
CARE-A/S	CARE Accounting System
CDSS	Clinical Decision Support System
ACP	Automated Chemistry Programs
SSP	Scientific Subroutine Package
für IBM 360-20	Patient Billing and Accounts Receivable for Hospitals (GALL 1969).
ANIS	Allgemeines Nichtnumerisches Informations-System (die IBM/360 kommt für die Krankengeschichtsdokumentation in Frage)
CLS	Datenverarbeitungssystem für das klinisch-chemische Laboratorium des Datenzentrums der Universitätsklinik Uppsala.

WAGNER (1969) bemerkt, daß trotz vieler Ansätze ein wirklich voll integriertes KIS bisher nicht existiert. Willkürliche Änderungen und Rationalisierungsmaßnahmen auf irgendwelchen Teilsektoren haben nicht selten zu erheblichen Störungen und vermehrtem Arbeitsanfall auf anderen Sektoren geführt.

Dokumentation

Dokumentation klinischer Daten

KOLLER (1963) bemerkt, daß von den jährlich schätzungsweise 7 Millionen angelegten Krankenblättern für stationär behandelte Kranke in Deutschland bisher noch nicht einmal regelmäßige Zusammenstellungen über die behandelten Kranken und Krankheiten erstellt werden. Krankenblätter, überhaupt alle ärztlichen Befunde, gehören zu dem Massenproblem der medizinischen Information.

Die Deutsche Gesellschaft für Dokumentation hat den Begriff, der ihr den Namen gegeben hat, folgendermaßen definiert: »Dokumentieren heißt, Dokumente systematisch zusammenführen, aufschließen und nutzbar machen« (EHLERS 1967a).

Nach FUCHS (1965, 1968), der auch über klinische Befunddokumentation mit elektronischer Datenverarbeitung publizierte, kann die Ausgangssituation für die Dokumentation klinischer Befunde etwa durch folgendes Sachverhaltsschema wiedergegeben werden:

Eine bestimmte Person erkrankt	1. Angaben zur Person des Patienten
wird zur stationären Behandlung eingewiesen	2. Medizinische Anamnese einschließlich Ergebnisse ambulanter ärztlicher Voruntersuchung und Vorbehandlung
wird stationär behandelt	3. Aufnahmetermin, Erfassung in der Klinikverwaltung, Aufnahmebefund, vorläufige Diagnose(n)
scheidet aus der stationären Behandlung aus	4. Stationärer Verlauf mit Untersuchungsbefunden, Stellung der Diagnose(n), Behandlungsplan, evtl. Behandlungsänderung und Komplikationen
und wird nachbeobachtet	5. Verweildauer, Abschlußbefunde, Abschlußdiagnose(n), Behandlungsergebnis und evtl. Vorschläge zur weiteren Behandlung
	6. Katamnestische Weiterverfolgung, Nachuntersuchungsergebnisse

Für die Erfassung aller Daten sollten die folgenden Prinzipien gelten:

- A. Eindeutigkeit
- B. Vollständigkeit und Vollzähligkeit
- C. Aktualität bei möglichst geringem manuellem Aufwand für die direkte Erfassung.

Als Erfassungstechnik bieten sich folgende Möglichkeiten:

1. Lose Blätter
2. Listen
3. Karteikarten, die nach bestimmten Gesichtspunkten aufgestellt und geordnet werden, beispielsweise nach Diagnosen, Alter, Operationen usw.
4. Lochkarten, wobei zu unterscheiden ist zwischen Schlitz-, Sicht- und Kerblockkarten einerseits und Maschinenlochkarten andererseits
5. Markierungsbelege

6. Optische Leseeinrichtungen, die Maschinschrift, handschriftlich geschriebene Zahlen und einige Sonderzeichen sowie Markierungen erkennen können
7. Schreibmaschinen mit Streifenlocher
8. Daten-Fernverarbeitungseinheiten, wie beispielsweise die Maskentastatur oder Bildschirme als Datenstation
9. Direktabfragen von Analog- und Digitalwerten, wie sie u. a. für die Laborergebnisse eingeführt wurden.

In jedem Fall ist eine Kombination zweier oder mehrerer Methoden der Erfassungstechnik im Gesamtbereich des Krankenhauses zweckmäßig (HOLLBERG 1967 und EHLERS 1967a).

HOLLBERG (1967) gibt auch für die Erfassung der Daten einige Grundsätze:

Die manuelle Arbeit ist auf das unbedingt Notwendige zu reduzieren.

Die logische Eindeutigkeit der zu erfassenden Daten muß gewährleistet sein.

Die Erfassung der Daten sollte bei ihrer erstmaligen Verwendung oder ihrer Entstehung geschehen.

Der Zweckmäßigkeit der Erfassungstechnik ist besondere Beachtung zu schenken.

Manuelles Übertragen und manuelles Codieren sind möglichst zu vermeiden.

Auf die Sammlung der Befunde folgt üblicherweise ihre Ablage in einem Krankengeschichtsarchiv und die evtl. Auswertung der gewonnenen Daten. An dieser Stelle sei der Begriff *record linkage* erneut erwähnt. Er wurde 1946 von DUNN geprägt. Man versteht darunter die Verknüpfung zweier oder mehrerer getrennt erfaßter Sachverhalte über eine Person oder eine Familie (ACHESON 1969).

Um die Dokumentation eines Teiles der angeführten Befunde zu erreichen, hat man zunächst einen lochkartengerechten Krankenblattkopf entwickelt. Die Einführung dieses allgemeinen Krankenblattkopfes durch GÖGLER u. Mitarb. erfolgte im Jahre 1961. Für diesen Krankenblattkopf gibt es ein Programm zur Fehlerkontrolle. Weiterhin hat man dokumentationsgerechte Erhebungsbogen, beispielsweise für Herzkrankheiten, Kohlenhydrat-Stoffwechselstörungen usw., entwickelt (FRITZE 1964 und BUSCHMANN 1964). Nach WAGNER (1966b) verwenden heute bereits mehr als 100 Kliniken lochkartengerechte Krankenblattköpfe als erste Stufe einer maschinell auswertbaren Krankenblattdokumentation. Daß neben den Lochkarten die Möglichkeiten einer Dokumentation von Krankengeschichten mit Hilfe von Markierungslesern bestehen, wurde bereits erwähnt. Über ihre Anwendung in der Klinik berichtete u. a. EHLERS (1967a und b). Erwähnt sei hier zur Vervollständigung die Direkteingabe von Daten auf Magnetband mit Hilfe der Magnetbandschreibmaschine IBM MB 72.

Der Einsatz eines Beleglesers ist angeblich billiger als ein manueller Ablochplatz. Es können, je nach der Menge der Anstriche, maximal 2000 Markierungsbelege pro Stunde gelesen werden. Weitere Beispiele für den Einsatz von Markierungsbelegen bringt die IBM Form 80728-0, für Belegverarbeitungsmaschinen die IBM Form 74155-5. Computer können auch die Texte für Markierungsbelege je nach Bedarf aufdrucken. Die Fehlerquote für auszusortierende Anstriche liegt bei ca. 2-15 %.

Der Markierungsleser IBM 1231 liest photoelektrisch. 22 Photozellen, mit Lichtquellen kombiniert, identifizieren die Markierungen. Die dunkel markierten Stellen reflektieren weniger Licht und können dadurch erkannt werden. Sie werden nach den Kategorien eingestuft:

- Markierung vorhanden
- unsicher
- keine Markierung vorhanden.

Ist eine Markierung oder sind mehrere unsicher, wird der Beleg aussortiert. Der Leser kann an die Serie 1400 und an das System IBM/360 angeschlossen werden.

Abrechnung und Krankenblätter für Anamnese und Befund werden mit Belegleserformularen mit z. T. erheblichen Klartextzusätzen aufgebaut werden können. Die Klinik Püttlingen hat beispielsweise seit September 1965 die Datenerfassung für die Abrechnung über Markierungsbelege durchgeführt. Die Lochkarten werden durch den Markierungsbelegleser gewonnen. Die maschinelle Abrechnung der ambulanten und stationären Leistungen ist in jeder Beziehung zweckmäßig, rationell und wirtschaftlich (IBM Form 74155-5). Krankenblätter mit Markierungsbelegen hat auch das Krankenhaus Links der Weser in Bremen entworfen. Die Krankenhausverwaltung ist in Bremen bereits auf Computereinsatz umgestellt. Es wurde eine IBM/360-30 eingesetzt. Als weiteres Teilgebiet des KIS ist die Dokumentation und Auswertung von Krankengeschichten der Gynäkologie und Geburtshilfe, der Internen Klinik, Chirurgie und Pädiatrie bis Ende 1968 geplant. Ein Kleincomputer dürfte aufgrund der kapazitätsbedingten beschränkten Möglichkeiten die Aufgaben des Krankenhauses auf längere Sicht nicht optimal lösen. Zusätzlich kann er trotz Ausbaumöglichkeiten von einer bestimmten Grenze in seiner Kapazität nicht mehr vergrößert werden. Zumindest für kleinere Krankenhäuser wird nach BREMERMAN u. THEILEN (IBM-Form) damit die Frage interessant, inwieweit aus dem Zusammenschluß mehrerer Häuser auf überregionaler Basis für jedes einzelne Krankenhaus wirtschaftlich und organisatorisch größere Vorteile resultieren. In Bremen sollen daher Krankenhäuser mit insgesamt 6000 kommunalen Betten demnächst kurzfristig in die elektronische Datenverarbeitung einbezogen werden.

Der Patient erhält dort eine siebenstellige Aufnahmeummer, die sich aus einer fünfstelligen Nummer, einer nach dem Modulo-10-Verfahren (IBM-Form 79953) aufgebauten Prüfziffer und einer Babyziffer zusammensetzt. Sie ist 0, wenn der Patient nicht im Krankenhaus geboren wurde. Das erste im Krankenhaus geborene Kind bekommt die Ziffer 1, das Zweitgeborene 2 usw. Die Aufnahmeummer ist durch die Prüfziffer maschinell prüfbar, ebenso die lückenlose Vergabe der Aufnahmeummern. Bei Wiederaufnahme können die früheren Aufnahmeummern mit der dazugehörigen Verweildauer und dem Geburtsdatum aus einer nach den Geburtsnamen alphabetisch geordneten und maschinell fortgeschriebenen Patientenliste entnommen werden. Von einer Registrierung der Patienten nach der Identifikationszahl wurde abgesehen. Bei der Aufnahme wird eine Skriptomatik-Umdruckmatrize auf einer Schreibmaschine mit angeschlossenem Kartenlocher geschrieben. Beim Schreiben der Matrize werden wichtige Patientendaten auf insgesamt 3 Lochkarten übernommen und mit ihnen im Rechenzentrum auf einer Magnetplatte ein 1000 Bytes großer Patientenstammsatz aufgebaut. Er hat einen festen Teil (175 Bytes) und einen variablen (825 Bytes). Auch ein Überlaufsatz ist vorgesehen.

Die Leistungserfassung erfolgt ausschließlich über Markierungsbelege. Sie sind gleichzeitig als Leistungserfassungsbelege ausgestattet. Für das Labor sind Abrisse angebracht. Alle 12 Leistungsbelege können mit einem Programm über den Markierungsbelegleser IBM 1231 in den Computer eingegeben werden. Das Programm benötigt 24 000 Kernspeicherstellen.

In der Verwaltung wird die Kostenzusicherung ebenso der Verlängerungsantrag mit einem Markierungsbeleg fixiert. Die Abrechnung für stationäre Patienten in den Pflegeklassen erfolgt vollautomatisch aufgrund des Patientenstammdatensatzes. Anstoßendes Moment können dabei über Markierungsbelege eingegebene Entlassungsarten oder ähnliches sein. Bei Pflegesatzänderungen wird lediglich die Tabelle im Pro-

gramm geändert. Zusätzlich wird die Eingabe des Datums, von dem der neue Satz gilt, notwendig.

Bei Anlieferung von Waren wird anhand des Lieferscheins ein Ablochbeleg erstellt. Die Lagerabforderung geschieht ebenfalls mit Belegen, die abgelocht und bei der Übertragung auf Platte auf logische Fehler geprüft werden. Auch Warenbestandslisten und Lagerbewegungslisten werden geführt. Ebenfalls wurde die Betriebsabrechnung in die Organisation eingebaut. Soweit die in Bremen teilweise arbeitende Organisation. Im allgemeinen wird die verständliche Ansicht vertreten, daß neben Standardbegriffen, die sich mit Markierungsbelegen erfassen lassen, zur Ergänzung die Möglichkeit des Einsatzes von Klartext vorzusehen ist.

Die Aufnahme des körperlichen Untersuchungsbefundes eines Patienten direkt in den Computer beschreiben SLACK u. Mitarb. (1967). Sie benutzen einen digitalen Kleincomputer mit einem Kathodenstrahloszillographen und Tastatur sowie Magnetbandeinheiten (*Laboratory Instrument Computer, LINC* von Digital Equipment). Die Fragen über die Befunde werden dem Arzt auf dem Kathodenstrahloszillographen vorgelegt und dann mit den *keyboard entries* beantwortet. Die Art der Fragen ist abhängig von den Arztantworten. Diese werden für zukünftige Analysen auf Magnetband gespeichert und eine Zusammenfassung für den sofortigen Gebrauch erstellt.

Die Wiener HNO-Klinik hat in Zusammenarbeit mit der II. Medizinischen Klinik die Dokumentation von Anamnese, Status, Laboratoriumswerten und Therapie in Angriff genommen, nachdem eine IBM/360-30 zur Verfügung stand (NEUMANN 1969).

Zu einer Volldokumentation von Krankengeschichten ist danach kein weiter Weg. Daß man in den USA jetzt so weit geht, Krankengeschichten herkömmlicher Art nicht mehr zu erstellen, sondern nur noch computergerechte Formblätter auszufüllen, die in eine zentrale Datenverarbeitungsanlage im Krankenhaus eingespeichert, je nach Bedarf, durch eine Kennnummer des Patienten aufgerufen und mit Hilfe eines Schnelldruckers geschrieben werden können, sei ebenfalls erwähnt.

Neben Umdruckmatrizen kann beispielsweise auch bei der Aufnahme eines Patienten eine weitere kleine Adressette angelegt werden, mit der auf den Stationen im Handumdrehen Verordnungen und Mitteilungen beschriftet werden.

Die Mayo-Klinik experimentiert seit einigen Jahren mit elektronischen Anlagen an der Verarbeitung von Angaben der Krankengeschichten. Mit dem Bildschirmgerät IBM 2760 ist für Patienten ein Questionnaire erstellt worden. Die Durchschnittszeit für eine Erhebung ist, wie erwähnt, aber 65,7 Minuten. Die Antworten sind zum Teil medizinisch nicht wertvoll, sondern trivial; eine sehr aufwendige Anlage ist notwendig. Jedoch werden etwa 96% aller relevanten Angaben bei diesem Computerdialog erfaßt (MAYNE 1968, 1969).

Ein gemeinsames Dokumentationssystem haben elf psychiatrische Universitätskliniken in der Schweiz, in Deutschland und Österreich erarbeitet. Die Anamnese, der psychopathologische und somatische Befund werden auf insgesamt 4 Markierungsbelegen dokumentiert (ANGST u. Mitarb. 1968).

GIERE u. Mitarb. (1969) konnten zeigen, daß eine vorausgehende Volldokumentation – auch von seltenen und individuellen Befunden – in Verbindung mit einem programmierten, detaillierten Befundbericht an die überweisenden Ärzte zu einer erheblichen Arbeitersparnis für das ärztliche Personal führen kann. Da von dieser Art der Dokumentation auch der die *MEdizinische-DIagnostik-Unterstützende-Computer* (MEDIUC) profitieren kann, sei ausführlicher auf die Programme eingegangen.

Es wurde von diesen Autoren ein Weg zur Dokumentation aller bei nuklearmedizinischen Schilddrüsenuntersuchungen anfallenden Daten, ohne Mehrarbeit für die Abteilung, durch die Benutzung eines Computers eines Städtischen Rechenzentrums be-

schritten. Die maschinengerechte Eingabe der Krankengeschichtsinformationen soll durch die Sekretärin durchgeführt werden können. Sie soll dabei von überflüssiger Routineschreibarbeit, die der Computer übernehmen kann, entlastet werden. Hierzu wurde ein Programmsystem entwickelt, das einerseits auf der Basis der Dateneingabe durch eine Schreibmaschine mit angeschlossenem Lochstreifenstanzer die dokumentationsgerechte Abspeicherung aller Krankengeschichtsinformationen ermöglicht. Andererseits wurde das Ausdrucken der Routineberichte über Befunde, Untersuchungsergebnisse und Therapievorschlüsse an die überweisenden Ärzte vom Computer übernommen. Die Erfüllung der genannten Forderungen ließ bei der Eingabe eine Beschränkung auf die sogenannten Basisinformationen nicht zu, da nicht auf die individuellen Angaben im Arztbrief verzichtet werden sollte. Diese Angaben sollten mit-erfaßt und im Patientendatensatz gespeichert werden. Im einzelnen hatte die Programmgestaltung folgende Forderungen zu berücksichtigen:

1. Einfache Gestaltung der Datenerfassung in einer Form, die den Einsatz einer Kliniksekretärin ohne große Umschulung ermöglicht.
2. Ergänzungsmöglichkeiten für alle Standardinformationen durch individuelle Befunde in Klartext, d. h. variable Satzlänge.
3. Ausgabe eines Standardbriefes, dessen Form und Inhalt durch die gespeicherten Daten gesteuert werden.
4. Nahtlose Ergänzung des Standardtextes durch individuelle Informationen.

Das Programmsystem sollte so gestaltet werden, daß sich seine Konzeption ohne Schwierigkeiten auf andere klinische Bereiche übertragen läßt.

Hierzu wurden zwei Programme erstellt:

1. Das Datenerfassungs- und Speicherprogramm DUSP.

Für die Datenerhebung sind zeilenweise aufgebaute Erhebungsbogen vorgesehen. Diese Bogen zeigen links über etwa 3/4 der Seite erläuternden Text, meist in Form von Multiple-choice-Angaben, in denen ein Buchstabe als Code markiert ist, z. B.:

Tastbefunde, Schilddrüse:

weich/fest/hart/pulsierend.

Der untersuchende Arzt wählt entsprechend dem Palpationsergebnis einen der angebotenen Buchstaben aus und schreibt ihn rechts an den Rand. Außerdem hat er die Möglichkeit, »keine Angabe« zu vermerken oder den ausgewählten Code durch beliebig lange zusätzliche Klartextinformationen zu ergänzen. Beim Abschreiben des so ausgefüllten Codierrandes wird der Bogen von der Sekretärin mit Identifikationsmerkmalen, z. B. Patientenummer und Formularkennzeichen, versehen. Außerdem sind zur Sicherheit gewisse »Blockkontrollen« eingebaut. Ein »Block« besteht aus 6 Zeilen des Erhebungsbogens. Eine Reihe von Möglichkeiten zur Beschleunigung der Befundung und/oder der Dateneingabe wurde geschaffen, beispielsweise die Möglichkeit, ganze Blöcke ohne Angaben oder ganze Blöcke mit Normalbefunden durch ein einziges Zeichen zu erfassen, auf die umständliche Wiederholung der Patientenummer bei jedem einzelnen Datensatz zu verzichten u. a. Per Programm werden dann die auf einem an die elektrische Schreibmaschine angeschlossenen Lochstreifenstanzer entstandenen Lochstreifen in die Datenverarbeitungsanlage eingegeben, entsprechend den Spezifikationen der einzelnen Erhebungsbogen aufbereitet und auf Platten gespeichert.

Das DUSP ist unabhängig von der Art der erfaßten Daten; es bietet damit die Möglichkeit, je nach Erhebungsbogen, praktisch alle im klinischen Bereich anfallenden Daten zu verarbeiten.

2. Das Decodierungs- und Textausgabeprogrammsystem DUTAP.

Es dient der Interpretation der gespeicherten Informationen und der programmierten Zusammenstellung von frei wählbaren Textausgaben, ursprünglich des geschilderten Arztbriefes.

Grundlage des DUTAP ist die Beobachtung, daß es im klinischen Bereich auf adäquat gestalteten Erhebungsbogen viele Informationen gibt, die sich leicht standardisieren lassen, beispielsweise die oben genannte Multiple-choice-Buchstabencodierung, Zeitangaben, Meßwerte oder die Skalierung 0 . . . 3, etwa den Möglichkeiten »nicht, leicht, mäßig, stark«, entsprechend u. ä. Diese Standardisierung der codierbaren Zeileninhalte erlaubt, zur Auswertung verschiedener Zeilen mit vergleichbaren Inhalten einheitliche Unterprogramme zu benutzen. Ferner hat man die Möglichkeit, einer Unterroutine mitzuteilen, welche Inhalte für die gerade bearbeitete Zeile »erlaubt« sind. Dadurch konnte man auf nicht erlaubte, d. h. fehlerhafte Angaben innerhalb der Zeile prüfen.

Weiter gestattet DUTAP, jedem einzelnen »erlaubten« Code einen frei wählbaren Text zuzuordnen. Die Art der gespeicherten Codes bestimmt damit den Wortlaut des Ausgabertextes. Dieser kann durch konstante Textrahmen ergänzt und gegebenenfalls durch zusätzlich zu den Codes gespeicherte klartextliche Informationen erweitert werden.

Ein Beispiel soll das Vorgehen erläutern:

»Erlaubte Codes«: w, f, h, p.

Den einzelnen Codes sind die Texte »weiche, feste, harte und pulsierende« zugeordnet.

Der Rahmentext ist: »Bei der Untersuchung tastete man eine . . . Schilddrüse.«

Bei den Informationen über einen Patienten sei als Code gespeichert: wp, zusätzlich der Klartext »im Isthmusbereich verdickte«.

Durch DUTAP kann dann ausgegeben werden: »Bei der Untersuchung tastete man eine weiche, pulsierende, im Isthmusbereich verdickte Schilddrüse.«

Das »Individuelle« dieses »Standardbriefes« liegt

- a) in der für jeden Patienten besonderen Kombination der vorprogrammierten Texte,
- b) in den klartextlichen Zusätzen.

Durch diese kann der Brief mit seltenen Einzelbeobachtungen und atypischen Texten individualisiert werden.

Entsprechend diesen Forderungen besteht das DUTAP

1. aus einem Satz von Unterprogrammen, die sämtliche Standardinterpretationsarbeiten übernehmen, ergänzt durch einige gemeinsam benutzte Routinen, wie z. B. die Druckroutine oder die auf das DUSP und dessen Speicherorganisation abgestimmte »Retrieval«-Routine.
2. Aus einem »Makro«-Befehlssatz, der es einem Anwender ohne große Vorkenntnisse nach kurzer Einarbeitung ermöglicht, dem System die jeweils speziellen Angaben mitzuteilen, die es zur Ausgabe eines sinnvollen Textes nach Aufsuchen und Decodierung der gewünschten Informationen benötigt. Solche Angaben sind etwa Kennzeichen des Formulars, Zeilennummer, erlaubte Codes, für diese Codes einzusetzende Texte, Textrahmen, Standardtyp des Zeileninhaltes u. a.
3. Aus allgemeinen Organisationsroutinen, die sich je nach Maschinenkonfiguration und Aufgabe ändern können. Hierunter kann die Lösung der Frage zu verstehen sein, wodurch das Schreiben eines Arztbriefes ausgelöst werden soll. Beispielsweise wurde der Arztbrief jedesmal dann automatisch für einen Patienten geschrieben, wenn alle notwendigen Informationen voll abgespeichert waren. Denkbar wäre aber auch, daß das Einlesen einer speziellen Patientennummer in den Computer das Ausdrucken des Arztbriefes für diesen Patienten bewirken könnte oder ähnliches.

Zu den allgemeinen Organisationsroutinen zählen auch Form und Umfang der Fehlerprotokolle.

Daß ein mit Hilfe des DUTAP-Befehlssatzes einmal programmiertes Textausgabeprogramm für alle Patienten so lange gilt, wie die Form der Erhebungsbogen mit den »erlaubten« Codes und die gewünschte Form der durch die gespeicherten Informationen gesteuerten Textausgabe sich nicht ändern, muß wohl nicht extra betont werden.

Durch die Anwendung dieses Programmsystems kann eine erhebliche Arbeitersparnis sowohl für die Sekretärin als auch für den befundenden Arzt erzielt werden. Die Sekretärin spart Zeit beim »Eintippen« der codierten Angaben, der Arzt spart einerseits bei der Befundung Zeit, da die Befundniederlegung sehr viel rascher vonstatten gehen kann. Andererseits kann er auf das Diktat der Befunde und des Abschlußberichtes völlig verzichten. Die im Laufe des Tages entstandenen Lochstreifen werden am Abend zu einem Rechenzentrum gebracht. Am nächsten Morgen können die fertigen Briefe (oder entsprechende Fehlernachrichten) abgeholt werden.

Der von GIERE u. Mitarb. (1969) beschrittene Weg der Befunddokumentation erlaubt eine sukzessive Umstellung der Krankengeschichtsdokumentation auf computerunterstützte Methoden ohne Störung des laufenden Betriebes. Die dokumentationsgerechte Speicherung und Sammlung von Informationen kann als Grundlage für weitere Untersuchungen dienen. Insbesondere kann man sich denken, daß eine derartig erstellte Dokumentation eine bessere Basis für den damit prospektiv geplanten Datenbestand eines MEDIUC sein könnte.

KOREIN u. TICK (1966) beschreiben Verfahren, bei denen medizinische Daten, die in natürlicher Sprache abgefaßt sind, mit einem Computer für eine Analyse, Speicherung oder Wiedergabe verarbeitet werden. Hierfür wird, wie bei GIERE u. BAUMANN (1969), das Format der variablen Feldlänge benutzt (*variable field length format*), das keine Begrenzung in bezug auf die Größe der verarbeiteten Daten oder Dokumente kennt.

Eines der sehr eng hiermit verknüpften Probleme ist die Vereinheitlichung der Krankheits- und Symptombezeichnungen. Hierauf ist im Laufe der letzten Jahre viel Arbeit verwandt worden. IMMICH (1966) hat einen Diagnoseschlüssel für mehr als 10 000 Diagnosen und zusätzlich rund 5 000 Synonyma geschaffen.

Nachdem man konventionelle auf mechanischer Grundlage arbeitende Maschinen, unter anderem auch Sortiermaschinen, fast nur noch für Vorbereitungsarbeiten für den Computereinsatz benutzt, ist man von dem Zwang der Datenverarbeitung auf rein numerischer Grundlage, die sogar noch auf die Zahl der Spalten einer Lochkarte Rücksicht nehmen mußte, frei geworden. Die Größe der Speicherkapazität der modernen Datenverarbeitungsanlagen ermöglicht, uncodierte Begriffe alphanumerisch einzuspeichern, wobei sich die Maschine selbst bei Bedarf die numerischen Begriffe schafft und zuordnet. Auf Schwierigkeiten, die sich bei der elektronischen Datenverarbeitung alphabetischer Begriffe ergeben, wird im Rahmen der eigenen Versuche einzugehen sein. GORDON (1966) spricht in diesem Zusammenhang von einer Plethora der medizinischen Sprache. Hier sei nur erwähnt, daß die Frage der Synonyma eine große Rolle spielt, ebenso wie die Standardisierung der Begriffe und darüber hinaus sogar die Beachtung fehlerfreier Schreibweise, die in keinem Punkt von dem schon vorher benutzten gleichartigen alphabetischen Begriff abweichen darf.

Nach LUSTED (1967) benötigte die sorgfältige Prüfung eines großen Literaturschatzes über Hämatologie und der Daten von Patienten mit hämatologischen Krankheiten durch LIPKIN u. Mitarb. (1967) rund 4 bis 5 Mannjahre. Diese Forscher stellten Unstimmigkeiten in den Literaturangaben fest und kamen zu dem Urteil, daß man besser

daran täte, ein ganz neues Korpus hämatologischer Daten auf dem Boden sorgfältig definierter und standardisierter Zeichen und Symptome zu erstellen. REISSNER (1967) meint, für die Gesamtmedizin wären danach 500 bis 600 Mannjahre nötig. Als Beispiel für die Arbeitsweise mit Computern sei auf dem Gebiet der Symptome und Diagnosen die Current Medical Terminology genannt (GORDON u. TALBOTT 1963).

Für zukünftige Benutzer von Dokumentations- und Auskunftssystemen mit elektronischen Datenverarbeitungsanlagen hat DÜRR (1968) mit DOKAUS Anhaltspunkte für die für Programme notwendigen Angaben gegeben.

Man meint in den USA, daß der Weg frei sei für ein regionales oder nationales medizinisches *record system*, das durch moderne Hochgeschwindigkeits-Kommunikationsmittel den persönlichen Krankenbericht einer Person jederzeit schnell greifbar macht, auch wenn sie weit von Zuhause entfernt ist.

Nach BÜNTE (1969) kann ein Computer zur Unterstützung folgender ärztlicher Entscheidungen benutzt werden:

1. Zur Erhebung der Patientendaten,
2. zur Ausgabe der Daten, evtl. mit Auswahl in bezug auf bestimmte Fragestellungen,
3. für Vorschläge über in Frage kommende Diagnosen
 - a) mit einem Wahrscheinlichkeitskalkül aufgrund methodischen Vergleichs mit statistischem Material (gewonnen durch systematische Befunddokumentation),
 - b) zum Vergleich mit a priori vorgegebenen Symptommustern mit oder ohne Berücksichtigung von A-priori-Gewichten für verschiedene Symptome in bezug auf bestimmte Diagnosen (individuelles Wissen, Erfahrung, Lehrbücher),
4. für Vorschläge über noch zu erhebende Patientendaten und dafür geeignete Verfahren (z. B. bestimmte Labortests),
5. für Vorschläge über mögliche therapeutische Maßnahmen und dafür noch zu erhebende Daten,
6. für Hinweise auf Risiken für den Patienten, Risiken im Krankheitsverlauf und Risiken, die mit einzelnen diagnostischen oder therapeutischen Maßnahmen verbunden sind.

Vor allem Punkt 3 wurde Aufmerksamkeit geschenkt (BÜNTE 1969). Für abgegrenzte Krankheitsgruppen sind auf statistischer Basis (3a) Programme erstellt und eingesetzt worden, für umfassendere diagnostische Datenanalysen vorwiegend auf Lehrbuchbasis (3b). Es handelt sich um einen fortlaufenden Entscheidungsprozeß. Dieses Programmsystem hat IBM im CDSS (Clinical Decision Support System) entwickelt (durch MOORE, GOERTZEL u. MARLER).

Auf dieses sei (zit. nach BÜNTE 1969) etwas genauer eingegangen.

Es gibt folgende Arten von Entscheidungen (abhängige Variable):

- eine Krankheit
- eine Therapie
- eine ärztliche Anordnung oder
- eine intermediäre Variable.

Die intermediäre Variable gestattet es, Zwischenentscheidungen zu definieren, die als Vorbereitung zur Zielentscheidung dienen.

Kriterien (unabhängige Variable):

- symptoms* aus Vorgeschichte und Beschwerden
- signs* aus physischer ärztlicher Untersuchung
- tests* aus der Funktionsdiagnostik
- tests* aus klinisch-chemischer Untersuchung
- Ergebnisse aus pathologisch-histologischer Untersuchung usf.

Außer den letzten sind alles originäre Kriterien. Es kann **aber auch** das Ergebnis eines anderen *Moduls*, d. h. einer Entscheidung, als **unabhängige Variable** eingehen. Da dieselben Kriterien in verschiedenen Modulen auftauchen können und die abhängige Variable eines Moduls in anderen Modulen **unabhängige Variable** sein kann, haben wir es mit einem Netzwerk zu tun (BÜNTE 1969). Wie auch der Arzt aus der Fülle aller denkbaren Möglichkeiten an Erkrankungen und **Behandlungsweisen** für einen Patienten nur solche in Betracht zieht, für die es genügend Anhaltspunkte gibt, so wählt auch das CDSS Entscheidungsmodule in einer Stufenfolge aus.

Ein Modul kann

1. inaktiv (»man braucht im Augenblick nicht daran zu denken«),
2. aktiv = impliziert (»man muß an diesen Schritt denken, jedoch ist die Entscheidung noch nicht gefallen«),
3. a) positive Entscheidung = »Diagnose«,
b) negative Entscheidung sein = Ausschluß = Elimination.

Alle aktivierten Module lösen eine Reihe von Fragen aus, die **an den Arzt, an Hilfspersonal oder an den Patienten** gerichtet werden. Aus den Antworten ergibt sich, ob die Bedingungen für eine positive Feststellung oder für die **Elimination** eines Moduls erfüllt sind.

Den wirksamen Kern des CDSS bilden die Entscheidungsmodule. Die Art ihres Aufbaues soll die Logik des ärztlichen Entscheidungsprozesses **widerspiegeln**. Im CDSS wird diese Logik durch eine Schwellentechnik abgebildet. Die Kriterien erhalten Gewichte, die ihrem Beitrag zur Entscheidung entsprechen. Die Gewichte der vorliegenden Kriterien werden dann addiert. Überschreitet die Summe einen Schwellenwert von 99, wird die systeminterne Entscheidung ausgelöst.

Es gibt Formblätter, in die Ärzte, die die Struktur für ihren **Arbeitsbereich** und für ihre Mitarbeiter aufbauen wollen, in medizinischer Sprache **und Ausdrucksweise**, jedoch möglichst klar und eindeutig, die zu entscheidenden Fragen, die Kriterien und Bedingungen ihres Einflusses niederschreiben. Die Gesamtheit der Entscheidungsmodule bildet die Datenbank. Das Programmsystem des CDSS **bildet** daraus das Netzwerk, mit dem es selbständig arbeitet: Patientendaten werden **einggegeben**, das System fordert weitere Daten an und schlägt geeignete diagnostische **und therapeutische Verfahren** vor (BÜNTE 1969, siehe auch Abb. 34).

In den Rahmen der Dokumentation klinischer Daten gehört auch die **Direktverschlüsselung** von EEG-Befunden für die maschinelle Datenverarbeitung nach BOCHNIK u. MENTZOS (1964). Ein besonderes Problem im Rahmen der Dokumentation stellt noch das Gebiet der Verlaufsaufzeichnung dar (GRIESSER 1969).

Ein Befunddokumentationssystem für die Auswertung von **Sektionsprotokollen** beschreiben nach Erfahrungen mit 27 000 Protokollen BECKER u. Mitarb. (1969). Sie arbeiten mit dem KWIC-Index. BECKER (1965) hat dazu für **pathologisch-anatomische Befunde** einen eigenen fünfstelligen **Diagnosenschlüssel** entwickelt.

Über die vollautomatische Dokumentation und statistische **Auswertung** pathologisch-anatomischer Befundberichte veröffentlichten RÖTTGER u. Mitarb. (1969).

Das Risikopatientenregister der Universitätskliniken Mainz soll eine **Sofortinformation** über neu aufgenommene Patienten anbieten, bei denen **während früheren Aufenthaltes** im Klinikum das Vorliegen gefährdender Faktoren **bekannt** geworden ist. Es wird die Technik der Informationssammlung und **-bereitstellung** ebenso erwähnt wie die Schwierigkeiten bei der Einrichtung und **Unterhaltung** eines solchen Registers (FASSL 1968a).

Da es auch Angaben über Patienten gibt, die nicht als Diagnosen zu bezeichnen sind,

die aber nicht verworfen werden sollten, hat FASSL (1968b) eine Klassifikation entworfen, mit der diese Feststellungen verschlüsselt werden können.

TAYLOR (1968) beschreibt die Technik, die Verwendung und die Grenzen einer Festfeldkrankengeschichte für die Benutzung im System IBM 1232, einem Markierungsleser.

Mit ACORN (Automated Coder Of Report Narrative) wird von SHAPIRO (1967) ein in der biostatistischen Abteilung des Roswell Park Memorial Institute for Cancer Research in Buffalo (N. Y.) in Entwicklung befindliches automatisches Codiersystem für in Umgangssprache abgefaßte Krankengeschichten bezeichnet. Die in freiem Text gehaltenen, zusammenfassenden Informationen in Operationsberichten sollen dadurch standardisiert und automatisch strukturiert werden. Die Informationen sollen für die Lochkartenprozeduren oder ähnliche vielseitige Methoden auswertbar gemacht werden können.

Der Ausbau von Daten- bzw. Faktenbanken wird in den USA an mehreren Stellen vorangetrieben. Beispielsweise ist KINGSLAND in Columbia dabei, eine solche *computer fact bank* zu errichten, bei der über mehr als 100 000 medizinische Schlüsselbegriffe den Zugang zu der gewünschten Datenmenge, d. h. zu dem gespeicherten Wissen, über das spezielle Gebiet ermöglichen sollen.

Ein anderes System, GIPSY (General Information Processing System), wird zur Zeit von SWEENEY entwickelt (WAGNER 1969).

Anlagen der beschriebenen Art ermöglichen natürlich auch wertvolle Statistik, sei es im Rahmen eines Krankenhauses oder im Rahmen des öffentlichen Gesundheitsdienstes. FELLINGER u. Mitarb. (1968) haben über Projekte an einem Wiener Krankenhaus berichtet.

Die Volldokumentation von Krankengeschichten mit vereinheitlichter Bezeichnung von Diagnosen, *symptoms*, *signs*, *tests* usw. könnte, wie erwähnt, die beste Methode sein, sich Unterlagen für die computerunterstützte Diagnostik mit Häufigkeits- und Wahrscheinlichkeitsansätzen zu beschaffen.

Literaturdokumentation, »information retrieval«

Die medizinische Literatur ist meeresbreit, meeresstief freilich nicht (MANN 1964). Ende des vorigen Jahrhunderts gab es auf der ganzen Erde etwa 850 medizinische Fachzeitschriften, die ungefähr 20 000 Arbeiten pro Jahr veröffentlichten. 1960 erschienen bereits 200 000 wissenschaftliche Arbeiten in ca. 5000 Zeitschriften. Jetzt sind es 10 000 bis 12 000 Zeitschriften jährlich mit etwa 700 000 bis 1 Million Einzelarbeiten, dazu Tausende von Monographien, Serienstücken und Handbüchern. Zuverlässige Schätzungen errechnen eine Verdoppelung der Zahlen in den letzten 20 Jahren. 60 bis 80 Stunden lang müßte ein Tag für Ärzte sein, die allein die Schriften ihres Sonderfaches, etwa der Physiologie oder der Pathologie, lesen wollten. In den letzten 10 Jahren erschienen 30 000 Arbeiten allein über Vitamine. Wenn nach WAGNER (1966b), der in Elsinore eine Zusammenfassung über dieses Problem vortrug, heute auf dem Gebiet der Krebsforschung schätzungsweise jährlich rund 20 000 Publikationen erscheinen, so sind das 60 pro Tag (Sonn- und Feiertage eingerechnet). Ein Forscher, der mit einer mittleren Lesegeschwindigkeit von 50 Minuten/Artikel an 300 Tagen des Jahres je 3 Stunden lang lesen würde (was in der Praxis nur sehr selten möglich sein dürfte), könnte insgesamt doch nur weniger als ein Fünftel der erscheinenden Fachliteratur im Original überblicken. Die erwähnten Zahlen zeigen die Wichtigkeit und Dringlichkeit der Bewältigung des Literaturproblems.

Hierzu muß das Dokument zunächst mit einer Signatur als Einheit erfaßt werden. Daran schließt sich die Analyse seines Titels, bzw. seines Inhalts an; der Titel und Inhalt müssen in eine für die Maschine lesbare Form gebracht werden. Diese Information ist dann in einem Informationsträger zu speichern, der maschinell abgefragt werden kann. Weiterhin ist ein Code für das Suchsystem zu entwickeln und ebenfalls zu speichern. Der Suchvorgang selbst muß programmiert werden. Eine Anfrage kann nach entsprechender Verschlüsselung in den Rechner eingegeben und das Ergebnis als ein einfaches bibliographisches Zitat, als eine Kurzfassung des Originals oder als voller Wortlaut ausgegeben werden. Bisher gibt es aber noch keine Maschine, die automatisch Text lesen, dessen Sinngehalt erfassen und analysieren könnte.

Das MEDLARS-Programm (*MEDical Literature Analysis and Retrieval System* der National Library in Bethesda, USA) erfaßt zur Zeit jährlich etwa 150 000 medizinische Zeitschriftenartikel. Der Inhalt der Artikel wird in Form von Schlagwörtern angegeben. Die Titel der Arbeiten werden zusammen mit den Schlagwörtern auf einer Schreibmaschine abgeschrieben, die gleichzeitig einen Lochstreifen des geschriebenen Textes liefert. Nach einer Richtigkeitskontrolle des Geschriebenen wird der Lochstreifeninhalt auf Magnetband übertragen, wobei die Schlagwörter durch ein gespeichertes Programm numerisch verschlüsselt werden. Die auf Band gebrachte Literaturinformation kann jetzt nach jeder Richtung hin verarbeitet werden. Ein ausführlicher Speicher enthält bibliographische Angaben für einen in periodischen Intervallen ausgeführten photomechanischen Hochgeschwindigkeitsdruck. Ein gekürzter Zitatenspeicher ist verschlüsselt und enthält in zeitlicher Reihenfolge geordnete Angaben. Er wird bei Anfragen zu Hochgeschwindigkeitsrecherchen benutzt. Die Arbeit wird in 3 Systemgruppen geleistet: einem »input and conversion subsystem«, einem »manipulation subsystem« und einem »output subsystem«. Ein »high-speed digital computer«, Lochstreifenmaschinen, Stellenrechner und Spezialgeräte für Photodrucksatz wirken zusammen. Ausgegeben wird ein neuer umfassender INDEX MEDICUS für Bücher- und Zeitschriftenarbeiten, wobei die Herstellungszeit für die Monatshefte 5 Tage beträgt. 50 Sonderbibliographien erscheinen jährlich in gleicher Art für medizinische Spezialfächer. Durch Erweiterung der Schlagwortgebung läßt sich eine präzisere Vorauswahl der Arbeiten durch den Computer treffen als bisher, wenn ein Arzt eine Einzelanfrage an die Bibliothek richtet. Die Anlage kann neben der Erstellung des INDEX MEDICUS bis zu etwa 100 Literaturanfragen pro Tag bearbeiten. Bis 1969 rechnet man mit der Bewältigung von 22 500 Einzelanfragen jährlich. Bis zum Jahr 1968 wurden etwa 6000 Zeitschriften ausgewertet. In Deutschland ist ein nationales Zentrum der medizinischen Literaturdokumentation geplant. Die Amerikanische Nationalbibliothek hat sich bereit erklärt, ihre Magnetbänder ausländischen nationalen Dokumentationszentralen zum Selbstkostenpreis zur Verfügung zu stellen.

Beim KWIC-Verfahren werden die wesentlichen Titelangaben einer Arbeit sowie Kurzangaben über den Autor und die Fundstelle alphabetisch aufgelistet. Mit Hilfe einer beigegebenen Suchsignatur kann von den interessierenden Literaturstellen einer solchen Liste dann vollautomatisch eine komplette Bibliographie herausgeschrieben werden (*Medlars Story, Keyword-In-Context*).

Ein allgemein anwendbares Programmsystem zur Herstellung von Literaturverzeichnissen und zur Durchführung von Literaturrecherchen geben LAUTHER u. Mitarb. (1969) an. Es wird als VALID (*VAriable LIterature Data*) vorgestellt.

Die Möglichkeit eines *data retrieval* mit Hilfe einer IBM/360, das bei der August-Thyssen-Hütte AG. Duisburg-Hamborn benutzt wird und uns lebenswürdigerweise zur Verfügung gestellt wurde, beschreibt RHEILEN (1968).

FINK (1968) veröffentlichte u. a. ein Flußdiagramm für Literaturrecherchen.

KENT gab 1962 eine Übersicht über in den USA in Erprobung befindliche Verfahren der elektronischen Datenverarbeitung zur Erstellung medizinischer Bibliographien. Angaben über die Verwendung von datenverarbeitenden Maschinen in der Washington University, die zur Ausgabe von PHILSOM und PHILSOMS führen [Periodical Holdings In the Library of the School Of Medicine (by Subject)], machen PIZER u. Mitarb. (1963).

Über ein *computer retrieval* mit Hilfe eines Programms des Institutes für wissenschaftliche Information (ISI) in Philadelphia für maschinell geindexte wissenschaftliche Literatur für eine IBM/360-30 wird von GROVER u. Mitarb. (1968) berichtet. Die auf Magnetband gelieferten Titel dienen zur Eingabe. Die Wiederauffindungsrate lag bei 89%, die manuelle Fundquote bei 60%. Es wird das Programm beschrieben, ein vereinfachtes Flußdiagramm angegeben, die Verarbeitungszeit, die Computerausstattung u. a. diskutiert.

Ende 1962 wurde in Moskau das »Unionsforschungsinstitut für medizinische und medizinisch-technische Information« gegründet. Es soll die einheimischen und ausländischen Literaturquellen durchsehen, Aufsätze zu bibliographischen Informationen und Kurzreferaten verarbeiten sowie thematische Übersichten zu einzelnen Fragenkomplexen herausgeben. Jährlich werden hier etwa 100 000 bis 120 000 fachwissenschaftliche Aufsätze bibliographiert (MÜLLER-DIETZ 1967). Das Institut gibt u. a. einen bibliographischen Jahresanzeiger für die medizinische Literatur sowie thematische Bibliographien für einzelne Disziplinen und Probleme der Medizin heraus.

Anwendungsmöglichkeiten in der Forschung

Statistik

Jede Statistik arbeitet mit größeren oder geringeren Häufigkeiten als Grundlage. Diese werden je nach anstehenden Gesichtspunkten zu Klassen zusammengefaßt, d. h. beispielsweise werden qualitativ Patienten einer diagnostischen Kategorie einer Klasse zugeteilt oder quantitativ Personen beispielsweise zwischen 40-60 Jahren.

Übersichten über allgemeine und spezielle Anwendungen von Computern auf diesem Gebiet geben LEDLEY (1965), STACY u. WAXMAN (1965). Ihre Mitautoren berichten u. a. über die mathematische Analyse der Eiweißstrukturen, wobei der Computer als gigantischer Kalkulator funktioniert. Es wird die Anwendung der Statistik via Computer auf das Gebiet der Psychologie und Psychiatrie besprochen. Die Statistik wird auch für die Röntgendosisbestimmungen und vieles andere mehr angewandt. Fertige Computerprogramme, die Statistik betreffend, stehen beispielsweise für die Auswertung von Arzneimittelprüfungen zur Verfügung. Sie enthalten u. a. Programme für die Anwendung der χ -Quadratmethode, der *Wilcoxon*-Tests und des *t*-Tests. Die Auswertung von Daten mit Hilfe der Varianz-, Regressions-, Diskriminanz- und Faktorenanalyse ist mit fertig vorhandenen Standardprogrammen möglich, die viel Rechenarbeit ersparen und große Analysen überhaupt erst durchführbar machen. Ausführliche Angaben finden sich beispielsweise im IBM-Application-Programm-System 360, Scientific Subroutine Package (360 A-CM-03X) Version II, IBM Form H20-0205-1. MEDCOMP für das IBM-System 1401 ist eine andere Zusammenstellung von Programmen für in der Medizin auftretende statistische Probleme von POLLAK u. STERLING (1963).

In der modernen Statistik sind prospektive, ausgedehnte Studien verschiedenster Art,

die sich über viele Erhebungsstellen erstrecken, nur noch mit Hilfe von Computern möglich. Hier sei als Beispiel die FRAMINGHAM-Studie angeführt (KAHN 1962).

Alle Institute, die sich mit ausgedehnten statistischen Studien beschäftigen, müssen eine mehr oder weniger große Bibliothek von Computerprogrammen haben, um ihre Probleme mit elektronischer Datenverarbeitung flexibel bewältigen zu können.

Verschiedenes

Analyse biologischer Systeme

Computer werden zur Analyse biologischer Systeme, zur Lösung von Gleichungen herangezogen, beispielsweise zur Strukturanalyse von Molekülen mit Hilfe von Röntgenbeugungsspektren. Auch bei der Auswertung von Bildern des Elektronenmikroskops kann der Einsatz von Computern eine Verbesserung der Aussagemöglichkeiten bewirken, ebenfalls bei Studien des Pupillenservomechanismus, bei Blutflußanalysen in großen Gefäßen und bei Auswertungen von Ballistokardiogrammen. Auswertungen von Röntgenbildern mit Vergrößerung der Grauwertskala sind möglich mit einer Verkleinerung des Beobachterfehlers.

Die Beschreibung der Struktur beispielsweise des Myoglobins und Hämoglobins wurde erst durch die hohe Geschwindigkeit von Digitalrechnern ermöglicht. KENDREW und PERUTZ erhielten dafür 1962 den Nobelpreis (ACKERMAN 1964).

Synthese biologischer Systeme

Zur Synthese biologischer Systeme gehört die *Simulation*, die durch Computer ermöglicht wurde. Eine Einführung in dieses Problem gibt ARON (1962).

Hierbei kann erfolgen:

- a) Die Studie eines komplizierten Systems als ein integriertes Ergebnis vieler individuell zusammenarbeitender Einzelteile,
- b) die Bestimmung des relativen Einflusses jeder kleinen Komponente in Beziehung zum Gesamtsystem,
- c) die Überprüfung von Hypothesen über einen Teil des Systems bei Vorliegen bekannter Daten über das Gesamtsystem und schließlich
- d) die Beschreibung und das Planen von zukünftigen kritischen Untersuchungen der bisher noch unbekanntenen Komponenten eines Systems.

Die Simulation eines Modells über die Beziehungen zwischen dem Herzen und dem Rest des Kreislaufs erfolgt beispielsweise in der Form von Differentialgleichungen.

Als ein Beispiel für die Anwendung eines Computers zur Simulation sei auf die Beschreibung der Pharmakokinetik der Bromsulphalein-Ausscheidung unter Verwendung eines Analogcomputers von DOST u. REGES (1968) verwiesen. Der Zweck der Mitteilung soll der Nachweis sein, daß es mit einem Modell, in welchem durch die Aufnahme von weiteren *compartments* als in früheren Untersuchungen (hier beispielsweise Blut/extravasaler Raum bzw. Plasma/Leber) – wobei zusätzlich auch der enterohepatische Kreislauf berücksichtigt wird – möglich ist, den Konzentrationsverlauf im Serum mit genügender Genauigkeit nachzuahmen.

Zu den Problemen mathematischer Modelle in der Medizin nahm auch BINGFLOW (1966) Stellung. Um festzustellen, ob beispielsweise »Gesundheit« vorliegt, bleibt nichts anderes übrig, als hypothetische Sätze von Variablen festzulegen und eine Funk-

tion aufzustellen, von der man annehmen kann, daß sie diese Variablen ausdrückt. Einige der Variablen mögen unabhängig von den anderen sein, einige von ihnen nicht; Abhängigkeit kann sehr kompliziert sein. Dann vergleicht man dieses mit der tatsächlichen Erfahrung unter der Bedingung des Überlebens oder unter Bedingungen anderen medizinischen Wissens, um festzulegen, welche mathematische Formel den Raum des Überlebens von dem des Nichtüberlebens am besten trennt. Dazu müssen eventuell Variable ausgetauscht, angepaßt oder dasselbe auch mit der gesamten Formel durchgeführt werden.

GRUNEWALD u. LOBBERS (1968) publizierten über die digitale Simulation von Diffusionsmodellen zur Sauerstoffversorgung biologischer Gewebe. Die Messungen des Sauerstoffdruckes mit Platinelektroden in Geweben zeigen von Meßort zu Meßort Variationen. Eine räumliche Zuordnung des Meßortes zu den Kapillaren ist experimentell nicht möglich. Daher wurden Modelle verschiedener Art aufgestellt. Das dreidimensionale Sauerstoffdruckfeld wird berechnet und mit den experimentellen Ergebnissen verglichen.

Auch MOLL (1968) bediente sich der Hilfe digitaler Rechenmaschinen bei der Analyse der Oxygenation und Desoxygenation der Erythrozyten.

SELVESTER (1965), GELERNTER u. SWIHART (1964) berichteten über Modelle für das Gesamtkörper-Ekg, SCHER (1964) über ein Modell für die Ekg-Entstehung und LEVY (1964) über Simulation von Virusinfektionen. SHULTZ (1957) arbeitete an der Simulation eines Spracherkennungssystems.

HORBACH (1968) veröffentlichte über die Simulation zur Prüfung von Zuteilungsplänen für therapeutische Vergleiche. Ein Beispiel einer Simulation auf dem Gebiet des Säure-Basen-Gleichgewichts brachten MALONEY u. Mitarb. (1966).

NEWELL u. SIMON (1961) beschrieben einen Versuch der Simulation des menschlichen Denkens.

Genetik

Zu den Aufgaben in der Genetik gehört das Zusammenführen der jeweils zueinander gehörenden Daten (*record linkage*) und die Berechnung von Inzuchtkoeffizienten für kleinere geschlossene Populationen. Weiterhin kommen genetische Kopplung, Segregationsanalyse, genetische Selektion und genetisches Gleichgewicht, Genhäufigkeitsanalysen und mehrdimensionale Verfahren in Frage (CHUNG 1961, 1964). Der Autor beschäftigt sich mit der Anwendung von Computern auf diesen Gebieten, ebenso wie SCHULL u. KUDO (1961) oder MURPHY u. SCHULZE (1961).

Wie zusammenfassend in anderen Worten McKUSICK (1964, 1966), McKUSICK u. TALBOT (1959) angeben, handelt es sich bei dem Einsatz von Computern um den Nachweis der auf gleichen Chromosomen liegenden Gene, um die Ermittlung der Entfernungen der einzelnen Genorte, um den Nachweis von Geschlechtsdifferenzen in der Rekombinationshäufigkeit, um die Aufstellung von Katalogen über seltene rezessive Phänotypen, um die Erstellung von Stammbäumen in geschlossenen Populationen zum Zwecke des Nachweises gemeinsamer Vorfahren von Personen, um seltene rezessive Erbkrankheiten und um die Berechnung des Koeffizienten der Blutsverwandtschaft.

McKUSICK (1964) berichtet auch über die Computeranwendung auf genetische Probleme bei der Amish-Sekte. Die Wahrscheinlichkeit, daß zwei auf dem gleichen Chromosom gelegene Gene bei der Übertragung von einer Generation auf die andere zusammen weitergegeben werden, ist der Rekombinationswert. Aus Beobachtungsdaten kann er mit Hilfe des Maximum-Likelihood-Verfahrens geschätzt werden. Gesichtspunkte, die bei der Schätzung der Kopplung wichtig sind, werden erörtert und die

Anwendung des BAYES-Theorems auf diese Methode dargestellt (MURPHY u. SHERWIN 1966).

Analyse von Mikrophotographien

In der Forschung werden Computer eingesetzt u. a. zur *Analyse von Mikrophotographien* von Chromosomen oder Nervengewebe (S. 95). Auch die Analyse von Röntgenkymogrammen des Herzens kann mit elektronischen datenverarbeitenden Maschinen erfolgen, ebenso die Analyse von elektronenoptischen Bildern. Fixierte und lebende Zellen in Gewebekulturen werden analysiert. Auch Studien über den Kapillarblutstrom, über Elektroenzephalogramme und das Gastroenterogramm sind gemacht worden (LEDLEY 1965). Auf die Möglichkeit der Verwendung von Computern zur Aminosäuren-Sequenzanalyse wurde bereits hingewiesen. Über Projekte z. T. ähnlicher Art wird von Mitarbeitern der Klinik FELLINGERS (1968) publiziert.

Anwendung in der Diagnostik

Patientenüberwachung

Eine Narkose wird mit dem Einsatz von Ekg, EEG, Temperatur-, Blutdruck-, Atmungs-, Pulsfrequenz-, Hauttemperatur-, Blut-pH-, Sauerstoffsättigungsmessungen u. a. kontrolliert. Bei Erreichung kritischer Werte werden Signale ausgelöst, wobei beispielsweise einzelne Extrasystolen keinen Alarm auslösen, sondern erst eine Asystolie von einigen Sekunden. Die »elektronische Krankenschwester« kann in Frischoperierensälen oder auf Intensivpflegestationen bei der Überwachung Bewußtloser oder Kollapsgefährdeter eingesetzt werden. Nach Messung einer pathologischen Größe kann im Sinne eines kybernetischen Regelungsvorganges auch die notwendige Therapie, beispielsweise in Form von Infusionen bestimmter Zusammensetzung, vom Computer angegeben werden. Die Vielseitigkeit und Leistungsfähigkeit des Elektronenrechners, der Grenzwerte vergleicht, sichert ihm hier ein Routineanwendungsgebiet. Die Intensivpflege bei Myokardinfarkten besprechen u. a. SANDÖE (1966), bei Schockzuständen WEIL u. Mitarb. (1966).

EEG-Auswertung

Das menschliche Gehirn besteht aus etwa 10^{10} Nervenzellen, die kollektiv nach außen ihre elektronisch-chemische Aktivität durch kleine elektrische Spannungen dokumentieren. Diese Signale können durch entsprechende Elektroden an der Kopfhaut abgeleitet werden. Die Spannungen betragen wenige bis 100 Millivolt und die Frequenz wechselt von wenigen Hz bis über 100, wobei die Frequenzen um 30/sec überwiegen. Da meist mehrere Ableitungen geschrieben werden, ergibt sich im EEG eine große Datenmasse. Störungen wie Geräusche, Artefakte, Medikamente, falsches Verhalten des Patienten und Krankheiten beeinflussen den Kurvenverlauf. Einige Störfaktoren können durch Frequenzfilter ausgeschieden werden. Zusätzlich können mit Computerhilfe *averaging methods* (Mittelwertbildungen) vorgenommen werden. Sie erfordern zur Anwendung die vorherige Aufnahme verschiedener und identischer Datensätze, d. h. Kurvenanteile, beispielsweise nach Stimulierung bestimmter Hirnregionen

unter experimentellen Bedingungen. Über entsprechende Versuche, normale von pathologischen EEG zu trennen, berichten BONNER u. Mitarb. (1963). Eine Menge normaler EEGs wird benutzt, um dem Computer eine Definition des Normalen zu geben. Anschließend werden auch anomale Kurven eingefüttert. Ermöglicht wird jetzt eine EEG-Klassifikation durch den Computer. Bei einem Vergleich mit einem ärztlichen Auswerter der EEGs konnten mehr als 90% der normalen und alle krankhaften korrekt klassifiziert werden. PROCTOR u. MCCRUM (1963) beschrieben den Computereinsatz zur Identifizierung von EEG-Veränderungen an dressierten Affen während Raumflugbedingungen. Die Menge der anfallenden Daten über 14 Stunden Dauer war so groß, daß es nur mit Hilfe von datenverarbeitenden Maschinen gelingen konnte, zu einem Ergebnis zu kommen. Nach Analog-Digital-Convertierung wurden die Theta-Wellen in ihrer Form und in ihren Zeiten unter verschiedenen Verhaltensbedingungen gegeneinander ausgewertet. SHAPIRO (1963) untersuchte die physiologischen Daten während Schlaf und Traum beim Menschen. Auch er benutzte für seine mit Mehrkanalschreibungen erhaltenen Daten nach Analog-Digital-Convertierung zur Auswertung einen Computer.

BICKFORD berichtete bereits 1959 über Computeraspekte für das EEG. Er benutzte zur Ableitung von Aktionsströmen Makro- und Mikroelektroden in der Tiefe des Gehirns. 1961 veröffentlichten BICKFORD u. MCCARTHY ein ausführliches EEG-Klassifikationsprogramm. Über weitere Anwendungsmöglichkeiten für die EEG-Auswertung berichteten ADEY (1966) sowie KAISER u. PETERSEN (1966).

Insgesamt gesehen scheint es beim EEG – wenn man auch noch nicht soweit vorangekommen ist wie beim Ekg – möglich zu sein, Klassifikationen der Wellen vorzunehmen, normale von pathologischen Vorgängen zu trennen und auch Lokalisationen des Erkrankungsherdens vorzunehmen (*pattern recognition*).

Ekg-Auswertung

Die Auswertung des Elektrokardiogramms mit Hilfe von Computern hat in den letzten Jahren so entscheidende Fortschritte erzielt, daß eine routinemäßige Analyse des Ekg bereits in naher Zukunft möglich werden dürfte (WAGNER 1966b). Eine zusammenfassende Betrachtung, die sich von der Befunddokumentation des Ekg durch FRITZE (1967) bis zu den Möglichkeiten der Ekg-Auswertung durch Computer erstreckte, brachte ein internationales Klausurgespräch unter dem Vorsitz von GROSS (1967) im Oktober 1966 in Titisee, über das IMMICH u. Mitarb. (1967) berichteten. Hier wurde von SCHÖLMERICH (1967) und GILMANN (1967) betont, daß eines der Hauptprobleme bei Anwendung von Computern für die Ekg-Auswertung die Auswahl von Ableitungssystemen sei, die eine Gewinnung weniger, aber informationsreicher Daten gestatten. Danach scheint die derzeit optimale Lösung die Einführung von Vektoranalysen zu sein, die auch PIPBERGER (1967) vorzieht. Nach PORTHEINE (1967), der auf der gleichen Klausurtagung sprach, stellt die Möglichkeit einer analogen Registrierung von Ekg-Kurven mit Computern einen Fortschritt dar. Mit dem XYZ-System und einer zusätzlichen Vektoranalyse läßt sich beim Herzinfarkt die – nach Meinung dieses Autors – gleiche diagnostische Treffsicherheit erzielen, wie mit der Analyse des skalaren Vektors. KENZELMANN (1967b) erwähnte dort, daß mittels der TSCHEBYSCHEFF-Polynome eine weitgehende Approximation der Ekg-Kurve an Koeffizienten möglich ist, die eine Reproduzierbarkeit bis zu 99,5% gestatten. Seine Angaben gingen auf die Arbeit von SPINDELBERGER (1968) zurück. Schwierigkeiten für die Ekg-Befundung mit Datenverarbeitungsmaschinen machen nach der gesamten Literatur vor

allem Rhythmusstörungen und die Tatsache, daß verschiedenen Veränderungen der Ekg-Kurve unterschiedliche Wertigkeiten für die Diagnosestellung zukommen. Darauf wies GILLMANN (1967) in Titisee hin. Es gibt zur Zeit jedoch bereits experimentelle Programme auch zur Auswertung von Rhythmusstörungen. ABEL (1967) berichtete ein Jahr später über die »maschinelle Auswertung von Elektrokardiogrammen«. Er erwähnt 3 Richtungen der Untersuchungstechnik beim Ekg, die alle auch für eine maschinelle Analyse geeignet sind. Die einfachste und am wenigsten aufwendige Methode ist die Auswertung der üblichen Routineableitungen nach EINTHOVEN, GOLDBERGER, WILSON u. NEHB. Mit diesem Verfahren beschäftigte sich vor allem CARCERES (1967), der 12 bis 15 verschiedene Ableitungen hintereinander schreibt, 500 Messungen/sec vom Digitalumwandler erfassen läßt und dem Computer zuführt. Die Erfahrungen von Kardiologen werden anhand fester Daten in ein Programm überführt. Der Computer vergleicht die angebotenen Werte mit den programmierten Erfahrungen und stellt seine Diagnosen. Dabei wird mit zunehmender Erfahrung, d. h. mit zunehmendem Krankengut auch das diagnostische Programm verfeinert. Nach ABEL (1967) werden in den USA durchschnittlich von Ärzten 60%, von Spezialisten 80% richtige Ekg-Diagnosen gestellt. Er kritisiert an dem Programm von CARCERES (1963, 1966, 1967), daß dieser keine Phasenverschiebungen erfaßt oder sie von vornherein vernachlässigt. Seine 12 Ableitungen lassen sich nicht simultan schreiben; der Aufwand wäre zu groß. Weiterhin entbehrten die konventionellen Ableitungssysteme einer exakten Grundlage.

Als zweite Möglichkeit wird dann die Arbeit PIPBERGERS erwähnt. Etwa gleichzeitig mit anderen berichtete er 1962 über eine Methode der automatischen Auswertung des P-QRS-T-Komplexes mit Hilfe von digitalen Elektronenrechnern. Drei korrigierte orthogonale Ekg-Ableitungen wurden auf magnetischem Analogband simultan aufgenommen. Zunächst hatten Untersuchungen von PIPBERGER u. Mitarb. (1962) ergeben, daß die orthogonalen Ableitungen die gleichen klinischen Informationen enthalten, die bei der Auswertung von 12 konventionellen Ableitungen erhalten werden. Die Befunde wurden dann mit einer Geschwindigkeit von 1000 Impulsen/sec digital konvertiert, in eine entsprechende Rechenanlage eingegeben und maschinell ausgewertet. Nach dem Einsatz mehrerer Analysenprogramme zeigte es sich, daß die vektoriellen Parameter die skalaren an diagnostischer Aussagekraft bei weitem übertrafen. PIPBERGER (1966) berichtete in Elsinore, daß Serien von 8 Momentanvektoren, erhalten durch X-, Y- und Z-Ableitungen, am besten zwischen verschiedenen diagnostischen Gruppen differenzierten, wenn sie als multidimensionaler Vektor ausgedruckt wurden. Danach erschien die Anwendung von Ekg-Ableitungen, die einer exakten räumlichen Auswertung zugänglich sind, unumgänglich für eine Verbesserung der Elektrokardiographie als eines diagnostischen Hilfsmittels. Mit 3 Kanälen werden gleichzeitig auf Band die 3 orthogonalen Ableitungen registriert. Auf einem vierten Kanal können Bemerkungen aufgenommen werden. Nach dem Registrieren werden die Komplexe in einem Monitor betrachtet, und der Komplex mit den geringsten Störungen, nach Möglichkeit frei von solchen, wird ausgesucht und auf dem vierten Kanal gekennzeichnet. Dieser Komplex wird analog-digital umgewandelt und wieder auf ein Magnetband gespeichert. Mit den Zahlen dieses Bandes wird der Computer gefüttert, der nach einem eingegebenen Programm alle gewünschten Daten errechnet. Errechnet und verglichen werden etwa 300 Werte, beispielsweise der zeitliche Ablauf der Komplexe, die räumliche Geschwindigkeit der Integralvektoren, die Flächenvektoren, ihre Winkel, Amplituden usw. Abschließend werden sie automatisch, entsprechend dem Grade der Wahrscheinlichkeit, mit mehreren Diagnosen ausgedruckt. Die Treffsicherheit soll etwas über 90% liegen. Auch KOSSMANN (1965) entschied sich für

die Auswertung der orthogonalen Ableitungen. Ein Programm für eine IBM/360-50, in FORTRAN geschrieben, hat in Schweden ARVEDSON (1967) entwickelt.

1961 beschrieb STALLMANN ein Programm zur Auswertung der Stromkurve einzelner Herzschläge, wobei er auch die anderen Auswertungsmöglichkeiten des Ekg, besonders die Vektorenanalysen, erwähnt. KOEHLIN (1965) berichtet über ein Prinzip zur numerischen Analyse sichtbar gemachter Analogdaten, speziell der Ekg-Vektoren. Die Anordnung erlaubt das Ausdrucken der Daten für Krankengeschichten oder als Lochstreifen für eine Computeranalyse. In der Mayo-Klinik hat SMITH in Zusammenarbeit mit der IBM, ebenfalls auf den FRANK-Ableitungen basierend, ein Programmsystem zur Ekg-Auswertung geschaffen (FRENZEL 1969). Seine Programme werden in Europa u. a. auch von PIRTKIEN benutzt bzw. ausgetestet. FRENZEL (1969) führte aus, daß bei Berücksichtigung der Basisrhythmusstörungen 96% der Ekg-Veränderungen richtig erfaßt werden. Die Gesamtzahl der mit dem Programm von 2500 Ekg durch Computereinsatz richtig ausgewerteten Kurven liegt im Vergleich zu Kardiologen bei 91%. Bezogen auf Einzelfakten bei Rhythmusstörungen ergeben sich bis zu 48% Fehler, wenn mit einem von PORDY u. Mitarb. am Mount Sinai Hospital in New York für die klassischen Ableitungen entwickelten Programm gearbeitet wird. GILLMANN (1968) kommt nach einer Beschreibung der verschiedenen Methoden der Elektrokardiagnostik zu dem Ergebnis, daß sich zur Zeit das korrigierte orthogonale Ableitungssystem nach FRANK am besten für eine datenmäßige Erfassung und Auswertung eignet.

Als dritte Untersuchungsmöglichkeit wird die Registrierung des Verlaufes der Isopotentiallinien zu diagnostischen Zwecken erwähnt. Hierbei werden 300 und mehr Elektroden auf der Thoraxoberfläche und der Oberfläche des oberen Abdomens und Rückens angebracht. Die Potentiale werden gegen den WILSON-Nullpunkt oder gegen die Summe der Potentiale aller abgeleiteten Punkte gemessen. Diese Methode erscheint jedoch schon allein, was das Anlegen von Hunderten von Elektroden anbetrifft, aufwendig.

CADY veröffentlichte 1961 einen Bericht über das Vorliegen eines Programms zur Ekg-Auswertung mit 3 skalaren Ableitungen. CADY u. Mitarb. (1961, 1962) schlugen FOURIER-Analysen des Elektrokardiogramms vor. Auch THOMPSON (1962) publizierte über die gleiche Art der Analyse von Ekg-Daten. Andere Auswertungsformen wandten YOUNG u. HUGGINS (1962) sowie STARK u. Mitarb. (1962) an. Beschrieben ist außerdem noch halbautomatisches Vorgehen für die Ekg-Klassifikation u. a. von EZRA (1961), GOSHEN u. MORRIS (1961). Die Anwendung des BAYES-Theorems auf eine Serie von Ekg-Parametern, die von Hand gemessen wurden, schlugen KIMURA u. Mitarb. (1963) vor. Im deutschsprachigen Schrifttum berichtet u. a. REICHERTZ (1966a) über eine formale Ekg-Analyse mit einer IBM 7090/1410.

Ein Vergleich zwischen der normalen Auswertung eines Ekg mit 12 Ableitungen und den Computerergebnissen wurde von PIPBERGER u. STALLMANN (1964) durchgeführt. In 70% der Fälle wurde die Diagnose eines alten Myokardinfarktes von der konventionellen Ekg-Auswertung erhalten. In 8% war die gleiche Diagnose fraglich. Bei den restlichen 22% wurde eine Fehldiagnose erhalten. Die Computerresultate führten dagegen zu einer korrekten Diagnose in allen 134 Fällen. Die Überlegenheit der Erkennungsraten durch die Digitalverarbeitung erscheint statistisch signifikant. Nach TOLLES u. Mitarb. (1960) besteht auch die Möglichkeit der Benutzung von Ekg-Daten zur Identifizierung der Ätiologie einer linksventrikulären Hypertrophie bei Aorteninsuffizienz. Sie erfolgte nach manueller Auswertung verschiedener signifikanter Differenzen von Ekg-Kurven mit Hilfe eines Computers bei 15 normalen und 15 erkrankten Personen. Nach der Auswertung der Spitzenamplituden von P, Q, R, S, T und der ST-

Strecke sowie der Dauer von P, QRS, QR, T, den Intervallen von PQ und der QT-Zeit von Hand wurde dann die Analyse durch den Computer mit verschiedenen mathematischen Ansätzen vorgenommen.

Eine abweichende Methode der Registrierung des Ekg auf Magnetband zur Computerauswertung der Veränderungen beim doppelten MASTER-Test beschrieben BRUCE u. Mitarb. (1966). WORTZMAN u. Mitarb. (1965) berichten über ihre Programme zur Ekg-Ausmessung und Interpretation, die auch die Auswertung einiger Arrhythmieformen einschließt. Die *hard ware* besteht aus dem Elektrokardiographen und einem Magnetbandgerät zur Datenaufnahme, einem Analog-Digital-Converter für die Dateneingabe und einer IBM 1401 zur Datenverarbeitung, die *soft ware* aus den verschiedenen Programmen zur Dateneingabe, zur Analog-Digital-Convertierung und einer Ekg-Vermessung. Weiter werden ein Ekg-monitoring-Programm, ein Programm, das Messungen und Ergebnisse des *monitoring program* interpretiert, und ein Programm, das die Messungen und die Arrhythmiestatements ausdrückt, benutzt. Es muß wegen der Einzelheiten auf die Originalarbeit verwiesen werden. Es zeigte sich bei der Auswertung der Ergebnisse von 200 Patienten: In 114 von 200 Fällen eine völlige Übereinstimmung mit dem Kardiologen, in 61 von den übrig gebliebenen 86 eine »nahe Übereinstimmung« und in 25 Fällen Fehler, jedoch nur 3 falsch-negative Diagnosen. Abschließend wird festgestellt, daß die P-Welle mit ihrer Charakteristik und ihren Variationen noch die größten Schwierigkeiten bereitet.

Auf einer automatisierten Herzkrankenstation werden durch Maschinen erstellte Ekg-Diagnosen seit 1966 verwendet (CARCERES 1966). 25 000 Ekg mit 12 Ableitungen wurden verarbeitet, wobei nur ein Drittel der Systemkapazität ausgenutzt wurde. Die Verarbeitung wurde z. T. *on line*, z. T. *off line* vorgenommen. In 75 % wurde Übereinstimmung zwischen den Kardiologen und den Computerresultaten erzielt. In einem Drittel der Nichtübereinstimmungen waren sich die Auswerter einig in bezug auf die Abnormität, differierten aber im Typ der Abweichungen oder in der Semantik. Über zwei Drittel der Nichtübereinstimmungen konnte in die Gruppe eingeordnet werden, die der Computer als abnorm erkannte, die aber vom Kardiologen für normal gehalten wurden. Hier würde es sich um falsch-positive Diagnosen handeln. Nur 0,7 % der Computerdiagnosen waren falsch-negativ.

Trotz der unterschiedlichen Auffassungen und angewendeten Methoden ist es in einem Health Department nach COOPER u. Mitarb. (1965) möglich, Routine-Elektrokardiogramme täglich per Telefon einem Computerzentrum zur Auswertung durchzugeben. Das Resultat wird durch Fernschreiber an die Klinik gesandt. Auch bei Massenuntersuchungen wird der Computer zur Ekg-Auswertung *off line* eingesetzt. Als Resultate werden drei Gruppen ausgegeben: normale Ekg, leicht abnorme Ekg – beispielsweise mit nicht spezifischen T-Wellen-Abweichungen – und schwere Abweichungen, die in einer dritten Gruppe untergebracht werden. Man fand bei 2146 Ekg 71,8 % normal, in der zweiten Gruppe 17,1 % und 10,9 % in der dritten Gruppe. Die Herstellung von batteriebetriebenen, tragbaren Ekg-Apparaten brachte die Möglichkeit eines Computereinsatzes direkt in der Wohnung von Patienten. Schwestern, die die Patienten besuchen, nehmen dieses batteriebetriebene Ekg-Gerät und einen batteriebetriebenen Telefonübermittler mit. Die benutzten Geräte sind kleiner als Schuhkartons; das Ekg ist an den Telefontransmitter angepaßt. Nachdem die Ekg-Ableitungen am Patienten angebracht worden sind, ruft die Schwester die Computereinheit an. Dort wird automatisch der Anruf registriert und auf Band aufgezeichnet. Danach wird der transportable Transmitter auf das Mundstück des Telefons beim Patienten gesetzt, und die Ekg-Signale werden übertragen. Mit diesem »Hausprogramm« konnten 200

Ekg aufgenommen und per Telefon auf den Computer übertragen werden. Seine Auswertung stimmte in 96% mit einer ärztlichen überein.

Das Prinzip für die Telemetrie des Ekg ist einfach. Die wechselnd hohen elektrischen Spannungen, die üblicherweise über einen Schreiber als Kurve aufgezeichnet werden, kann man zu wechselnden Tonhöhen umformen. Diese Folge von verschiedenen Tonhöhen kann leicht telefonisch übertragen werden. Am Empfangsort findet die Rückverwandlung statt. Die drahtlosen Biotelemetriesysteme benutzen die Frequenzmodulation. Eine erhöhte elektrische Spannung wird durch entsprechende Frequenzerhöhung dargestellt und übermittelt (ULLRICH 1969). Bei der Ekg-Auswertung kann auch zunächst die Analog-Digital-Umformung stattfinden und mit einer großen Sicherheit die Übertragung der digitalen Zeichen zum Computer erfolgen.

Die Datenfernverarbeitung hat aber durch Kanalgeräusche und andere Störimpulse, die bis heute noch nicht völlig eliminiert werden können, noch keine optimale Arbeitsweise erreicht (WAGNER 1969). Zusätzlich hat man besondere Schwierigkeiten in der Ekg-Auswertung z. T. wegen Schwankungen der als Basis benutzten PQ-Strecke, der Abgrenzungen des Beginns und Endes der P-, T- und U-Wellen sowie, wie erwähnt, bei Rhythmusstörungen.

Kommerziell werden Ekg mit Computerunterstützung durch GUIGAN (1966) in Paris ausgewertet.

Eigene Erfahrungen konnten mit einem schwedischen Computerprogramm an über 30 Ekg, die mit den FRANK-Ableitungen aufgenommen waren, gesammelt werden. Die Übereinstimmung zwischen ärztlicher Spezialistenbeurteilung und den vom Computer ausgedruckten Diagnosen lag in der Größenordnung von 70%, wenn man vollständige, weitgehende und mäßige Übereinstimmung zusammenfaßte. Zu berücksichtigen ist dabei, daß das Programm nur mathematisch zu sichernde Ausgaben ermöglicht und eine Simulierung der Aussagen eines ärztlichen Auswerters nicht stattfindet. In einem Fall war der Geräuschpegel zu hoch, so daß eine Diagnose nicht möglich war. Von der in Deutschland üblichen Beurteilung der Lagetypen wurde nur der überdrehte Linkstyp angegeben. Der Begriff »Rechtsbelastung« fehlte, die Angabe »Bigeminus« war nicht einprogrammiert. Schenkelblockbilder kamen erst bei stärkerer Ausbildung zum Tragen. Die Angabe »Bradykardie« wurde erst bei Frequenzen unter 55/Minute festgestellt. Rhythmusveränderungen müssen mehr als 10% betragen, um erfaßt zu werden. Die Infarktlokalisierung wurde weniger präzise vorgenommen. Die Erkennung des Linkshypertrophieschadens wird erst noch programmiert.

Auswertung von Ballistokardiogrammen

Mit dem Computereinsatz auf diesem Gebiet beschäftigen sich u. a. TALBOT (1961) sowie TALBOT u. HARRISON (1964).

Auswertung von Phonokardiogrammen

GERBARG u. Mitarb. (1961) veröffentlichten einen Bericht über die Analyse von Phonokardiogrammen, wobei nach einer Aufnahme der Herztöne ihre Umwandlung in eine für den Digitalcomputer verträgliche Form stattfindet. Anschließend wird die Analyse durch den Computer durchgeführt. Die Herztöne von 1000 männlichen Angestellten wurden registriert und die Aufzeichnungen von Platten auf Analogbän-

der überschrieben. Im Prinzip werden dann gewünschte Segmente des Analogbandes ausgewählt und diese Anteile in eine Digitalaufzeichnung auf Magnetband konvertiert. Dieses Band wird für den *input* einer IBM 704 für die automatische Verarbeitung benutzt. Der Computer errechnet von den digitalen Eingabeinformationen eine Tafel, in der Stromstärke gegen Zeit eingetragen ist. Er identifiziert die systolischen und diastolischen Intervalle und mißt verschiedene Parameter. Schließlich werden diese Messungen analysiert und bestimmt, ob der Herzton normal oder anomal ist. Das Programm war in etwa 90% erfolgreich. Viele Fehler sind auf eine falsche Aufnahme-technik zurückzuführen. Weitere Ausführungen sind auch von GERBARG u. Mitarb. (1962) veröffentlicht worden.

Die Anwendungsmöglichkeiten der Computer in der Phonokardiographie sind aber weniger entwickelt als beim Ekg, wie SCHÖMERICH (1967) auf einem Internationalen Klausurgespräch am 28./29. Oktober 1966 in Titisee ausführte. Zur unmittelbaren Analyse der einzelnen Schwingungen, aus denen sich erster und zweiter Herzton und die Herzgeräusche zusammensetzen, sind Filteranwendungen, rasche Papierlaufgeschwindigkeit und die Zurückführung auf Grundfrequenzen notwendig. SCHÖLMERICH (1967) benutzte FOURIER-Analysen zur Auswertung des Phonokardiogramms. Über die Entwicklungen von Filtern schrieben ebenfalls GERBARG u. Mitarb. (1961).

Auswertung von Röntgenbildern und Szintigrammen mit Hilfe eines Computers

35 mm große Reproduktionen von Röntgenbildern und etwa 5 cm große Ausschnitte von Röntgenfilmen wurden mit Hilfe eines Oszilloskops durchleuchtet und abgetastet, das Licht von einem Multiplier gesammelt und verstärkt einem Analog-Digital-Converter eingefüttert. Die Anordnung war in der Lage, 100 Grauwerte zu differenzieren, so daß mehr Unterschiede entdeckt wurden, als sie das unbewaffnete menschliche Auge differenzieren könnte. Auch daß Schilddrüsenzintigramme wie Thoraxbilder durch Grauwertverstärkung verbessert werden können, wurde auf einem IBM-Seminar in Bad Liebenzell am 6. März 1969 vorgetragen. Einerseits wurde durch einen Drucker das veränderte Bild mit verschiedenen Grauwerten reproduziert und andererseits auch die Möglichkeit der Rückspielung auf einen Kathodenstrahloszillographen vorgesehen. Dort konnte das veränderte Bild direkt beobachtet und auch fotografiert werden. Damit bestand die Möglichkeit eines Vergleiches zwischen dem veränderten Bild und dem Original (MEYERS u. Mitarb. (1963) und NICE u. Mitarb. (1963). Über die Auswertung von Szintigrammen mit Computerunterstützung nach Gabe von Radioisotopen berichten TAUXE (1968) und SCHOPKA (1969). Die Computerverarbeitung der szintigraphisch gewonnenen Daten ergibt sinnesphysiologisch adäquate Bilder, die vom Arzt leichter zu deuten sind als Originalszintigramme. Bei den sog. »Szintigraphiegeräten mit stehendem Detektor« erschließt der Computer darüber hinaus ganz neue Anwendungsbereiche (ADAM 1969b). Es ist nämlich möglich, die Änderung der Radioaktivitätsverteilung als Funktion der Zeit zu erfassen. Damit gelingt es beispielsweise, den Durchfluß einer gallengängigen Substanz durch Leberparenchym und Gallenblase quantitativ darzustellen, Zeit-Aktivitäts-Kurven des Durchflusses einer radioaktiven Substanz durch den linken und rechten Herzventrikel zu gewinnen und exakte Kreislauf-Zeit-Bestimmungen durchzuführen.

Für den Dialog zwischen Röntgenarzt und Computer wurde ein FORTRAN-kompatibles-System entwickelt. Mit bis zu 24 Kathodenstrahlröhren (IBM 2760) kann mit

dem gleichen Programm an einer IBM/360 vom Modell 40 an aufwärts gearbeitet werden. Das Programm wurde für RADIATE entwickelt, ein System, das zur Erstellung, Schematisierung und Übermittlung von Röntgenberichten dient. Das FORTRAN-kompatible-System kann für diagnostische Programme, für die Erstellung der Anamnese und Untersuchungsberichte sowie für andere Dialoge zwischen Arzt und Computer benutzt werden.

Ein Subsystem ist CADS, das über RADIATE zu erreichen ist, in dem mit dem BAYES-Theorem Diagnosen errechnet werden (REICHERTZ 1969). Über die Analyse von Röntgenfilmbildern des Herzens bei Katheteruntersuchungen mit Kontrastmitteldarstellungen wird bei LEDLEY (1965) berichtet. Die Bilder werden direkt in den Computer eingespeichert und die Bildfolgen analysiert. Da die Verteilung des Kontrastmittels, die größte Konzentration, die Länge des größten und kleinsten Durchmessers durch das Zentrum der Kontrastmittelverteilung im Ventrikel, das Ausmaß sowie der Ort des tiefsten und seitlichsten Punktes der Verteilung festgestellt werden, ist es möglich, die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen zu berechnen. Hierzu werden die Differenzen der Messungen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bildern benutzt. Sie werden dann mit Normalbedingungen und Krankheitszuständen verglichen.

Zur Analyse von Bildern (*image processing*) gehört die Analyse von Mikrophotographien. Hierbei kann beispielsweise der Ribonuklein-Eiweißgehalt von Zellen unter verschiedenen Bedingungen, u. a. nach Hormonstimulation, beobachtet werden.

Über die Auswertung der Morphologie von Zellen und Chromosomen mit Hilfe eines Computers wird mehrfach von MENDELSON u. Mitarb. (1964, 1965) berichtet. Mikroskopische Bilder werden mit Hilfe der sogenannten CYDAC (scanning CYtophotometric DATA Conversion) ausgewertet. Wie bei der Auswertung der Röntgenbilder werden die Bilder abgetastet, analog-digital umgewandelt und anschließend auf einem Magnetband gespeichert. Das Band wird durch einen Computer ausgewertet. Auch hier kann mit Hilfe eines Druckers das Bild der Zelle nachgeahmt werden. Nachdem eine größere Anzahl von Magnetbändern mit den möglichen Unterschieden zwischen einzelnen Zellarten erstellt worden ist, beabsichtigen die Autoren, an die Analyse von normalen Blutbildausstrichen zu gehen. Auch die Analyse von Chromosomensätzen wird in der gleichen Form geplant. Die ersten Erfahrungen mit der Analyse von Blutzellen und Chromosomenbildern durch Computer sind ermutigend.

Schließlich sei erwähnt, daß LEDLEY (1965) auch über die Analyse von lebenden Zellen in Gewebekulturen nach Mikrofilmanalysen und Untersuchungen über die Anatomie der Kapillaren und des kapillären Blutstromes berichtete (S. 88).

UHR (1964) beschäftigt sich ebenfalls mit Problemen, die zur *pattern recognition* gehören.

Anwendungsmöglichkeiten im Laboratorium

Die fortschrittlichsten Laboratorien erfahren eine jährliche Zunahme der anfallenden Testmenge von 10 bis 25 % (PEACOCK u. Mitarb. 1964). Die anfallenden Daten müssen immer noch gesammelt, berechnet, gespeichert, interpretiert und verteilt werden. Fehlermöglichkeiten im Laboratorium, wie sie BÜTTNER (1964, 1966) und EGGSTEIN (1967) beschreiben, lassen es neben dem großen Anfall der Daten ratsam erscheinen, sich mit dem Datenfluß, der Prozeßsteuerung und Plausibilitätskontrollen zu beschäftigen. EGGSTEIN (1967) bemerkt, wie bereits erwähnt, daß die gut durchorganisierte herkömmliche Informationsübermittlung Datenverlustquoten, Schreib- und Übertragungsfehlerquoten sowie Fehler durch falsche zeitliche Zuordnung der Werte bedingt. Bei automatisiertem Informationsfluß gelangen 98 % der Labordaten in richtiger zeit-

licher Zuordnung und mit richtigem Inhalt in die Krankenakten. Die Ablochung der Daten bedingt nur 0,6% der fehlerhaften Werte. Zusätzlich muß vermerkt werden, daß nach diesen Untersuchungen bisher die Belastung der medizinisch-technischen Assistentin durch Schreibarbeit 10 bis 57% der Gesamtarbeitszeit betrug. Mit zunehmender Mechanisierung des Arbeitsablaufs wird der Zeitaufwand für Auswertung und Schreibarbeit immer mehr ansteigen. Schon diese Tatsachen sprechen für den Einsatz von Computern, der durch die Notwendigkeit und Wirksamkeit von Plausibilitätskontrollen noch unterstrichen wird. Hinzugezogen wurden erstens Extremwertkontrollen, zweitens Verlaufskontrollen und drittens Datenkorrelationen. So wurde die Prüfung unwahrscheinlicher Werte im Rahmen der Extremwertkontrolle veranlaßt.

Eine Verlaufskontrolle ergibt sich bei Bestimmungen an verschiedenen Tagen beispielsweise dadurch, daß der Serumharnstoff selbst bei einer Anurie nur um ca. 30 mg⁰/₀/Tag zunehmen kann. Die Datenkorrelation befaßt sich beispielsweise mit dem pathologischen Befund einer Glykosurie bei normalem Blutzucker. Für diese verschiedenen Kontrollmöglichkeiten der Laboratoriumswerte scheint die Einführung eines automatischen Informationssystem empfehlenswert. GUIGAN erklärte in Titi-see sein »On-line«-System. Es demonstriert eindrucksvoll die Vorteile einer solchen Anordnung. Auch das Problem der Festlegung der Normalbereiche verschiedener Laborwerte konnte mit Computerhilfe besser angegangen werden als bisher.

Nach SCHNEIDER (1968) eignet sich das klinisch-chemische Labor am besten für den Einsatz des Computers. Die automatischen Meßgeräte, wie Autoanalyser, lassen sich über einen Multiplexkanal mit einem Computer verbinden. Die Abfrage der einzelnen Anschlüsse kann zyklisch oder durch Programm gesteuert erfolgen.

Zusammenfassend seien einige Arbeitsabläufe dargestellt, die ein Datenerfassungssystem in einem klinischen Laboratorium durchführen könnte:

1. Automatische Instrumentenablesung und Protokollführung.
2. Datenverarbeitung der Instrumentenausgabe mit Hilfe einer mathematischen Methode.
3. Aufstellung von Berichten pro Patient sowie laufende Aufzeichnung für das Laborjournal.
4. Automatische Übertragung der Daten zur Korrelation mit anderen physiologischen Werten und zur Integration mit Daten anderer Abteilungen.
5. Automatische Instrumentenüberwachung zur Qualitätskontrolle.

Unter diesen Voraussetzungen ist es naheliegend, daß es bereits ein »LIS« (Laboratory Information System) gibt. Auf dem Wege hierzu sind WASCHEWSKY (1963), KENZELMANN (1967a) und SCHNEIDER (1969a). Sie gehen vom Einsatz automatischer Analysatoren für Laborwerte, beispielsweise dem Autoanalyser von Technikon, aus. Die Autoren lassen u. a. über Lochkarten die Anforderungen für die Untersuchungen an das Labor gehen. Bei KENZELMANN (1967a) wird das Untersuchungsgut mit Hilfe eines Gummibandes, durch das eine abtrennbare Kurzkarte an die Probe geheftet wird, gekennzeichnet. Ein Probenleser liest jede Kurzkarte und überträgt den Identifizierungsbegriff auf die Steuereinheit. Die am Papierstreifenschreiber des Analysengerätes anfallenden Analogwerte werden durch einen Converter digitalisiert und mit der Identifizierungsnummer an den Kartenlocher gesandt und abgelocht oder *on line* verarbeitet.

Ein sog. Diagnostik-Informationszentrum (Abb. 30), das aus den automatisierten Kliniklaboratorien die Stationsärzte mit Untersuchungsergebnissen versorgt, ist Anfang 1969 in Betrieb genommen worden. Es ist nach GALL (1969) das erste System in Europa, das Pflegestationen und Laboratorien einer Klinik in dieser Weise verbindet. Ein Pro-

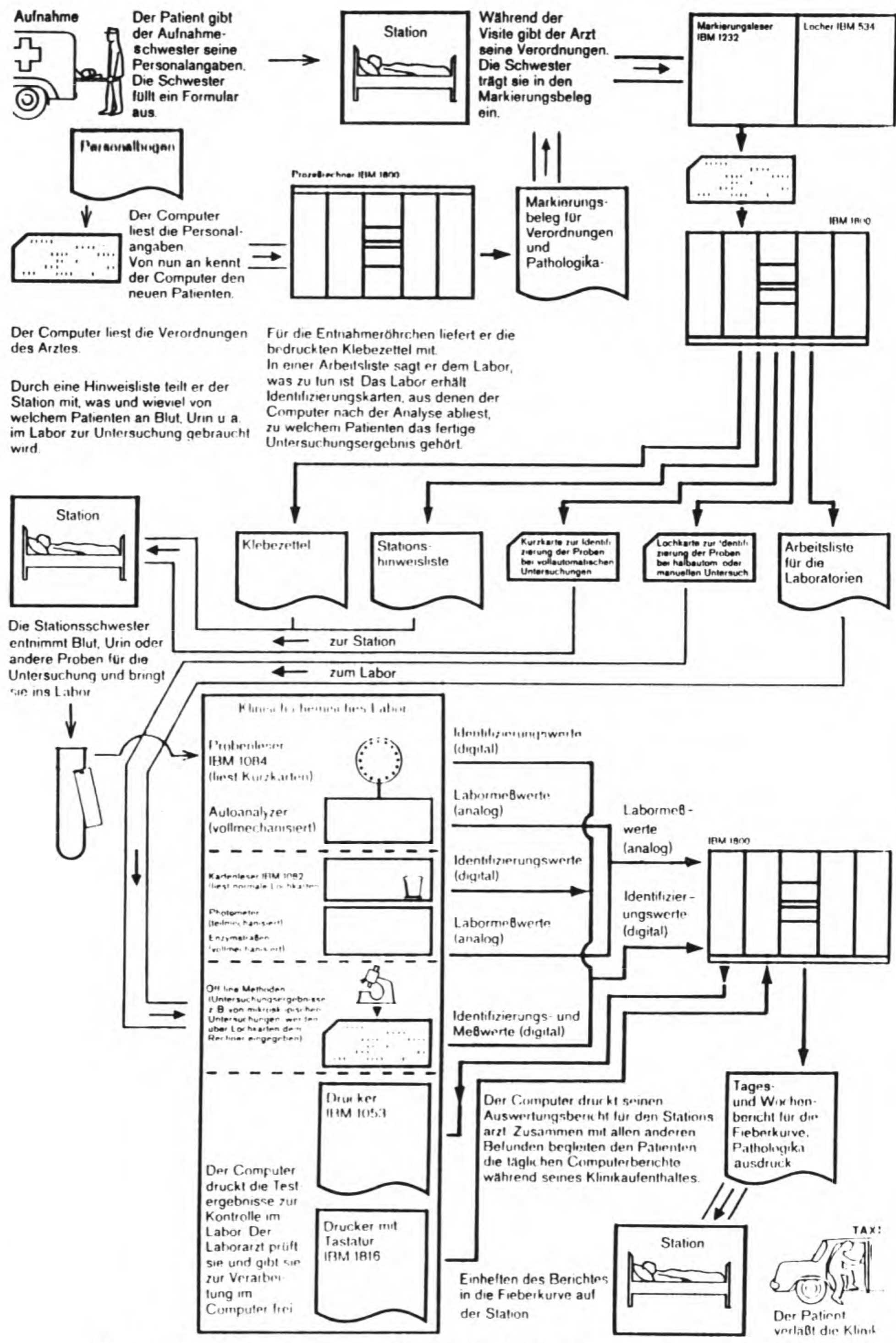


Abb. 30 Diagnostik-Informationssystem der Medizinischen Universitätsklinik Tübingen. (Aus: Diagnostik-Informationssystem. Hrsg. von H. E. Bock und M. Eggstein, Springer,

zeßrechner IBM 1800 steuert Untersuchungsgeräte, empfängt **gemessene** Werte, wertet sie aus und verfaßt tägliche Berichte. Die Anforderung erfolgt auf Markierungsbelegen (BOCK u. EGGSTEIN 1968). Dieser Rechner 1800 ist im Prinzip ein System zum Erfassen, Verarbeiten und Verwerten von Prozeßdaten, beispielsweise zum Zweck der Überwachung, Steuerung und Regelung von technischen Vorgängen. Er besteht aus digitalen und analogen Rechenanlagen einschließlich Programmen und Geräten, die die Anpassung zwischen Meßstelleneinrichtung und Rechner vollziehen (GANZHORN u. WALTER 1967).

Nach WASCHESKY (1963) bringt die Kombination von Analysator und Datenverarbeitungsanlage die Erreichung einer sehr hohen Sicherheit. Auch ein kleines System hat nach diesem Autor schon viele Vorteile und kann bessere und sichere Werte zu erträglichen Kosten liefern. Die Kontrollarbeit für die Laborwerte kann dem Laborarzt dadurch abgenommen werden, daß alle Testergebnisse, die außerhalb des Normalbereiches liegen, beispielsweise durch einen Stern vom Computer gekennzeichnet werden. SCHNEIDER, W. hat mit einer zentralen Dateneinheit an der Universität Uppsala mehrere Laboratorien in Krankenhäusern verbunden, die hunderte von Kilometern entfernt sind. Die Labors besitzen u. a. Datenerfassungseinheiten, deren Unterlagen der Zentraleinheit in Uppsala über Telefonleitungen durchgegeben, dort ausgewertet und zurückgemeldet werden. Sein Datenverarbeitungssystem mit Satellitencomputern bietet viele Vorteile, ist jedoch noch nicht vollautomatisiert, unter anderem fehlten Probenleser. Vom »LIS« ist zum Krankenhaus-Informationssystem (KIS), das bereits S. 61 erwähnt wurde, immer noch ein weiter Weg.

Zur Dokumentation der Anforderung von Labordaten wurden Markierungsbelege entwickelt. Auch die Ergebnisse können auf die gleiche Art übertragen werden, wenn man *off line* arbeitet. Sie können bei einer anderen Methodik direkt auf die Lochkarte, mit der die Anforderung erfolgte, eingestanzt werden. Auch die Möglichkeit der Übertragung der Daten ins Labor und zurück auf die Station mit Hilfe von *terminals* (mit Maskentastaturen) muß hier erwähnt werden. Ausführlich beschreibt LAMSON (1965) die Datenverarbeitung im Laboratorium mit Computerhilfe. Er bespricht die Probleme, die sich bei der Verarbeitung der verschiedenen im Labor anfallenden Daten bis zur Verwaltung hin ergeben. Er bezieht sich besonders auf das angewandte System in der Universität von Kalifornien in Los Angeles.

Ein vollständiges LIS entwickelte die Advanced Systems Development Division der IBM in Yorktown Heights (N. Y.). Interessant ist, daß nach ihrer Meinung 90% des gesamten Untersuchungsvolumens eines Labors auf folgende Einheiten entfallen:

Tabelle 11

<i>Name der Laboratoriumseinheit</i>	<i>Anzahl der Tests</i>
Chemie	20
Harnanalysen	1
Hämatologie	4
Mikrobiologie	10
Serologie	2

Eine Automatisierung lohnt sich natürlich nur bei dem Anfall einer größeren täglichen Anzahl gleichartiger *tests*.

Auf einer Tagung in Elsinore berichteten JUNGNER (1966), GUIGAN (1966), KIRKHAM u. Mitarb. (1966) über weitere Fortschritte der Laborautomation mit Computerhilfe. Auch SELIGSON (1964) und CONSTANDSE (1964) beschäftigten sich mit diesem Problem.

Im Rahmen seines Aufsatzes über das KIS teilt GRIESSER (1969) auch seine Ansichten über die Verwendung von Computern im Labor mit.

Über die organisatorischen Konsequenzen der Automation und Datenverarbeitung im klinisch-chemischen Laboratorium publizierten EGGSTEIN u. Mitarb. (1967) sowie BOCK u. Mitarb. (1965).

Stoffwechselstudien

Die Anwendung von Elektronenrechnern hat sich auch bei Messungen der $^{14}\text{CO}_2$ -Ausscheidung (SHREEVE 1964) und bei Studien des Kupferstoffwechsels bewährt (AISEN 1964).

Diagnostik von Krankheiten mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen:

Auf die bisherigen Versuche und Ergebnisse mit dem Einsatz von Computern bei der Diagnostik von Krankheiten soll ausführlich auf S. 109 vor der eigenen Versuchsanordnung eingegangen werden.

Therapieplanung mit Computerhilfe speziell in der Strahlenheilkunde

In den Bereich der Therapie gehört die Anwendung des Computers bei der Auswertung von Untersuchungen über Therapieerfolge, die immer im Vergleich, sei es mit der zur Zeit besten Behandlungsmethode einer Krankheit oder mit Plazebo, erfolgen muß. Hierauf soll jedoch nicht weiter eingegangen werden; es würde sich hier um den Einsatz von Statistik mit Computerunterstützung handeln. Einen direkten Einsatz in der Therapieplanung und Durchführung bedeutet dagegen die Benutzung von datenverarbeitenden Maschinen bei der Aufstellung von Behandlungsplänen mit umfangreichen Berechnungen. Diese kommen für verschiedene Strahlenquellen in Frage.

Nach der erstmaligen Anwendung der Computertechnik in der Strahlentherapie im Jahre 1955 durch TSIEN kann jetzt

1. eine Berechnung der individuellen Dosisverteilung der verschiedenen Bestrahlungsmethoden,
2. die Erarbeitung universell anwendbarer Bestrahlungsmethoden mit ihrer Dosisverteilung und Zusammenfassung in Isodosenatlanten,
3. die Optimierung von Bestrahlungsmethoden für bestimmte Indikationen,
4. die Ermittlung der bei den verschiedenen Methoden auftretenden Integraldosen, also der Gesamtkörperbelastung und
5. die statistische Auswertung der Behandlungsergebnisse erfolgen (KUTTIG 1969).

Bei der Strahlentherapie kann es sich um eine extern angebrachte Strahlenquelle handeln, von der aus bei Veränderung der Felder, wenn möglich in Abhängigkeit von der Lokalisation, der Größe des Tumors und der Energie der angebrachten Strahlen, die Behandlung erfolgt. Daneben gibt es eine interstitielle Behandlung durch flüssiges Material für intrakavitäre Bestrahlung und festes strahlendes Material, das direkt in das Tumorgewebe gebracht werden kann. Die letzte Form hat den Vorteil der Behand-

lung des kleinstmöglichen Gewebevolumens mit der kleinsten Dosisabgabe an das umgebende gesunde Gewebe.

Unabhängig von der Anwendungsart muß eine adäquate Dosis von ionisierenden Strahlen an den Tumor herangebracht werden ohne Zerstörung oder unnötige Schädigung des umgebenden, vitalen, normalen Gewebes. Schon die Verteilung der Dosis im menschlichen Körper von einem einzigen Behandlungsfeld oder einer einzigen implantierten Strahlungsquelle aus ist sehr komplex. Hingewiesen sei auf Literatur bei STERLING u. PERRY (1965) sowie auf holländische Erfahrungen von VAN DE GEIJN (1966).

STERLING u. Mitarb. (1962) gehen von der bekannten Tatsache aus, daß der Gebrauch der *äußeren Bestrahlung* viel häufiger ist als die Behandlung mit Implantaten und daß der Computer hier ein weites Feld von Möglichkeiten für die Therapiegestaltung eröffnet. Nimmt man beispielsweise die Planung für einen Patienten mit Ösophaguskarzinom mit $^{60}\text{Kobalt}$ -Telebestrahlung, einen Quellen-Hautabstand von 80 cm und 4 Felder von der Größe 8 mal 15 cm und einen Eintrittswinkel der Strahlen von 40 Grad, so kann man sich denken, daß die früher einzig vorhandene Methode der Dosisbestimmung mit einer Interpolation anhand von Zeichnungen unsicher und langsam war. Der Einsatz eines Computers erscheint daher als die natürliche Alternative zu der Handarbeit. Nach den genannten Autoren bestehen die einzelnen Schritte in der Entwicklung einer Computeranwendung in:

1. einer Systematisierung des Behandlungsfeldes und einer angepaßten Angabe des Isodosenverhaltens,
2. einer Errechnung der Dosenwerte für ein einfaches schematisiertes Behandlungsfeld und
3. der Berechnung des Dosisverhaltens für ein komplexes Behandlungsfeld.

SCHOKNECHT u. SCHÄFER (IBM-Fachbiblio.) veröffentlichen ein Verfahren zur Bestimmung der Dosisverteilung bei der Strahlenbehandlung mit $^{60}\text{Kobalt}$ unter Verwendung eines Computers und meinen abschließend, daß das beschriebene Programm zu einer schnellen und exakten Bestrahlungsplanung führt, wie sie ohne Anwendung der elektronischen Rechenmaschinen nicht möglich wäre. Die Ergebnisse konnten anschaulich in Form von Isodosenkurven beschrieben werden. Experimentelle Prüfungen sollen nach diesen Autoren ergeben haben, daß die bei der Bestrahlung erzielte Dosisverteilung von einer Gewebtiefe von 3 cm an mit großer Genauigkeit wiedergegeben wird. Die Berechnung der Dosisverteilung in mehreren parallelen Ebenen eröffnet auch die Möglichkeit einer dreidimensionalen Bestrahlungsplanung. Nach SAWYER (1965) ist ein Bestrahlungsdosencomputer geplant, der die komplette Dosisverteilung in 15 Minuten angeben kann. Auch FEHRENTZ u. Mitarb. (1968) berichten über die Dosisverteilungen zur ^{60}Co -Teletherapie mit einem Digitalrechner.

Bei *Implantation der Strahlenquelle* ist es möglich, mit Hilfe eines Computers eine komplette Verteilung der Strahlendosen im gesamten mit radioaktivem Material beschickten Gebiet zu erhalten. Dies ist besonders wichtig bei Karzinomen der vorderen zwei Drittel der Zunge und am Mundboden, wo man das Vorkommen von lokalen Nekrosen des gesunden Gewebes soweit wie möglich verhindern muß. Hier hat der Computereinsatz Hervorragendes geleistet, da schon geringe Abweichungen der implantierten Strahlenquellen von ihrer Sollage die Ursache für Strahlenschädigungen oder Rezidive sein können. Nach der Spickung des Gewebes mit Nadeln kann ihre Lage im Röntgenbild exakt kontrolliert und danach in kurzer Zeit die Dosisverteilung mit Hilfe eines Computers berechnet werden. Korrekturen durch unterschiedlich langes Liegenlassen der einzelnen Strahlenquellen oder durch Veränderung ihrer Lage, können in kurzer Zeit stattfinden (SHALEK u. FLETCHER 1962, STOVALL u. SHALEK

1962, FLETCHER u. STOVALL 1962). Zu Problemen der Bestrahlungsbehandlung bei Karzinomen äußerten sich auch STERLING u. PERRY (1966). SHALEK u. STOVALL (1966) veröffentlichten einen Bericht über Dosisberechnungen bei intrakavitärer Bestrahlungstherapie. Über die Berechnung der Strahlendosis von innerlich verteilten radioaktiven *Isotopen* berichtet auch ROBERTSON (1959).

Ausbau der Positronszintigraphie

Die Positronszintigraphie wurde von ROBERTSON u. BOZZO (1964) mit Hilfe des Computereinsatzes weiterentwickelt. Zur Diagnose und Behandlung von Hirntumoren können u. a. Positronen (⁷⁴Arsen und ⁶⁴Kupfer) benutzt werden. Ihre Anwendung basiert auf dem Prinzip, daß sie eine Form von »Antimaterie« darstellen, die, wenn sie mit einem normal geladenen negativen Elektron zusammenstößt, sich auslöscht, aber dabei zur Entstehung von 2 Gammaquanten führt, die in umgekehrten Richtungen ausgesandt werden. Der Vorgang ist durch eine Koinzidenzzählung festzustellen. Durch den Computereinsatz können nicht nur wie gewöhnlich 2 Detektoren, sondern 32 Kristalldetektoren ringförmig auf dem Kopf des Patienten angebracht und ihre Ergebnisse ausgewertet werden. So kann eine bessere Lokalisation des Tumors erreicht werden. ROBERTSON (1966) macht weitere Ausführungen über die Verwendungsmöglichkeit der Computer in der Nuklearmedizin, beispielsweise zur Ganzkörperzählung und der Gammastrahlenspektralanalyse. Über die Beschleunigung der Ganzkörperaktivitätszählung durch einen Prozeßrechner IBM 1800 im On-line-Betrieb berichtet KOEPPE (1968). Die Erfassung und Bearbeitung von Daten in der Nuklearmedizin wurde von ADAM (1969a) in Bad Liebenzell besprochen.

Zusammenfassend meinen GRAUL u. FRANKE (1969): Die Verarbeitung von Test- und Untersuchungsergebnissen elektronischer Datenverarbeitungsanlagen zur Gewinnung des höchstmöglichen Informationsgehalts wird in der zukünftigen Nuklearmedizin wesentliche Bedeutung haben. Auch die anschauliche Präsentation von Daten wird an Bedeutung gewinnen. Eine weitere Verbesserung der Elektronik führt zu kleinen Ganzkörperzählern.

Die sog. nuklearmedizinische Computerdiagnostik wird in der Zukunft große Fortschritte machen.

Programmiertes Lernen

Unter anderen erläuterte KIRSCH (1963) die Möglichkeiten eines diagnostischen Trainings mit Hilfe eines Computers. Hierbei wurde mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitstabellen ein »synthetischer Patient« simuliert. Die Symptome werden zur Diagnose vorgelegt. Etwa 10 Teilnehmer können gleichzeitig üben, wobei jeder einzelne individuell zu seiner Diagnose kommen kann. Man kann alte Befunde heranziehen, ebenso Laborergebnisse anordnen und schrittweise die Ergebnisse zusammenfassen. Für das Vorgehen werden Wahrscheinlichkeitstabellen benötigt, die noch zu erstellen sind. Danach könnte das Lehrspiel auch an Hochschulen Verwendung finden. Die Programme sollen in FORTRAN geschrieben werden.

Bei programmiertem Lernen kann der Computer auch zur Prüfung benutzt werden, ob das Können eines Schülers an vorgegebenem Material ausreicht, ob er zu neuem Lernstoff fortschreiten kann oder ob er weitere Instruktionen von dem zuletzt vorgelegten Material erhalten muß. Dieses Entscheidungsproblem ist nicht einfach zu lösen. Es

sind aber bereits einige Vorschläge auf diesem Gebiet unter Benutzung der BAYES-Formel von SMALLWOOD (1962) gemacht worden.

Von BALINTFY (1965) wurden Krankheiten des Respirationstraktes für Experimente dieser Art ausgewählt. Die Unterlagen entstammen medizinischen Lehrbüchern und klinischer Erfahrung. Die Symptom-Krankheits-Matrizen wurden von 74 Krankheiten und 359 *symptoms, signs* und *tests* erstellt, abgelocht und dienten als *input* für eine IBM 1410. Die Befehle waren in FORTRAN programmiert.

Es kann das Vorhandensein oder Fehlen einzelner Symptome vom Computer erfragt werden, der dazu, wenn erwünscht, jeweils eine Liste der möglichen Erkrankungen ausgibt. Dadurch können die am besten zwischen zwei Krankheiten diskriminierenden Symptome herausgefunden und eine Diagnose mit einer möglichst kleinen Zahl von Schritten gestellt werden.

In den Vereinigten Staaten wurde von der IBM das Modell 1500 als Lehrmaschine vorgestellt. Sie kann 32 Schülern oder Studenten gleichzeitig durch »Time-sharing«-Eigenschaften die Möglichkeit bieten, auf audiovisuelle Art den Lehrstoff aufzunehmen. Über Schreibmaschinentastaturen, Bildschirmgeräte, Diaprojektoren und vorher aufgezeichnete Toninformationen wird dem Lernenden das Lehrmaterial zugeführt. Er kann dabei das Lerntempo nach seinen eigenen Fähigkeiten selbst bestimmen.

PAGÈS u. GRÉMY (1966) führten aus, daß alle Länder prinzipiell in bezug auf die Erziehung dieselben Probleme haben:

1. Die ungeheure Zunahme neuer Informationen und die Schwierigkeit auf dem eigenen Arbeitsgebiet mit diesen Informationen Schritt halten zu können.
2. Die Zunahme der Zahl der Studenten.
3. Die Schwierigkeit, genügend und kompetente Lehrer zu haben.

Aus diesem Grunde sei die Anwendung der Computertechnik auch für das programmierte Lernen eine große Hilfe. Nach diesen Autoren gibt es verschiedene methodische Ansätze:

1. Die Antwort des Computers, bevor der Student den nächsten Schritt tut, kann immer die gleiche sein, unabhängig von der Antwort des Studenten.
2. Einen weiteren Fortschritt bedeutet die Abhängigkeit des nächsten Schrittes von der vorangegangenen Antwort.

Hierbei kann die Lehrstrategie eng der Persönlichkeit des Lernenden angepaßt werden. Eines der in dem Vortrag angeführten Programme ist für eine IBM 1401 mit Platten in der Programmiersprache Autocoder geschrieben. Ein Computer kann viele Patienten zur gleichen Zeit simulieren, wobei 15 bis 20 Studenten diagnostizieren können. Der Student erhält 2 Listen. Eine Liste für die Untersuchungen, nach denen er fragen kann, und eine zweite Liste für Krankheiten, zwischen denen er unterscheiden soll. Für jeden einzelnen Krankheitsfall kann der Student mit Hilfe dieser beiden Listen zunächst den Patienten »untersuchen« und dann seine Diagnose anbieten. Wenn der Student meint, er könne eine Diagnose angeben, kann er 4 verschiedene Arten von Antworten erhalten:

1. Diagnose richtig. Untersuchen Sie den folgenden Patienten.
2. Richtige Diagnose, aber die Symptome, die Sie bis jetzt gesammelt haben, passen auch zu folgenden Krankheiten: . . . (Diese werden hier angegeben). Fahren Sie fort mit der Differentialdiagnose.
3. Falsche Diagnose, obwohl in Übereinstimmung mit den Symptomen, die Sie ausgewählt haben.
4. Falsche Diagnose.
 - a) Diese Diagnose erklärt nicht die folgenden Symptome, die Sie bereits gesammelt haben: . . .

- b) Sie befinden sich im Widerspruch durch das Fehlen der folgenden Symptome, die durch Ihre Fragen gefunden worden wären, wenn Ihre Diagnose richtig gewesen wäre: . . .

Ein zweites Programm benötigt die Maschine, um einen synthetischen Patienten von Wahrscheinlichkeitstafeln zu generieren. Es gibt 4 Tabellen mit Wahrscheinlichkeiten:

1. Eine Symptom-Krankheits-Wahrscheinlichkeits-Tabelle,
2. eine für körperliche Befunde/Krankheit,
3. eine für Anamnese/Krankheit und
4. eine für Labortests/Krankheit.

Eine fünfte Tabelle stellt fest, ob die Laboratoriumsuntersuchungen in der optimalen Reihenfolge geschehen sind. Das Programm ist bereits erstellt, aber keine dieser Tabellen ist bisher geschrieben worden! Nach der Monte-Carlo-Methode soll die Maschine später die *symptoms* und *signs* herausarbeiten.

Ein drittes Programm ist von den anderen sehr verschieden. Es handelt sich dabei um ein sogenanntes »Sokratisches System«. Ausführlich wird dieses Vorgehen beschrieben von SWETS u. FEURZEIG (1965). Der Student ist in der Strategie seines Vorgehens sehr frei. Er kann nach jeder Information fragen, die er wünscht, und seine Diagnose vorschlagen, wann immer er glaubt. Die einzige Begrenzung ist durch das Vocabularium gegeben. Die Autoren führen ein Beispiel an:

»Pneumokokken – Pneumonie«

»Sind Sie absolut sicher?«

»Ja.«

»Sie können es nicht sein, bevor Sie einen unwiderlegbaren Augenschein haben. Was würde Ihnen helfen, die Diagnose weiter zu bestätigen?«

»Der Beweis durch die Sputumausstriche und die Kultur.«

»Gut. Sonst noch etwas?«

»Nein.«

»Ich denke, Sie müßten ebenfalls den Beweis von den Röntgenuntersuchungen erwarten. Machen Sie weiter und wir werden sehen, was passiert.«

usw.

Ein Programm in den USA (Columbia) soll den Studenten beim Erlernen der medizinischen Fachterminologie unterstützen, aber auch eine Hilfe bei der Diagnosefindung sein. Es enthält die gesamte 3. Auflage der »Current Medical Terminology« auf zwei nicht voll ausgelasteten IBM-1316-Plattenstapeln. Mittels BOOLE-Logik kann man auch Symptome, Röntgen-, Laborbefunde usw. eingeben und so differentialdiagnostisch in Frage kommende Krankheitsbilder erhalten.

Ein anderes Lehrprogramm ist SIS (Sequential Instruction System). Es wird zum Selbstunterricht für die Programmiersprache PL/I eingesetzt.

Ein drittes von WAGNER (1969) erwähntes Programm, das der University of Missouri gehört, ist ODARS, das eine Erweiterung des bereits beschriebenen RADIATE ist und für die Abfassung des radiologischen Befundberichtes benutzt wird. WAGNER (1969) meint, daß in den USA rund 100 spezielle Programme für den programmierten medizinischen Unterricht entwickelt worden seien.

Anwendungsmöglichkeiten von Computern im öffentlichen Gesundheitsdienst

An den Wegen, die ein Tuberkulosekranker von der Entdeckung seiner Krankheit über seine Heilstättenbehandlung bis zur weiteren Beobachtung seines Zustandes durch

öffentliche Gesundheitsämter, über die Wiederaufnahme in Krankenhäuser und wieder zurück zum Gesundheitsdienst, durchmacht, leitet MOORE (1959) ab, was er unter der Wiederauffindung und Verarbeitung von Daten im öffentlichen Gesundheitsdienst versteht. Bei den vielen an der Behandlung beteiligten Stellen handelt es sich zwar um ein Hand-in-Hand-Arbeiten, aber um kein Team. Hier soll eine Verbesserung des Informationsflusses durch Computer erreicht werden. Auch YODER (1962) betont einige Jahre später, daß er vor der Einrichtung eines Computersystems feststellen mußte, daß die Notwendigkeit für eine Modernisierung der Methoden vorhanden war. Seine kurze Erfahrung nach Einführung des Systems möchte er als erfolgreich charakterisieren. Natürlich muß man fortlaufend weiterlernen und die Möglichkeiten der Anwendung eines Computersystems weiter ausbauen. Zu den Aufgaben, die die Abteilung für öffentliche Gesundheit im Staate Illinois hat, gehören beispielsweise die Tuberkulosefürsorge, die Kontrolle infektiöser Erkrankungen, Hygiene, Laboratoriumsdienste, Zahnpflege, Kontrolle chronischer Krankheiten, Gesundheitsdienst für Mutter und Kind, die Giftkontrollen, Kontrollen der Luftverschmutzung u. a. m. Das gesamte Personal für die Datenverarbeitung beträgt 43 Personen; es soll auf 55 Angestellte anwachsen. Mit Hilfe einer Computereinrichtung läßt sich das Problem der Karieshäufigkeit vor und nach Fluoridierung des Trinkwassers gut bearbeiten. Eine entsprechende Studie läuft über einen Zeitraum von 15 Jahren mit jährlichen Untersuchungen von ausgewählten Gruppen. Nach der Vergrößerung des Personals werden andere Probleme in Angriff genommen werden: u. a. ein Index aller Geburten und Todesfälle sowie ein *monitoring* mit *teleprocessing* für Luftverschmutzung.

Über *health screening* mit Computereinsatz berichtet JUNGNER (1966), wobei er speziell auf das Värmland-Projekt eingeht. Er zitiert dabei DESSAU: »No health screening without a data processing machine.« Die Untersuchungen des Värmland-Projektes wurden etwa 119 000 Personen angeboten. Zur Untersuchung kamen 75 % = etwa 88 880 Personen. Zum Arzt wurden nach dem *screening* überwiesen: 9 % = etwa 7700 Personen.

Ein firmeneigenes Programm für Gesundheitsvorsorge-Untersuchungen von Mitarbeitern hat die IBM in den USA entwickelt. Erfasst wurden 90 % der Beschäftigten. 20 % der Untersuchten bedurften einer ärztlichen Überwachung oder Behandlung. Es wurde ein Erhebungsbogen mit 168 verschiedenen Fragen entwickelt. Eine erste große Gruppenuntersuchung hat die IBM auch in Deutschland mit Mitteln der Datenverarbeitung durchgeführt. Auch andere Vorsorgeuntersuchungen, z. B. in Berlin, wurden mit Computerunterstützung durchgeführt (GALL 1969). In Baden-Württemberg wurden Vorsorgeuntersuchungen an Tausenden von Jugendlichen mit Computer ausgewertet (BUCHBINDER 1969).

Einsatzmöglichkeiten in der Praxis des niedergelassenen Arztes

Wenn man von den Kosten absieht, ist es möglich, daß sich jeder niedergelassene Arzt an ein großes Computerzentrum anschließt. Dieses Zentrum müßte eine große »Remote-time-sharing«-Einrichtung haben, also eine Einrichtung für Datenfernverarbeitung und für den gleichzeitigen Ablauf mehrerer Programme zur Verarbeitung verschiedenartiger gleichzeitiger Anfragen. Dort wäre eine Datenbank für Auskünfte installiert. Anfragen könnten sich auf jedes Fachgebiet beziehen, beispielsweise auf den Inhalt von Lehr- und Handbüchern oder Spezialliteratur. Dadurch würde zeitlich aufwendige Literatursuche vermieden. Therapievorschläge könnten ebenfalls von dort eingeholt werden. Sollte sich dadurch nicht die ärztliche Praxis aufwerten lassen?

Durch das *medical record linkage* würden die Unterlagen jedes Patienten beispielsweise bei Überweisungen zum Fachkollegen oder zurück von der Computerzentrale zur Verfügung gestellt werden.

Mit einem entsprechenden Programm und statistischen Unterlagen über echte Krankheitsfälle könnte von der Zentralstelle eine Differentialdiagnose hoher Qualität erhalten werden und auch eine computerunterstützte Diagnose mit einem gewissen Wahrscheinlichkeitsgrad. Auch die Gesamtsymptomatik einer Erkrankung kann erfragt werden, ebenso beispielsweise mögliche Komplikationen. Diese Anfragen könnten per Telefon, Fernschreiber oder auch durch eine schreibmaschinenartige Endstelle, z. B. eine IBM 2740, erfolgen. Die Kosten wären dabei erträglich.

Sind Ekg-Programme bei der Computerzentrale vorhanden, kann man, wenn diese Programme dafür ausreichend sind, die auf Leitungen überspielten Ekg mit dem Computer auswerten. Abgesehen von dem Programm gibt es noch andere erhebliche Schwierigkeiten bei der Ekg-Auswertung mit Datenfernübertragung. Einige der Computerprogramme arbeiten mit den X-Y-Z-Ableitungen nach FRANK. Für ihre synchrone Übermittlung müßten Spezialmodems (Modem = MODulator-DEMulator) vorliegen, die drei Trägerfrequenzen haben, welche jeweils durch eine der drei Ableitungen moduliert werden, wenn man mit einer Telefonleitung auskommen will. Sie sollten zu beschaffen sein. Macht ihre Beschaffung aber Schwierigkeiten, müßten drei einzelne Leitungen zur Übertragung der Ableitungen gemietet werden. Will man zur Zentraleinheit störungsfrei übertragen, wäre eine Analog-Digital-Konvertierung vor der Datenübertragung direkt am Ekg vorzuziehen. Der Preis dürfte einen solchen Vorschlag für eine Einzelpraxis nicht interessant werden lassen.

Daten können auch an Laborgeräten, die eine elektrische Ausgabe ermöglichen, abgenommen und über Leitungen an die Zentraleinheit zur Verarbeitung weitergegeben werden.

Für die Dokumentation mit Computerunterstützung setzen sich die Praxisdaten zusammen aus: Anamnese, Befund, Labordaten inklusive Ekg u. a., Röntgenbefunden, Therapie und der Abrechnung. Die Anamnese kann dadurch teilweise automatisiert werden, daß der Patient einen Kasten mit vorbereiteten Lochkarten im Wartezimmer erhält. Den Lochkarten sind die Anamnesefragen aufgedruckt. Der Patient verteilt sie in drei Kästchen mit den Aufschriften »vorhanden/ja«, »nicht vorhanden/nein« und »ich weiß nicht«. Alle Karten des Ja-Kästchens können ausgedruckt werden, beispielsweise an einer Zentralstelle, zu der sie geschickt werden, ebenfalls die »Ich-weiß-nicht-Fragen« und dem Arzt vorliegen, bevor am nächsten Tag der Patient das Arztzimmer betritt. Bei Notfällen müßten die Anamnesen allerdings dann wie bisher erhoben werden, nämlich durch direkte Befragung des Patienten. Man kann bei telefonischer Anmeldung eines Patienten ihm auch einen Fragebogenkatalog übersenden und die Markierungen des Patienten auf diesem Fragebogen maschinell auswerten. Auch normierte Aufzeichnungen des Arztes in der Praxis können maschinell gelesen und ausgedruckt werden.

Komfortabler sind Schirmbildeinheiten mit Schreibmaschinentastatur, beispielsweise IBM 1050 kombiniert mit 2760, die den Dialog zwischen Arzt und Computer ermöglichen. Auf Schirmbildern werden nach Eingabe der Patientenidentifikation die Anamnesefragen dem Arzt vorgelegt. Dieser berührt mit einem Stift oder auch dem bloßen Finger die Antwort, die dadurch bei ihm ausgeschrieben und in der Zentralcomputer-einheit gespeichert werden kann. Korrekturen sind direkt möglich. Zusatztext kann angefügt werden. Ähnlich kann man auch bei dem Befund vorgehen. Speichert man diese Eingaben vorübergehend, wie erwähnt, zentral, kann man sie auch für einen automatisch zusammengestellten Arztbrief im Klartext benutzen.

Auch bei der Röntgenbildbefundung kann man mit der Schirmbildeinheit dem niedergelassenen Röntgenologen eine Hilfe bieten. Die Gesamtbefunde, beispielsweise des Magens, werden ihm nach seiner Untersuchung auf dem Schirmbild vorgelegt und er tippt die zutreffenden mit dem Stift an. Die angetippten Befunde werden registriert und in normierter Form für ihn ausgedruckt.

Daß Kassenabrechnungen mit Computerunterstützung erfolgen können, ist allgemein bekannt. Das Verfahren kann natürlich auch auf die Privatpatienten und eine eventuelle Betriebskostenaufrechnung ausgedehnt werden.

Schließlich kann durch Computereinsatz auch ein *appointment system* zum Tragen kommen. Die für einen Tag bestellten Patienten werden vom Computer zu bestimmten statistisch festgestellten individuellen Terminen in die Praxis beordert, um Wartezeiten möglichst kurz zu halten. Sie werden zu Untersuchungen, wenn notwendig nüchtern, bestellt. Vordrucke für den Postversand der Termine werden vom Computer selbst beschriftet.

Die bisher aufgezeichneten Möglichkeiten sind mit hohen Kosten und langer Entwicklungszeit belastet. Ärzte müßten sich zu einer Benutzergemeinschaft der Computerezentraleinheit zusammenfinden oder sie einzeln für die Benutzungszeit mieten.

In Kürze realisierbar sind dagegen folgende Projekte. Die Kosten sollten hierbei nicht über 2000 bis 3000 Mark monatlich liegen:

1. Ein Zentralcomputer ohne Fernleitungen wird zur Auswertung von Laborproben benutzt. Diese werden per Boten ein- bis dreimal täglich dem Zentrum übersandt, dort z. B. mit Autoanalysen verarbeitet und von Computern ausgewertet. Die Ergebnisse können ebenfalls wieder per Boten, Telefon, Fernschreiber oder Schreibmaschinenterminal zurückgemeldet werden. Die Computerauswertung kann größere Fehlerfreiheit gewährleisten (siehe S. 95).
2. Statt *teleprocessing* für die Ekg-Übermittlung, -Vermessung und -Auswertung werden die Kurven dem Zentralcomputer per Boten übersandt. Sie werden dort mit einem Kurvenleser analysiert, analog-digital umgewandelt und dann im Computer ausgewertet. Die Patienten können die kombinierte Ekg-Computerzentrale auch direkt aufsuchen. Das Ergebnis der Auswertung, etwa »normal« oder »pathologisch«, geht per Boten an den einsendenden Arzt. Die Kosten für eine solche Ekg-Auswertung liegen in erträglicher Größenordnung.
3. Der Aufbau der beschriebenen Datenbank kann begonnen werden und Fachgebiet für Fachgebiet die gespeicherten Informationen für die Anfragen freigegeben werden. Notwendig ist für die Praxis nur ein Telefon oder, um Übermittlungsfehler zu vermeiden, ein Fernschreiber oder Schreibmaschinenterminal.
4. Auch zur Dokumentation der *symptoms, signs* und *tests* einschließlich der Röntgenbefunde kann dieses System mit Boten wirksam werden. Die Informationen könnten dazu beispielsweise auf Markierungsbelegen angestrichen werden. Die Belege werden teilweise nachts verarbeitet, um eine Anlage besser auszulasten. Am nächsten Morgen könnten sie in der Praxis ausgedruckt vorliegen.
5. Auch Therapievorschlüsse würde die Datenbank liefern können.
6. Eine Erfolgsstatistik kann erhalten werden, wenn die einzelnen Behandlungsergebnisse eingefüttert werden.
7. Privatpatientenabrechnungen können ohne Schwierigkeiten von der Anlage durchgeführt werden. Eine Sperrung von Daten für Unbefugte ist möglich.
8. Bei Vorsorgeuntersuchungen werden die computergerechten Erhebungsbogen gesammelt, der Anlage eingefüttert und ausgewertet mit Statistik wieder zur Verfügung gestellt (Abb. 31).

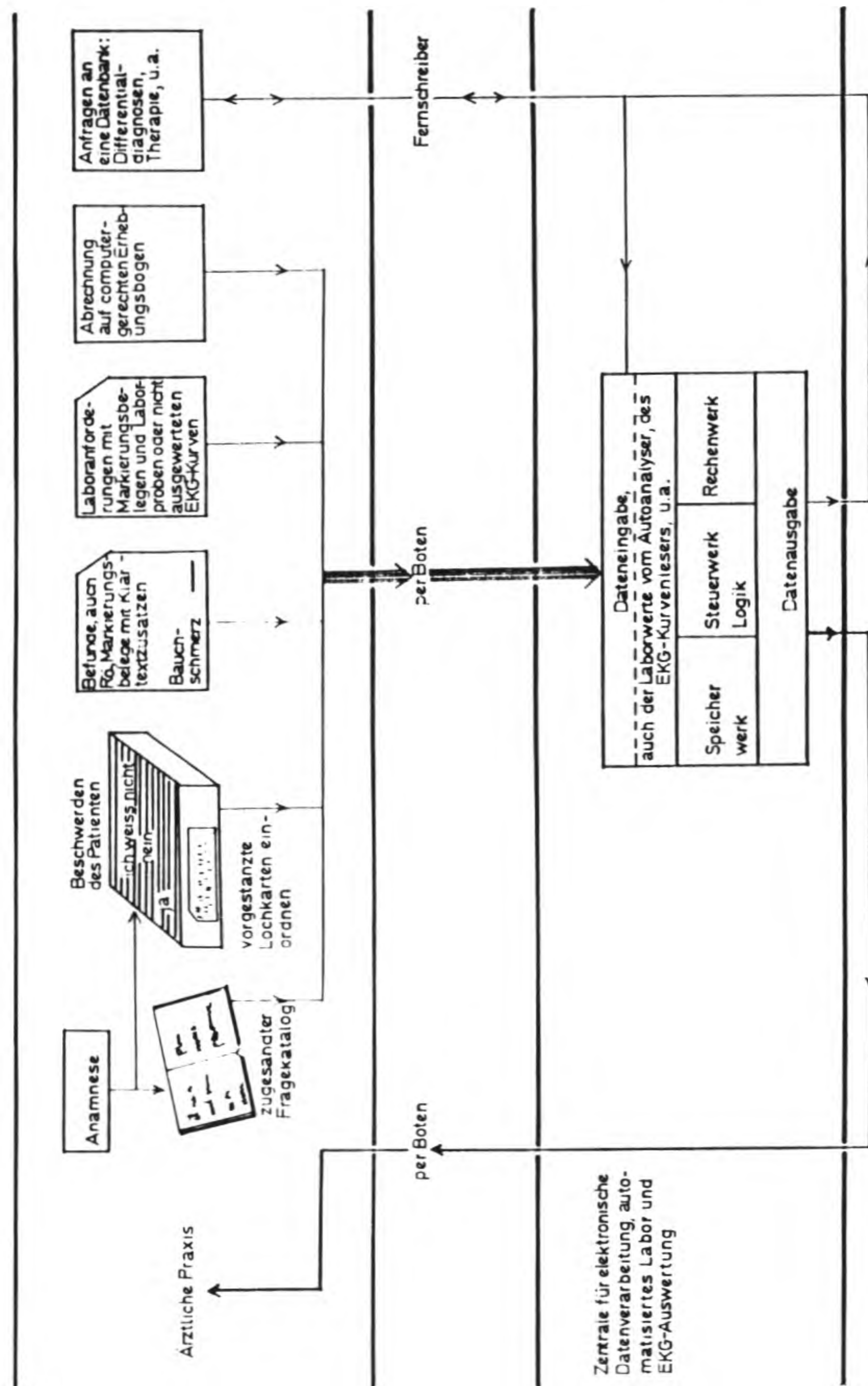


Abb. 31 Informationssystem für die freie Praxis (INPRAX)

Das dürfte eine realistische Planung für die nähere Zukunft sein. Einige Praxen sollten sich versuchsweise zu einem *pilot study* zusammenschließen, um die Wirksamkeit des Projektes zu testen. Entsprechende Untersuchungen sind in anderen Ländern schon lange angekündigt, wobei staatliche Unterstützung vorgesehen ist.

Bibliographien über Computereinsatz in der Medizin

Abschließend sei erwähnt, daß eine Bibliographie für die Medizin und die biologischen Wissenschaften von EMPEY bis April 1964 etwa 500 Literaturstellen umfaßt. Eine neuere »Computers in Medicine« von TURNER u. SCHMIDT (1966) wurde von der University of Missouri (Columbia) herausgegeben.

Das U.S. National Center for Health Services, Research and Development, Health Services and Mental Health Administration, Bethesda, Maryland 20041, hat 1968 eine Broschüre herausgegeben mit dem Titel »The Use of Computers in Hospitals«. Nach einer Fragebogenaktion, die von 1200 Krankenhäusern beantwortet wurde, ist diese Übersicht zusammengestellt worden. Sie umfaßt die Anwendungen auf folgenden Gebieten:

- Verwaltung und Finanzen,
- operational procedures*, wie beispielsweise
- Nahrungs- und Kostenanalyse,
- Medizin und auch medizinische Forschung
- sowie Anwendungen für Fernverarbeitungen u. ä.

Bisherige Erfahrungen mit dem Computereinsatz zur Diagnostik von Krankheiten

Nach REICHERTZ (1969) zentriert sich die Polemik über den Computer um die Diagnostik und das Problem des sonst nicht zu beherrschenden Informationszuwachses. In bezug auf die Geschichte der medizinischen Diagnostik im allgemeinen sei auf GROSS (1969) und ENGLE (1963) verwiesen.

Allgemeine Probleme der Diagnostik

Ein Patient, der sich beim Arzt für eine Untersuchung vorstellt, kann eine oder mehrere von 10 000 identifizierbaren Krankheiten haben (MOORE 1967). LEIBER (1965) gibt dagegen 30 000 Krankheiten bzw. Syndrome an. Für diesen Multiple-choice-Test, dem er dauernd gegenübersteht, könnte der Arzt ohne Zweifel ein Informationssystem brauchen, das ihn bei seinen Entscheidungen unterstützt (MOORE 1967). Es besteht kein Zweifel, daß diese Ansicht im Prinzip richtig ist. Eigenartig ist die Diskrepanz zwischen den angeführten Zahlen möglicher Diagnosen. Selbst ihre Bestimmung bereitet anscheinend Schwierigkeiten.

Aus den Zahlen ergibt sich aber doch eindeutig, daß der Arzt die Menge der sich auf allen Spezialgebieten der Medizin ansammelnden Erkenntnisse nicht mehr überblicken kann. Auch eine Gruppe von Ärzten kann wegen der sich immer weiter aufspaltenden Fachgebiete nicht mehr über alle im einzelnen Krankheitsfall nützlichen Informationen verfügen. Die in Gestalt des Gedächtnisses des behandelnden Arztes vorliegende Kapazität, kurzfristig verfügbares Fachwissen zu speichern, ist zu klein geworden, zu klein relativ zu der Menge der bereits erarbeiteten und der laufend hinzukommenden Erkenntnisse. Wenn die Speicherkapazität des Arztes für medizinisches Wissen nicht mehr ausreicht, um im einzelnen Krankheitsfall in dem Umfange zu helfen, wie es an sich die gesicherte Erkenntnis der gesamten Medizin ermöglichen würde, so bietet sich im Prinzip die Verwendung einer Kartei zur Ergänzung des ärztlichen Überblickes und Gedächtnisses an. Das Speichervermögen einer derartigen Kartei im weitesten Sinne sowie deren Zugänglichkeit, vor allem aber die Zeit, die man für das Nachschlagen und das Vergleichen von Kartei- und Patientendaten benötigt, sind wesentliche Kriterien für die Zweckmäßigkeit eines solchen Hilfsmittels.

Bevor aber auf den Computereinsatz in der Diagnostik eingegangen werden soll, zunächst noch einige allgemeine Bemerkungen zur Diagnostik. Einer der ersten Vorgänge in der Medizin war die Bestimmung einer Krankheitseinheit. Dieser Vorgang der Bestimmung von Krankheitseinheiten setzt sich seit diesem Tag bis heute fort. ENGLE u. DAVIS (1963) zitieren zur Frage der Diagnose als erreichten Entscheidung CROOKSHANK (1963), der ausführt, daß wohl kaum ein Mediziner wirklich glaubt, daß eine Krankheit ein materielles Ding ist, obwohl die gebräuchliche Phraseologie einer solchen Unterstellung gewisse Farbe verleiht. Im Krankenhausjargon sind Krankheiten »morbide Einheiten«, und die Medizinstudenten glauben gerne, daß diese Einheiten irgendwie in rebus naturae existieren und von ihren Lehrern entdeckt wurden. Daß aber die Einordnung dieser Fälle als Fälle der gleichen Krankheit eine reine Übereinkunft ist, die jederzeit berichtigt werden kann, wird nirgendwo zugegeben. Vielleicht wird man eines Tages wissen, welche Krankheiten wirklich da sind, und vielleicht auch das, was über sie gewußt werden muß. – Eine wohl etwas hart zu

nennende Ansicht. – Die Autoren bringen in ihrer Arbeit dann weitere Gedanken über die Diagnose im allgemeinen. Sie schreiben, daß wir, indem wir verschiedene Krankheiten diagnostizieren, häufig ganz unterschiedliche Typen von grundsätzlichen Kriterien benutzen. Wir haben ein Konzept von Krankheiten, und dabei basiert die Diagnose auf groben anatomischen Defekten, mikroskopisch-anatomischen Unterschieden, sogenannten spezifischen ätiologischen Agentien, spezifischen Unzulänglichkeiten, genetischen Abwandlungen, physiologischen oder biochemischen Abnormitäten, Zusammenfassungen von klinischen *symptoms*, *signs* und *tests*, Organ- und Systemverwicklungen und sogar nur Beschreibungen der Abnormitäten. Jede Diagnose hat ihren eigenen Grad an Sicherheit, und die Autoren sehen daher die Diagnose als fünf verschiedene Teile eines Spektrums, wobei sie mit der sichersten beginnen. Meist beziehen sie sich auf die Ätiologie. Die Definition einer »Krankheitseinheit« ist nach ENGLE u. DAVIS (1963) schwierig: Krankheiten sind uneinheitlich definiert, unscharf voneinander abgegrenzt und durch die Diagnose graduell unterschiedlich gesichert. Zusätzlich wechseln Definitionen und Manifestationen von Krankheiten. Hingewiesen sei jedoch erneut auf KOLLER (1963), der feststellt, daß man von einer Diagnose bei einem Kranken nur sprechen kann, wenn diese gehäuft, gleichartig und von anderen abtrennbar vorkommt. Ein Diabetes mellitus wird in den USA und in Europa die gleiche Krankheitsdiagnose sein. Zu den Krankheitsbezeichnungen muß weiter bemerkt werden, daß doch gelegentlich für nichtexistierende Syndrome Namen gefunden werden, wie es für das »KENNEDY-Syndrom« von LANGE u. VOGEL (1965) bewiesen ist. Das Wort spielt überhaupt in der Medizin eine große Rolle. »When I use a word . . . it means just, what I choose it to mean – neither more nor less.«

Der Vorsatz einer Diagnosestellung ist, die Krankheit eines Patienten so zu identifizieren, daß die Behandlung spezifisch und die Prognose exakt sein kann. Nach Feststellung der *symptoms*, *signs* und *tests* wird der Arzt mit persönlicher Erfahrung und seinem Wissen, das er durch Arbeit in Lehrbüchern und Zeitschriften sowie von seinen Lehrern sich erworben hat, im Geiste den Symptomkomplex des Patienten mit denen von anderen gleichartigen Patienten vergleichen. Hervorstechenden oder ungewöhnlichen Symptomen kann dabei ein extra hohes Gewicht gegeben werden. Im Endresultat wird der Patient in der Gruppe untergebracht, mit welcher er am ehesten übereinstimmt. Die Glieder einer Gruppe, die mehr untereinander als mit anderen übereinstimmen, wird man zusammenfassen und feststellen, daß sie zu einer »Krankheitseinheit« gehören (BARON u. FRASER 1965). Man hat sich aber bereits gefragt, ob man überhaupt die »Diagnose« in Zukunft brauchen wird oder ob man etwa nur noch Symptome oder Syndrome behandeln wird. Ohne Diagnose jedoch u. a. keine Prognose!

Nach GROSS (1969) kommen in der Diagnostik folgende Schritte vor:

1. Die Akkumulation das Sammeln der *symptoms*, *signs*, *tests* u. a.
2. Die Analyse die Bewertung der akkumulierten Daten.
3. Die Analogie die akkumulierten, bewerteten Daten werden mit dem Erfahrungswissen z. B. den Literaturkenntnissen in Analogie gesetzt.
4. Die Induktion es findet eine Auswahl der sich nach Punkt 3 bietenden Möglichkeiten statt.

Drei Hauptfaktoren sind mit der logischen Analyse der medizinischen Diagnose nach LUSTED (1965) verknüpft:

1. Das medizinische Wissen, das Krankheitskomplexe mit Symptomkomplexen verbindet,
2. der besondere Symptomkomplex, der durch den Patienten repräsentiert wird,
3. die Krankheitskomplexe, die die endgültige Diagnose darstellen.

Das medizinische Wissen bewirkt, daß Krankheitskomplexe, die nicht zum Symptomkomplex gehören, im Diagnosevorgang ausgeschieden werden. Die resultierende Differentialdiagnose ist durch logische Prozesse im wesentlichen eine Liste der möglichen Krankheitskomplexe, die der Patient haben könnte. Ein nicht in einem diagnostizierten Krankheitskomplex unterzubringendes Symptom muß entweder zur Annahme einer Zweitkrankheit führen oder zum Überdenken der Richtigkeit der zuerst angenommenen Diagnose.

In bezug auf die Differentialdiagnose – einer Liste der Alternativdiagnosen – haben die Ausdrücke »Wahrscheinlichkeit« und »maximale Wahrscheinlichkeit« nach LIPKIN (1964) folgende Bedeutung: »Gegeben ist eine Gruppe von möglichen Krankheiten und ein beobachteter Symptomkomplex. Bei welcher Krankheit ist nun die Wahrscheinlichkeit am größten, einen Symptomkomplex, wie den beobachteten, zu haben? Maximale Wahrscheinlichkeit ist die am nächsten an die Sicherheit grenzende. In der Differentialdiagnose gibt die maximale Wahrscheinlichkeit ein Durchschnittsergebnis oder eine Durchschnittsdiagnose an, die auf der Zusammenfassung beobachteter Häufigkeiten von Symptomen beruht, die man in angemessener Weise nach ihrer Wichtigkeit einteilt.«

Der Arzt nimmt bei der Diagnostik das Einordnen von Symptomen durch Klassifikation vor, wobei er sich seines klinischen Wissens bedient und dessen Anwendung auf seine folgenden Beobachtungen. Er zieht versuchend Schlüsse, arbeitet auf der Basis von diesen, beobachtet, was danach passiert, und läßt diese Schlüsse sich bestätigen oder seine Anfangsentscheidungen widerlegen. Durch bestätigte Gesamterscheinungen läßt er seinen vorhandenen Wissensschatz vermehren.

Einige dieser Denkprozesse führt er bewußt durch, indem er beispielsweise spezifische Daten oder offenbare Klassifikationen benutzt. Andere nimmt er schnell und fast reflexmäßig vor, so daß der ganze Prozeß unbewußt oder intuitiv wird. Er muß dabei nicht wissen, was er getan hat, auf welchen Elementen, welchen Hintergründen er im Beginn aufgebaut hat und welche Elemente er bei neuen Beobachtungen verändert hat (FRINSILIN 1963, GROSS 1967 und KOLLER 1967a). Auch LEDLEY (1965) meint, daß die medizinische Diagnose Prozesse mit einschließt, die einerseits systematisch analysiert werden können und andererseits solche, die unfaßlich erscheinen. Beispielsweise können die verstandesmäßigen Grundlagen des medizinischen diagnostischen Vorgehens genau analysiert und von gewissen, nicht zu erfassenden Entscheidungen und Wertungen abgetrennt werden. Die medizinische Diagnose schließt beides, deduktive und induktive Prozesse, mit ein. Ein Teil des induktiven Vorgehens ist vom Typ der intuitiven Induktion, für die es – angeblich – keine Logik gibt.

Hier müssen noch einige Ausführungen über die Kategorien der Diagnosen: falsch-positiv, falsch-negativ, richtig-positiv und richtig-negativ gemacht werden. LUSTED (1966b) führte in Elsinore aus: Würde man eine Gruppe von 100 Patienten von 10 verschiedenen Ärzten untersuchen und von ihnen eine Diagnose stellen lassen, so würde es einige Differenzen in der Meinung der Ärzte geben. Wenn wir annehmen, daß sich eine gesicherte Diagnose der untersuchten Patienten erhalten ließe, so kann man die Diagnosen der 10 Ärzte in die 4 oben genannten Kategorien einteilen: Richtig-positiv (der Patient ist wirklich krank), richtig-negativ (der Patient ist wirklich nicht krank), falsch-positiv (nicht kranker Patient wird als krank diagnostiziert) und falsch-negativ (ein kranker Patient wird als nicht krank angesehen). Die Patienten, die falsch-positiv oder falsch-negativ einzuordnen sind, repräsentieren die Variation in den ärztlichen Entscheidungen. Der Arzt weiß, daß die Grenzlinie zwischen krank und nicht krank sich verschieben wird, abhängig von den *signs*, *symptoms* und *tests*, die er für seine Entscheidungen benutzt. Ganz gleich, welche *signs*, *symptoms* oder *tests* er

benutzt, um einen Kranken zu definieren, er wird die gleichen Zeichen und Symptome auch bei einigen nicht kranken Patienten finden. Ein Teil der Unsicherheit in der Diagnostik kommt durch diese Überlappung von echt-kranken und echt-nicht kranken Patienten in der Bevölkerung zustande. Wenn *signs*, *symptoms* und *tests* ausgewählt worden sind, um einen Kranken zu definieren, hat der Arzt zweierlei festgelegt:

1. Er hat eine Grenzlinie zwischen kranker und nicht kranker Bevölkerung und
2. auch eine Gruppe von falsch-negativen und falsch-positiven Diagnosen gesetzt.

Eine entsprechende Darstellung gibt Abb. 32. Falsch-negative und falsch-positive Diagnosen sind Fehler, die nach LUSTED (1966b) gewissermaßen als »Kosten« für das System betrachtet werden müssen. Wichtig ist, eine Kombination von falsch-positiven und falsch-negativen Diagnosen zu finden, die ein Minimum der »Gesamtkosten« repräsentiert. Man findet eine reziproke Beziehung zwischen der Anzahl falsch-negativer und falsch-positiver Diagnosen. Die Anzahl der falsch-negativen vermindert sich, wenn die Zahl der falsch-positiven ansteigt.

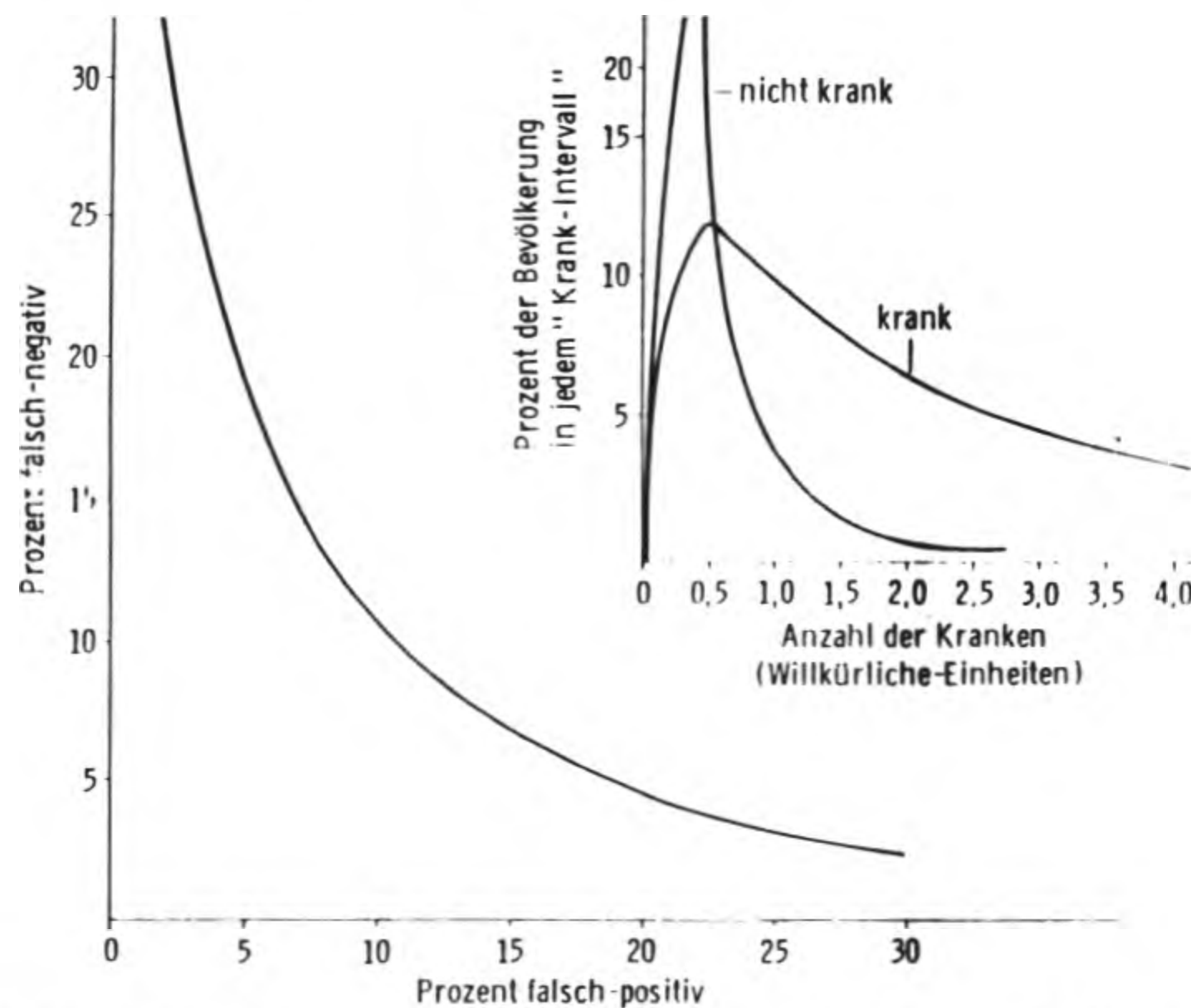


Abb. 32 Falsch-positive und falsch-negative Verteilungen (nach LUSTED). Oben rechts: Die Populationsverteilung zeigt, daß die Kurven »longnormal« sind. Unten links: Die reziproke Falsch-positiv-/Falsch-negativ-Beziehung der Population nähert sich einer Hyperbel

In bezug auf die Symptome ist festzustellen, daß es einzelne, für sich eine Krankheit beweisende Symptome nur selten gibt. Zwei Symptome führen dagegen manchmal zu hundertprozentig sicheren Schlußfolgerungen. Daher muß auf Kombinationen von Symptomen in der Diagnostik großer Wert gelegt werden.

Zum Untersuchungsgang eines Patienten, der zur Stellung einer Diagnose kommt, schreibt SCHRÖDER (1960), wenn auch im Zusammenhang mit einer Morbiditätsstatistik, daß der Gang der Untersuchung zunächst durch die Genauigkeit und Sorgfalt des Arztes bestimmt wird. Das ist selbstverständlich. Aber außer diesen Sektoren spie-

len hier Schwerpunktsetzungen der Untersuchung hinein, u. a. durch Gewohnheit, Schule und Untersuchungsmöglichkeiten des betreffenden Arztes. Die Häufigkeit der Diagnose »Myokardschädigung« oder »Myokardschaden« ist etwa davon abhängig, ob ein Ekg vorhanden ist oder nicht.

Nehmen wir nach SCHRÖDER (1960) an, Untersuchungsanlaß, Untersuchungshergang und erhobene Befunde seien bei zwei Patienten gleich, so kann es trotzdem zu einer verschiedenen Deutung der Befunde und dadurch zu verschiedenen Diagnosen kommen. Es gibt Medizinische Universitätskliniken in Deutschland, in denen die Diagnose »essentieller Hochdruck« von einem systolischen Blutdruck von 145 mm Hg an gestellt wird – in anderen Kliniken gilt ein systolischer Blutdruck von 165 mm Hg noch als normal. Die verschiedenen Schulen führen aber nicht nur zu unterschiedlichen Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse einzelner Untersuchungsverfahren, sondern – ganz allgemein – zu verschiedenartigen diagnostischen Kriterien und Gesichtspunkten. Auch die Nomenklatur und Systematik spielen hier eine Rolle. Wenn ein vierzigjähriger Mann unter anfallartigen Beschwerden in der Herzgegend, die in den linken Arm ausstrahlen und auf Nitroglyzerin ansprechen, leidet, können pathologisch-anatomisch denkende Ärzte die Krankheit »Koronarsklerose«, andere den Begriff »Koronaratheromatose« vorziehen. Wieder andere gehen von den Klagen des Patienten aus und sprechen von »Angina pectoris«. Aus diesen Angaben ergibt sich, wie schwierig eine »Diagnose« ist, gleich, aus welchem Blickwinkel man sie betrachtet.

Der Arzt mag sehr erstaunt sein, zu entdecken, daß sein Denken weitgehend analog mathematischen Sätzen und mit symbolischer Logik ablaufen soll. Diese Art des Denkens wird bei jeder Diagnose vollzogen, bei jeder Bestimmung der Prognose, bei jeder Entscheidung für eine Behandlung und bei den klinischen Korrelationen mit Labordaten. Nach LEDLEY (1965) können die symbolische Logik und die Wahrscheinlichkeitstheorie als gut bekannte mathematische Disziplinen zum Verstehen der Grundlage der medizinischen Diagnose beitragen. Eine dritte mathematische Disziplin, die Werttheorie, kann bei der Wahl der bestmöglichen Therapie hilfreich sein. Die Anwendung einer mathematischen Konzeption in der klinischen Medizin mag fremd erscheinen, unnötig und künstlich. Der Arzt, der sich ein gutes System einer klinischen Klassifikation erworben hat, mag zu der Überzeugung kommen, daß die formale mathematische Analyse nur Unruhe stiften wird in einem Bereich, in dem er fast instinktiv arbeitet. Ähnlich wird ein Eingeborener in seinem Land es als unnötig empfinden, die Grammatik seiner Sprache zu erlernen. Wenn er aber versucht, den genauen Gebrauch seiner Sprache einem Fremden mitzuteilen, wird er feststellen, daß er die Grammatik benötigt. Durch dieses hinzugefügte Wissen wird sich der Eingeborene einen verbesserten Gebrauch und eine höhere Präzision in seiner Sprache erwerben und mehr profitieren als ein Fremder, der die Initiative für diese Beschäftigung war. Der »Fremde«, der in die Medizin hineingekommen ist, ist der Computer. Er bringt die Möglichkeit mit sich, die Diagnose zu erleichtern, die Möglichkeit, multiple Korrelationen zu erstellen mit einer Geschwindigkeit und einer Ausdehnung, die bisher unmöglich war. Genau wie ein Fremder, der im Begriff ist, eine neue Sprache zu erlernen, können dem Computer leicht das einfache Vocabularium und die Konstruktion der elementaren Gedanken beigebracht werden. Aber wie dem Fremden müssen dem Computer auch die Feinheiten der Grammatik beigebracht werden, wenn die Sprache Eleganz oder dichterische Größe haben soll (FEINSTEIN 1963).

Die medizinischen Informationen befinden sich in der gegenwärtigen Zeit nicht in einer Form, die für einen Computer leicht zu verarbeiten ist (LUSTED 1965). Ein großer Teil einer neuen Datensammlung muß in der Analyse durch Ärzte in Zusammenarbeit mit Mathematikern gemacht werden. Die Aufmerksamkeit der Ärzte sollte

auf zwei Aufgaben gelenkt werden: Erstens auf das Definieren der Symptom-Krankheits-Komplexe, zweitens auf die Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten dieser Komplexe.

Abschließend zu diesem Abschnitt sei KOLLER (1969a) angeführt, der der Meinung ist, daß die Anwendung der Datenverarbeitung als Hilfsmittel bei der Diagnostik ein längst im Gange befindlicher wissenschaftlicher Entwicklungsprozeß ist. Es sei müßig, heute noch darüber zu sprechen, ob diese Entwicklung vom ärztlichen Standpunkt aus wünschenswert ist oder nicht. Sie ist nach KOLLER da, und wir müssen lediglich lernen, sie sinnvoll zu nutzen.

Allgemeines zur Diagnostik mit Computerunterstützung

Zunächst sei an Erfahrungen, besonders den von LIPKIN, die Entwicklung dieser Diagnostik mit Computerhilfe dargestellt.

Bereits 1851 stellte nach LIPKIN (1962) Dr. JOSEPH HENRY fest, daß neue Methoden der Datenanalyse entwickelt werden müßten, da die jetzt gebräuchlichen Methoden der Klassifikation und Korrelation der Informationen nicht mehr den wissenschaftlichen Daten angepaßt wären. 1951 versuchten BRODMAN u. Mitarb. ein Zahlensystem zu entwickeln, das automatisch die Daten eines Patienten in eine Krankheits-einteilung einordnete. Eine ähnliche Einordnungsmöglichkeit wurde von NASH 1954 publiziert. Über weitere Autoren, die sich mit handsortierten Karten zur Diagnose befaßten, berichteten LEDLEY u. LUSTED (1959), so u. a. über PAYCHA (1955). 1955 und 1958 beschrieben dann LIPKIN u. HARDY die Möglichkeiten der Differentialdiagnose-Stellung bei hämatologischen Krankheiten mit Hilfe mechanischer Datenkorrelation. LIPKIN (1962, 1964a, 1966) arbeitete 1952 mit Randlochkarten für 26 hämatologische Erkrankungen, deren Symptome dem Buch von WINTROBE entnommen waren. Eine Randlochung repräsentierte immer die gleiche Information. Für jede Krankheit wurde eine einzelne Karte erstellt. Ein gegebenes Symptom oder ein Test hatte eine Randlochung. Mit dieser Handmethode der Analyse wurde eine richtige Diagnose in 50 von 80 Krankenhausfällen gestellt. In weiteren 23 Fällen wurde die richtige Diagnose als eine der möglichen aufgelistet und zusätzliche Untersuchungen als notwendig angezeigt, um besser zwischen den einzelnen Möglichkeiten differenzieren zu können. In 7 Krankenhausfällen wurde keine Diagnose gestellt.

Eine ähnliche Methode wurde auch im Jahre 1955 von LIPKIN u. HARDY publiziert. Sie wurde benutzt, um die Wahrscheinlichkeit einer Diagnose zu bestimmen und automatisch Daten in der Differentialdiagnose hämatologischer Erkrankungen zu korrelieren. Den Informationen wurde ein Zahlenwert gegeben und jeder der 26 Krankheiten zugeordnet. Wenn das Vorhandensein eines solchen Wertes für die Bestimmung der Diagnose von Wert war, erhielt die Information einen positiven Wert für diese Krankheit. Wenn das Vorhandensein nicht mit der gegebenen Diagnose übereinstimmte, wurde der Information ein negativer Wert gegeben. Wirkte sich ihr Vorhandensein weder positiv noch negativ auf die Diagnose aus, wurde ihr der Wert Null zugeteilt. Dadurch konnte jede Information eine unterschiedliche Aussage bei jeder einzelnen Krankheit machen.

Das Durchschnittsgewicht eines Krankenhausfalles bei jeder Krankheit wurde dann in der Form bestimmt:

$$W.A. = \frac{\sum wX}{\sum w}$$

W.A. ist das Durchschnittsgewicht. w ist gleich dem Gewicht jedes Einzeldatums, $X = 1$ für jede Angabe, die bei dem Krankenhausfall vorhanden ist und $\sum wX$ ist gleich der Summe der individuellen Werte von X aus den Daten eines gegebenen Kranken, jedes multipliziert mit seinem passenden Gewicht. $\sum w$ ist gleich der Summe der Gewichte für alle Größen, deren Vorhandensein bei einer Erkrankung im diagnostischen Ansatz berücksichtigt wurde. LIPKIN (1962) schien es nach seinen Erfahrungen am genauesten, wenn man die Differentialdiagnose nicht allein mit einer analogen Methode, sondern auch mit einer digitalen kombiniert stellen würde. Eine Kombination von diesen beiden, wobei die diagnostischen Wahrscheinlichkeiten errechnet und eine Vergleichsmethode ebenfalls durchgeführt wird, ergibt seines Erachtens die besten Ergebnisse. 1961 veröffentlichte dann der gleiche Autor ein weiter ausgearbeitetes Konzept, das sich eines Computers bediente. Seine Untersuchungen erfassen bisher 75 hämatologische Krankheiten mit 560 Symptomen. Die Unterlagen beruhen auf zur Zeit vorhandenem Informationsmaterial aus Lehrbüchern und aus den New Yorker Kliniken. Er beabsichtigt aber, das Programm durch Einbeziehung von exakt geführten Krankengeschichten zu verbessern.

Wie schon erwähnt, unterscheidet LIPKIN (1966) einerseits die aus der Literatur entnommenen Daten und andererseits die vorliegenden *symptoms* und *signs*. Jedem Symptom einer vorliegenden Krankheit wird ein Gewicht zugeordnet. Null bedeutet, das spezifische Symptom ist in 100% abwesend, 10 würde bedeuten, das spezifische Symptom ist in 100% vorhanden. Die Zwischenwerte ergeben die notwendigen Abstufungen, wobei auch Symptomkombinationen berücksichtigt werden. Das könnte beispielsweise bedeuten, daß beim Wert acht ein Symptom zwar vorhanden, aber nicht spezifisch ist. Zunächst wird in Stufe A nach Einzelbefunden mit den Gewichten neun, zehn und null gesucht, auf Stufe B dann nach wichtigen Kombinationen. Wenn auch mit Stufe B keine klare Diagnosestellung zustandekommt, werden schließlich auf der letzten Sekundär- und Nebenbefunde mit geringerem Gewicht zur weiteren Differenzierung verwendet. Der Grad der Wahrscheinlichkeit, mit welchem bestimmte Symptomkombinationen einer Krankheit zugeordnet werden können, wird nach diesem Dreistufen-Entscheidungssystem bestimmt, das auf dem BAYES-Theorem und dem Likelihood-Quotienten beruht. Abschließend werden die wahrscheinlichste Diagnose und die Differentialdiagnosen, nach der Wahrscheinlichkeit geordnet, ausgedruckt. LIPKIN u. Mitarb. (1961) untersuchten 50 Fälle mit diesem System. Die Anzahl der richtigen Diagnosen, die sie erhielten, beträgt etwa 60% (28 von 49 Fällen). In 13 von den 49 Fällen war die Krankenhausdiagnose als eine mögliche Diagnose aufgeführt und in zwei Fällen war die Krankenhausdiagnose vom Computer nicht im Rahmen der möglichen Diagnosen ausgedruckt worden. In 6 Fällen war die Krankenhausdiagnose in der Differentialdiagnose aufgelistet und eine erneute Untersuchung der Daten vom Computer erbeten. LIPKIN u. Mitarb. (1961) meinen, daß diese *pilot studies* gezeigt haben, daß Computer bei der Aufstellung der Differentialdiagnose hilfreich sein können, bisher allerdings nur auf einem kleinen Arbeitsgebiet. Wesentlich erscheint ihm der *modus procedendi* bei der Diagnostik mit Computerhilfe. Im ersten Stadium wurden die Informationen aus Lehrbüchern bezogen. Sie wurden später mit der Erfahrung des ärztlichen Untersuchers kombiniert. In einem zweiten Stadium wird man durch kritische Untersuchungen der entsprechenden Literatur Krankheitsparameter definieren und in einem dritten Krankenhausfälle als Daten für das System benutzen. Schließlich könnte in einem letzten Schritt der Computer selbst die Krankheitseinheiten beschreiben.

Zur Kritik meint LEDLEY (1965), daß jede Randlochkarte eine einzelne Symptom-Krankheits-Komplex-Reihe enthält. Damit ist die Annahme eingebaut, daß nur

eine Krankheit zur Zeit auftreten kann. Weiterhin repräsentiert ein Loch eine Einheit und kein Loch eine Null. Das bedeutet nach LEDLEY (1965), daß es nur eine Symptom-Krankheits-Komplex-Reihe gibt, die mit jeder Krankheit verbunden ist, der alle Symptome angehören, die bei dieser Krankheit vorkommen können. Um in die Berechnung die Tatsache einzubeziehen, daß weniger Symptome auftreten können, werden die Karten für diejenigen Krankheiten ausgesucht, die irgendwie mit allen gegebenen Symptomen zusammenhängen. Diese Art der Sortierung ist begrenzt auf die positiven Symptome. Die Information, die in den fehlenden negativen Symptomen enthalten ist, kann nicht genutzt werden. Nach LEDLEY (1965) ist dieses ein unglücklicher Umstand, weil fehlende Symptome, wie wohl bekannt sei, ein wichtiger Faktor in der Diagnose sind.

Ein noch ernsteres Problem erhebt sich bei dieser Technik, wenn neue besondere Symptome aufgrund komplizierender Umstände auftreten. In diesem Fall wird keine Diagnose zustande kommen. Die Randlochkartentechnik kann nur benutzt werden, wenn erstens ein Patient nur eine in Frage kommende Krankheit hat, zweitens, wenn positive Symptome allein für die Diagnose ausreichend sind, und drittens, wenn es keine komplizierenden Symptome gibt, die aus anderen Quellen entstehen. Diese Bedingungen sind annähernd für die Patienten mit hämatologischen Erkrankungen bei LIPKIN erfüllt.

In der Zeit dieser Entwicklung macht man sich Gedanken, was man mit Hilfe der mathematischen Logik auf dem Gebiet der Diagnostik ausrichten kann. Die Frage ist von großer Bedeutung, da erst die mathematische Logik den Einsatz der Computer, insbesondere ihre Programmierung, fördern würde.

Tabellierung diagnostischer Möglichkeiten

Einen Symptomkomplex kann ein Kranker, wenn auch selten, vollständig oder – häufiger – teilweise haben. Die Kombination Krankheits-Symptom-Komplex enthält die Krankheiten und Symptome, die, wie eben für den Symptomkomplex definiert, ein Kranker hat oder auch nicht.

Stellt man die Kombinationen für zwei Krankheiten (K_1 und K_2) und 2 Symptome (S_1 und S_2) dar, ergeben sich die folgenden denkbaren 16 Möglichkeiten aus der Kombinatorik (2^{2+2}):

Tabelle 12

K_1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
K_2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
S_1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0
S_2	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
	+	+	+	*	+	+	*	■	+	+		*	*	*	*	

In der ersten Spalte ist beispielsweise ein Kranker dargestellt, der Krankheiten 1 und 2 und Symptome 1 und 2 hat.

Von diesen Kombinationen sind nach ärztlicher Erfahrung eine ganze Anzahl unmöglich, beispielsweise Krankheiten ohne Symptome oder Symptome ohne Krankheiten. Solche Spalten sind durch einen Stern gekennzeichnet.

Es kann sich weiter ergeben, daß zum möglichen Beweis von Krankheit K_1 das Symptom S_2 vorhanden sein muß, das Fehlen des Symptoms bedeutet aber nicht, daß die

Krankheit K_1 nicht vorhanden ist. Dadurch, daß manche Krankheits-Symptom-Kombinationen der ärztlichen Erfahrung widersprechen, ergibt sich eine weitere Einengung der angeführten Möglichkeiten. Schließlich sollen nur die mit einem + gekennzeichneten Spalten sich als wirklich relevant erweisen können.

Hat ein Patient nach dieser Einschränkung der Möglichkeiten das Symptom S_1 , während S_2 fehlt, findet man nur eine in Frage kommende Spalte in Tab. 12. Diese ist mit einem ■ gekennzeichnet. Sie spricht für Krankheit K_1 .

Für eine allgemeine Analyse der Krankheiten $K_1, K_2 \dots K_{(n)}$ und die Symptome $S_1, S_2 \dots S_m$ ergibt die ärztliche Erfahrung $E = E(K_1 \dots K_n, S_1 \dots S_m)$. Häufig sind endgültige Entscheidungen über alternative Diagnosen weder möglich noch wünschenswert. Dann wird nach Wahrscheinlichkeiten vorgegangen: Man fragt: Wie hoch ist, wenn dieser Symptomkomplex vorliegt, die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer bestimmten Krankheit? Dieses würde durch die Symbole $P_{K|S}$ ausgedrückt werden. Es handelt sich um die Darstellung der Wahrscheinlichkeit P der Krankheit K unter der Bedingung des Vorliegens von S .

Über die Zusammensetzung von $P_{K|S}$ gibt die noch zu besprechende BAYES Formel weitere Auskünfte. Hier sei nur angeführt, daß der Nenner der Formel nur als Ausgleichsfaktor wesentlich ist, während die eigentliche Information im Zähler $P_K P_{S|K}$ steht. $P_{S|K}$ ist die Wahrscheinlichkeit für den Symptomkomplex S unter der Bedingung, daß die Krankheit K vorliegt. Die Symptomatik einer Krankheit kann als »relativ konstant« betrachtet werden, während P_K im obigen Ausdruck durch äußere Einflüsse sich verändern kann, wie beispielsweise durch Epidemien.

In der folgenden Tab. 13 sind 8 Symptome angegeben, die für 3 Krankheiten sprechen.

Tabelle 13

		Symptomkomplexe											
		S _I	S _{II}	S _{III}	S _{IV}	S _V	S _{VI}	S _{VII}	S _{VIII}	S _{IX}	S _X	S _{XI}	S _{XII}
Symptome	S ₁	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	S ₂	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
	S ₃	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	S ₄	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	S ₅	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
	S ₆	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
	S ₇	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
	S ₈	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂
Krankheiten		K ₁					K ₂				K ₃		

Betrachten wir die Krankheiten K_1 und K_3 . Ein Kranker hat das Symptom S_5 . Danach dürfte er die Krankheiten K_1 oder K_3 haben. Eine Trennung zwischen den beiden möglichen Krankheiten kann erfolgen, wenn das Symptom S_2 als Diskriminator benutzt wird. Setzt man für die einzelnen Symptomkomplexe Wahrscheinlichkeiten ein, ergeben sich, wenn das Symptom S_5 vorhanden und S_8 nicht vorhanden ist und die Krankheiten K_1 und K_3 in Frage kommen, für diese die Wahrscheinlichkeiten:

$$P_{K_1 | S_5 \bar{S}_8} = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_3} \quad \begin{aligned} Q_1 &= P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \\ Q_3 &= P_{10} + P_{11} + P_{12} \end{aligned}$$

$$P_{K_3 | S_5 \bar{S}_8} = \frac{Q_3}{Q_3 + Q_1}$$

Wenn man für Krankheiten nur einige wesentliche Grundsymptome registriert, die auch tatsächlich ausreichend sein können, werden sowohl die Gesamtwahrscheinlichkeiten als auch die Anordnungselemente der Symptomkomplexe »Gewichtsfaktoren«. Hierher gehören auch die Begriffe der Perzeprontechnik auf die LEDLEY u. LUSTED (1961a) ausführlicher eingehen.

Es besteht die Möglichkeit, bereits nach der Feststellung vorhandener *symptoms* und *signs* den Grad der Wahrscheinlichkeit einer Diagnose zu bestimmen und dadurch festzulegen, ob weitere eingreifendere und kostspieligere Untersuchungen (*tests*) notwendig sind. Auch die am besten zwischen 2 Krankheiten diskriminierenden Untersuchungen können festgelegt werden. Eine Diagnostik mit weniger Schritten wird dadurch möglich. In Tab. 13 würde das S_2 eine solche Klärung zweier Alternativen bieten. Das Problem kann als eine Verminderung oder besser Vereinfachung der BOOLE-Funktionen aufgefaßt werden.

Allgemeine Betrachtungen in der Literatur über Computereinsatz in der Diagnostik

Die heutigen elektronischen Datenverarbeitungsanlagen bieten, da der menschliche Gehirnspeicher durch die anfallenden großen Datenmengen überfordert ist, eine geeignet große »Kartei« an, die über bestehende Nachrichtenwege angesteuert wird. Auch wenn die Anlage ortsfremd installiert ist, ergeben sich nur kleine Nachschlage- und Bearbeitungszeiten. Ein derartiges Datenverarbeitungssystem könnte also im Prinzip einen vom Arzt vorgeschriebenen, d. h. programmierten Teil der analysierenden diagnostischen Tätigkeit übernehmen (BOHN 1964). Meist bedeutet der Computereinsatz als Diagnostikhilfe einen Ausscheidungsprozeß, in dem versucht wird, systematisch möglichst viele denkbare Krankheiten auszuschließen. LEDLEY (1966) sowie LEDLEY u. LUSTED (1959) berichteten, daß beispielsweise ein Computer erstens eine Liste der möglichen Diagnosen hervorbringen könnte, die mit dem ärztlichen Wissen für einen gegebenen Symptomatz eines Patienten übereinstimmen. Zweitens könnte der Computer weitere diagnostische Tests anzeigen, die am besten zwischen den übrigbleibenden diagnostischen Möglichkeiten differenzieren; er könnte drittens die Wahrscheinlichkeiten für die sich anbietenden diagnostischen Möglichkeiten errechnen und viertens könnte er helfen, statistische Zahlen zu sammeln, die mit den Symptom-Krankheits-Kombinationen zusammenhängen, um nur die wichtigsten von den beiden Autoren genannten Punkte aufzuzählen. Sie sind der Ansicht, daß der Computer die Arbeit des Arztes erleichtern wird, meinen aber auch, daß die Benutzung eines Computers verlangt, daß der Arzt mit ihm umzugehen und die erhaltene Information korrekt auszuwerten lernt. Die Autoren glauben, daß die Möglichkeit, eine bessere Diagnose zu stellen und einen bestmöglichen Behandlungsplan zu erarbeiten, diese Schwierigkeiten bei weitem aufwiegen würde.

Ein Computer kann nur das leisten, wozu er programmiert ist und Dateien vorhanden sind. Wenn ein bestimmter Krankheits-Symptom-Zusammenhang nicht in den Computer gespeichert worden ist, dann wird dieser Zusammenhang auch nicht ausgegeben werden können. Unkorrekte Daten im Computergedächtnis werden unkorrekte Resultate hervorbringen. Unkorrekte Aufnahmen der Anamnese, der *symptoms*, *signs* und *tests* führen zu einer falschen Computerausgabe. Aber diese Punkte gelten genauso für die konventionelle Diagnosestellung. Die Autoren gehen auch auf die Probleme, die sich mit der Anwendung eines Computers aufürmen, ein. Es müßte beispielsweise zunächst eine Standardisierung der Nomenklatur gefunden werden. Ein

Computer kann nicht wissen, daß mit verschiedenen Worten derselbe Begriff gemeint ist. Auch muß eine Standardisierung der Ergebnisse der verschiedenen Labortests gesucht werden. »An automated system will force standardization, integration and coordination« (BUDD 1966).

LIPKIN (1962) als Arzt meint, daß man bei jeder Erwägung des möglichen Gebrauches von Computern zur Differentialdiagnose zunächst feststellen kann, daß es heutzutage viele mechanische und elektronische Systeme gibt, die in toter Form schnell komplexe Operationen mit Massendaten durchführen können, mit Datenmengen also, die an Umfang zu groß sind, um adäquat von Einzelindividuen oder von einer Gruppe von Datenanalytikern bearbeitet zu werden. Hier ist die Überlegenheit der Maschine gegenüber dem menschlichen Gedächtnis festzustellen. Jedoch mit einer nur geringen Zahl abweichender Meinungen kann festgestellt werden, daß es heutzutage keine Maschine gibt, die fortlaufend Daten katalogisieren kann und den Standard der Diskriminierung hat, der in unserem Gehirn erreicht wird. Die Probleme, die im Gebiet der Genauigkeit der Differentialdiagnose auftreten und die dann auch auf das Computersystem übertragen werden, bestehen im folgenden: Undefinierte Kriterien für definierte Krankheitseinheiten, Unsicherheit der diagnostischen Kriterien als ein Resultat von neuentwickelten *tests* und Ungenauigkeit der benutzten Information. Mit dem letzten Begriff sollen das Niederschreiben, die Übersetzung, die Übertragung und die Irrtümer bei der Computerarbeit gemeint sein.

Mit diesen positiven und negativen Hintergrundparametern im Gedächtnis kann man an die Möglichkeit einer Computerbenutzung als Hilfe bei der Differentialdiagnose herangehen, wobei man bedenken muß, daß einige Minimalbedingungen eingehalten werden sollten. An erster Stelle sollte das automatische System die Beziehung zwischen Gleichheit und Ungleichheit erkennen, die ein gegebenes Informationsmuster, beispielsweise die Daten eines Krankenhausfalles, zu einem anderen Muster, beispielsweise den Krankheitskriterien, hat, die früher in dem datenverarbeitenden System gespeichert wurden. Zweitens sollte das System ein Maß für die Ungleichheit zwischen den zwei Mustern liefern können und drittens die Resultate so ordnen und in einer Form ausgeben, die für den Arzt zur Erstellung seiner Differentialdiagnose brauchbar ist.

TAYLOR (1967) meint dazu, daß viele Untersuchungen gezeigt haben, daß der Computer den Arzt bei der Diagnostik unterstützen kann und als Lehrbuch bekanntes Wissen über Krankheiten speichern und sammeln kann.

Das Hauptinteresse an der computerunterstützten Diagnostik liegt aber im diagnostischen Prozeß selbst. Der Computer kann benutzt werden, um das Vorgehen bei der Diagnostik zu untersuchen oder spezieller die dabei benutzten mathematischen Methoden zu bestimmen.

Methoden der mathematisch-statistischen Diagnostikunterstützung

Mathematische Ansätze für den MEDIUC

Eine Zusammenfassung über die Methoden zur Anwendung digitaler Computer für die mathematisch-statistische Diagnostikhilfe bringen BARON u. FRASER (1965), LUSTED (1966b) sowie KOLLER (1967b). Auf die Schwierigkeiten der Begriffsbestimmung von Krankheitseinheiten wurde bereits in der Einleitung zu diesem Kapitel eingegangen, die Schwierigkeiten der Diagnostik wurden ebenso erwähnt. Auch auf die Logik des

Vorganges wurde bereits eingegangen. Der CDSS (Clinical Decision Support System) wurde auf S. 81 ausführlich besprochen. Wie SCHNEIDER (1968) ausführte, kann für die automatische Diagnostik das Befundmaterial nach zwei Gesichtspunkten kondensiert und aufgearbeitet werden:

1. nach dem der statistischen Parameterschätzung
2. nach dem der automatischen Klassifikation.

Zu Punkt 1 meint er, daß dieses Prinzip besonders für die Auswertung von Verlaufskurven, beispielsweise für die Auswertung der Enzymveränderungen nach Herzinfarkt, von Bedeutung ist. Aus der Form der Kurven des Enzymverlaufs können Rückschlüsse auf die Intensität und den Heilungsprozeß des Infarktes gezogen werden. Diese Methode ist an ein mathematisches Modell gebunden und dadurch nur in bestimmten Fällen anwendbar.

Nach Punkt 2 wird ein Individuum aufgrund von Meßwerten in eine der vorgegebenen Klassen eingeteilt. Die Meßwerte sind die an den Einzelpatienten erhobenen Befunde und Analyseergebnisse. Das Ziel der automatischen Klassifikation ist, unter allen möglichen Einteilungsverfahren dasjenige herauszufinden, bei dem die Wahrscheinlichkeit einer Fehlklassifikation am geringsten ist. Dies geschieht dadurch, daß an den Meßwerten und Befunden des Patienten ein Index berechnet wird, und zwar so, daß die verschiedenen Krankheitsgruppen bezüglich dieser Indizes am weitesten auseinanderliegen.

Man nennt deshalb dieses Verfahren auch eine Trenn- oder Diskriminanzanalyse und den Index den Trennindex. Dieser Trennindex ist medizinisch dadurch charakterisiert, daß für ihn die Normbereiche der verschiedenen Krankheitsgruppen sich möglichst wenig überschneiden (SCHNEIDER 1968).

SCHNEIDER (1969b) meinte auf dem 16. Biometrischen Kolloquium, daß es bei der Entscheidung, die vom Symptom zur Diagnose führt, folgende Möglichkeiten des Vorgehens gebe:

1. Determination: Verschiedene Merkmale definieren die Krankheit eindeutig.
2. Stochastik: Die Merkmale sind nicht eindeutig. Sie sind zufällig verteilt und überdecken sich. Dieses Modell ist der Wirklichkeit mehr angepaßt. Die Wahrscheinlichkeit, zu einer Fehldiagnose zu kommen, muß dabei möglichst klein gehalten werden.

Zu 1. LIPKIN (1962, 1964a, 1966) hat beispielsweise ein logistisches Modell eingeführt. Alle Symptome und Diagnosen sind logistische oder BOOLE-Variable, die vorhanden oder nicht vorhanden sind, wobei auch quantitative und qualitative Klassen mitberücksichtigt sind, so daß jede Abstufung von Symptomen möglich ist. Aus Kombinationen von Symptomen wird nach ärztlicher Erfahrung die richtige Aussage, der richtige Schluß gezogen, d. h. die richtige Diagnose gefunden. Zur Kritik ist nach SCHNEIDER (1969b) zu dieser Methode zu sagen, daß es kein Entscheidungsverfahren ist, sondern ein logistisches, automatisiertes Ordnungsverfahren.

Zu 2. Ein Merkmal ist quantitativ, ist auch wahrscheinlich verteilt, und zwar je nach Krankheitsgruppe verschieden. Auch bei Gesunden ist es in einem gewissen Prozentsatz vorhanden. Die sich ergebenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen können sich voneinander unterscheiden; es müssen Normalgrenzen bestimmt werden. Normal ist beispielsweise alles, was 95% der Gesunden umfaßt. Optimal sind starre Grenzen dabei nicht. Sie enthalten das Risiko, daß ein Gesunder als Kranker oder umgekehrt definiert wird. Dieses Risiko sollte auf ein Minimum reduziert sein. Dazu kommen noch verschiedene Gewichte, z. B. A-priori-Wahrscheinlichkeiten q_1 wie bei

$$\text{BAYES: } V_1 q_1 + V_2 q_2 = \min$$

Dabei ist:

V_1 = mittlerer Verlust, der beim Diagnostizieren von Patienten mit der Krankheit i entsteht. Der mittlere Verlust selbst berechnet sich aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungen

$p_1(x_1 \dots x_n)$, $p_2(x_1 \dots x_n)$ der Krankheitsmerkmale $x_1 \dots x_n$ in den Krankheitsgruppen 1 und 2.

Das hier erwähnte optimale Verfahren wird dann erreicht, wenn sich mittels der Merkmale $x_1 \dots x_n$ ein Bereich angeben läßt, für den beispielsweise das Produkt $q_1 p_1(x_1 \dots x_n)$ größer als das Produkt $q_2 p_2(x_1 \dots x_n)$ ist, bzw. $\log p_1 + \log q_1 \geq \log p_2 + \log q_2$ gilt.

Man erhält hier den einfachsten Fall einer linearen Diskriminanzanalyse.

SCHNEIDER (1969c) berichtete an anderer Stelle über 18 Laborwerte, von denen eine Diskriminanzanalyse berechnet wurde. Die Einzelwerte ergeben bei Trennversuchen nicht viel, Kombinationen von Symptomen haben mehr Bedeutung. Wurde die Trennung nach Erkrankungen von Leber, Herz und Nieren vorgenommen, fanden sich in 17% Fehler. Es ergab sich außerdem, daß durch die Computerauswertung 2 Fälle, die den Herzkrankheiten zugeteilt waren, zusätzlich Lebersymptomatik aufwiesen, wie das Computerprogramm richtig feststellte.

In der Diagnostik bietet der Computer nach LANGE (1969) hohe Rechengeschwindigkeit, große Speichermöglichkeit, Fähigkeit zu logischen Entscheidungen und Freiheit von Emotionen. Besondere praktische Bedeutung hat der Computer als diagnostische Hilfe in der Meßdatenauswertung, z. B. beim Ekg und bei den Labordaten. Auch die Auswertung standardisierter Anamnesen kann mit geringem Zeitaufwand vorgenommen werden.

Für das Herausfinden der richtigen Diagnose werden nach LANGE (1969) vorgenommen:

- a) Listenvergleiche,
- b) Symptomgewichtungen und daran abgeleitete diagnostische Indizes, Likelihood-Quotienten u. ä.,
- c) die Berechnung des BAYES-Theorems und
- d) der Diskriminanzanalyse.

Voraussetzung sind eindeutige, wenn auch operationale Definitionen von Symptomen und Krankheitseinheiten.

Bei Listenabgleich wird die Übereinstimmung oder der Übereinstimmungsgrad zwischen dem Befundmuster des zu bestimmenden Falles und den gespeicherten Unterlagen gesucht. Es wird nur auf das Vorliegen oder Fehlen bestimmter Symptome eingegangen.

5 Beziehungen sind nach LANGE (1969) zwischen Krankheit und Symptom möglich:

1. Zwischen Krankheit und Symptom besteht eine Äquivalenzrelation. Sie kommt nur bei Identität zwischen Krankheit und Symptom vor.
2. Bei Vorliegen von K liegt immer oder fast immer S vor, jedoch bei Vorliegen von S nicht immer K. S wäre hundertprozentig sensibel, aber wenig spezifisch.
3. Bei Vorliegen von K findet man nicht immer ein Vorliegen von S, bei Vorliegen von S immer oder fast immer das Vorliegen von K. S ist hundertprozentig spezifisch, aber wenig sensibel.
4. Bei Vorliegen von K ist in gewisser Häufigkeit auch S vorhanden und bei Vorliegen von S in bestimmter Häufigkeit auch K.

Es muß zwischen S und K ein Zusammenhang existieren. Sensibilität und Spezifität werden sich meist unterscheiden und müssen empirisch ermittelt werden. Dieses ist der häufigste Fall bei Krankheits-Symptom-Beziehungen.

5. Das Zusammentreffen von S und K ist zufällig.

Im Laufe der letzten 10 Jahre haben sich mehrere Ansätze für eine computerunterstützte Diagnostik aufgrund mathematisch-statistischer Grundlagen herausgebildet. In der Zusammenstellung dieser Grundlagen (Tab. 14) soll eine Übersicht von KOLLER (1967b) über diese Verfahren folgen:

Tabelle 14

<i>Material</i>	<i>Diagnostisches Prinzip</i>
1. Symptomlisten der Krankheiten	Übereinstimmung in möglichst vielen Symptomen
2. Symptomlisten der Krankheiten mit Gewichtung der Symptome a) subjektive Gewichtung b) statistische Gewichtung	Übereinstimmung bei möglichst hoher Punktzahl
3. Wahrscheinlichkeitsansätze aufgrund der Häufigkeitsverteilung der Symptome bei den Krankheiten mit Berücksichtigung der Krankheitshäufigkeit a) bei Kenntnis der Häufigkeit von Symptomkombinationen b) unter Verwendung der Häufigkeiten der Einzelsymptome unter Annahme ihrer Unabhängigkeit – oder unter Berücksichtigung signifikanter Korrelationen	BAYES-Rückschlußformel über bedingte Wahrscheinlichkeiten
4. Trennverfahren aufgrund der Häufigkeitsverteilung der Symptome ohne Berücksichtigung der Krankheitshäufigkeit a) bei Kenntnis der Häufigkeit von Symptomkombinationen b) unter Verwendung der Häufigkeiten der Einzelsymptome	Quotient der Symptommhäufigkeiten, Trennindex mit möglichst geringen Überschneidungen
5. Faktorenanalyse Häufigkeitsverteilung der Symptome mit oder ohne Voraussetzung der Kenntnis der Krankheitseinheiten	Krankheit als hypothetischer Faktor, der die Korrelationen zwischen den Symptomen bewirkt und in dieser Hinsicht als Linearkombination der Symptomwerte bestimmt werden kann
6. Optimierungsverfahren Diagnosewahrscheinlichkeit in Verbindung mit therapeutischen Erfolgserwartungen bzw. Risiken	Annahme derjenigen Diagnose für die Behandlung, die auch bei Zutreffen einer anderen der Differentialdiagnosen die günstigsten Erfolgsaussichten hat.

Symptomlisten der Krankheiten

Bei diesem Verfahren werden Symptomlisten der Krankheiten beispielsweise aus Lehrbüchern und Zeitschriften extrahiert. Ein praktizierender Arzt wird gelegentlich die Notwendigkeit verspüren in ausgedehnten Studien sich zusätzliches Wissen über eine Kombination von *symptoms*, *signs* und *tests*, auf die er gestoßen ist, anzueignen. Bis jetzt gibt es leider noch kein *information retrieval system*, an das sich ein Arzt wenden könnte.

Das diagnostische Prinzip wird man in folgende Frage kleiden: Wie groß ist die Übereinstimmung zwischen den Symptomen des betreffenden Patienten und den Symptomlisten der verschiedenen Krankheiten? Nach KOLLER (1967b) kann man in die

engere diagnostische Wahl die Diagnosen einbeziehen, bei denen die Übereinstimmung zwischen Fall und Symptomliste in einer bestimmten Mindestzahl von Symptomen besteht. Weiterhin kann man dabei obligate und fakultative Symptome unterscheiden. Man könnte beispielsweise nach KOLLER fordern, daß alle obligaten und die Hälfte der fakultativen Symptome der jeweiligen Krankheit vorhanden sein sollten, oder man könnte in eine weniger scharfe Abgrenzung auch diejenigen Diagnosen einbeziehen, bei denen eines der obligaten Symptome fehlt und mindestens ein Viertel der fakultativen Zeichen vorhanden ist. Man könnte auch gegebenenfalls die Bedingung stellen, daß besonders markante Symptome des Einzelfalles in den Symptomlisten enthalten sein müssen. Bei diesem einfachen Listenvergleich werden keine Wahrscheinlichkeitsberechnungen angestellt, es handelt sich nur um ein Abfragesystem. Dieses System ist an und für sich vom Einsatz der Technik unabhängig. Abfragen können im Gedächtnis erfolgen; man kann sie manuell vornehmen oder aber auch in eine Maschine eingeben.

Die Maschinenausgabe soll nach KOLLER (1967b) die Diagnosen enthalten, die die jeweiligen Bedingungen erfüllen, sie soll auch die übereinstimmenden und nicht-übereinstimmenden Symptome ausdrücken. Weiter können auch die nicht angegebenen Symptome der in engere Wahl genommenen Diagnosen verglichen werden, so daß die Maschine auf die zur weiteren Differentialdiagnose zweckmäßigen Labortests eingeht. Symptomlisten dieser Art kann man durchaus zur maschinellen Diagnostikhilfe verwenden. Sie sind besonders dann wertvoll, wenn die außerordentliche Fülle von Möglichkeiten die Erinnerungskapazität weit überschreitet und von der Maschine die Möglichkeiten herausgeschrieben werden, die mit den beobachteten Symptomen übereinstimmen.

Mit obligaten BOOLE-Symptomkombinationen oder mit Einzelsymptomen, die für eine bestimmte Krankheit beweisend sind, ausgehend von der Seltenheit ihres Vorkommens, d. h. Vieldeutigkeit durch Vorkommen bei verschiedenen Krankheiten, arbeitet ein Team an der Klinik von FELLINGER (1968). 127 Krankheiten und rund 1000 Symptome sind bis 1968 gespeichert worden. Die praktische Anwendbarkeit des von SPINDELBERGER u. GRABNER (1968) entwickelten Verfahrens hat sich gezeigt.

Gewichtung der Symptome

Bei der Diagnose pflegt ein Arzt die Symptome unbewußt zu gewichten. Eine subjektive Gewichtung innerhalb einer Krankheitseinheit kann so vorgenommen werden, daß man ein Punktsystem für die Symptome aufstellt. Man kann nach KOLLER (1967b) auch für alle Krankheiten einheitlich eine Gesamtpunktzahl festlegen und diese jeweils auf die einzelnen Symptome verteilen.

Eine objektive Gewichtung kann vom Häufigkeitsunterschied eines Symptoms bei Kranken gegenüber Nichtkranken ausgehen. Wie schon bei der Logik des diagnostischen Prozesses erwähnt, hat ein Symptom dann keinerlei diagnostischen Wert, wenn kein Unterschied zwischen Kranken und Nichtkranken vorliegt, oder es auch nicht zwischen zwei Krankheiten differenziert. Je deutlicher aber der Unterschied aus den statistischen Unterlagen hervorgeht, um so größer ist der diagnostische Wert. Bei quantitativen Variablen kann man die Differenz des jeweiligen Meßwertes vom Mittelwert bei Gesunden auf die Standardabweichung bei Gesunden beziehen. Es gibt weitere Varianten, je nachdem, ob man nur die positiven Symptome beachtet oder auch auf das wichtige Fehlen von Symptomen, die man dann mit negativen Gewichten in

der Wertung berücksichtigt, eingeht. Die Verwendung korrelierter Symptome ist auch hier ein Problem.

Wahrscheinlichkeitsansätze

In diese Gruppe gehören die mathematischen Ansätze, die die Häufigkeitsverteilung der Symptome bei den Kranken unmittelbar benutzen und **echte** Wahrscheinlichkeitsaussagen anstreben. GROSS (1969) definiert: »Die (retrospektive) Häufigkeit bestimmt die (prospektive) Wahrscheinlichkeit.« Die Häufigkeiten werden beispielsweise bei dem folgenden BAYES-Ansatz als Wahrscheinlichkeiten aufgefaßt.

Der Bayes-Ansatz

Definitionen

- P_K Wahrscheinlichkeit der Krankheit K in einer definierten Bevölkerungsgruppe
 P_S Wahrscheinlichkeit für bestimmte Symptomkombinationen S in einer definierten Bevölkerungsgruppe
 $P_{S|K}$ Wahrscheinlichkeit für bestimmte Symptomkombinationen unter Kranken mit K
 $P_{K|S}$ Wahrscheinlichkeit für die Krankheit K unter Personen mit Symptomkombination S
 P_{KS} Wahrscheinlichkeit für Personen mit Krankheit K und Symptom S in einer definierten Bevölkerungsgruppe.

KOLLER (1967b) faßt hierbei den Symptomkomplex S als Einheit auf. Die im Index auftretenden senkrechten Striche bedeuten, daß das, was hinter dem Strich angeführt ist, als Voraussetzung gilt für das, was davor steht.

Die Bayes-Formel bei unkorrelierten Symptomen

Bei unabhängigen Symptomen läßt sich die Wahrscheinlichkeit $P_{S|K}$ in ein Produkt von unabhängigen Wahrscheinlichkeiten für die Einzelsymptome $S_1, S_2, S_3 \dots S_n$ zerlegen. Dann wird bei n Symptomen $P_{S|K} = P_{S_1|K} \cdot P_{S_2|K} \cdot P_{S_3|K} \dots P_{S_n|K}$. Entsprechend lassen sich die Wahrscheinlichkeiten für die anderen Gruppen im Rest R des Beobachtungsmaterials zerlegen in $R_1, R_2 \dots R_n$. Dann wird die BAYES-Wahrscheinlichkeit

$$P_{K|S} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^m \frac{P_{R_i}}{P_K} \cdot \frac{P_{S_1|R_i}}{P_{S_1|K}} \cdot \frac{P_{S_2|R_i}}{P_{S_2|K}} \dots \frac{P_{S_n|R_i}}{P_{S_n|K}}}$$

Hier bestimmen die kritischen Quotienten $P_{S_i|K} : P_{S_i|R_i}$ für jedes Symptom einzeln den Wert des Ausdrucks.

Ein Beispiel bringt LANGE (1969): Gesamtzahl 2000 Patienten, 200 haben die Krankheit K, also 10%, der Rest andere K. Wenn ein Patient zu K noch S hat: Wie läßt sich die Wahrscheinlichkeit für die Zugehörigkeit des Patienten zu K steigern?

$P_{S|K}$ und $P_{S|R}$ und P_K sind manchmal bekannt, nicht aber $P_{K|S}$. Die Frage nach $P_{K|S}$ läßt sich unter Anwendung des BAYES-Theorems beantworten. Die Wahrscheinlichkeit $P_{K|S}$ läßt sich aus P_K , $P_{S|K}$ und $P_{S|R}$ berechnen. Man findet durch Einsetzen der entsprechenden Werte in die sog. BAYES-Formel, die als nächste abgehandelt wird, die Werte:

$$\begin{aligned} P_{K|S} &= 85\% \\ P_K &= 10\% \\ P_{S|K} &= 50\% \\ P_{S|R} &= 1\% \end{aligned}$$

Der BAYES-Ansatz in einer anderen Form lautet:

$$P_{K|S} = \frac{P_K \cdot P_{S|K}}{P_K \cdot P_{S|K} + P_S \cdot P_{S|R}}$$

Mit eingesetzten Werten ist

$$P_{K|S} = \frac{10\% \cdot 50\%}{10\% \cdot 50\% + 90\% \cdot 1\%} = 85\%$$

Die Formel des BAYES-Theorems wird etwas komplizierter, wenn sie sich auf mehrere Krankheiten K_i und mehrere Symptome S_j bezieht.

P_K und P_R nennt man A-priori-Wahrscheinlichkeiten, $P_{S|K}$ und $P_{S|R}$ die A-posteriori-Wahrscheinlichkeiten. Der Wert P_K , d. h. die Krankheitshäufigkeit dürfte von Kollektiv zu Kollektiv schwanken (LANGE 1969). Im amerikanischen Schrifttum wird diese Form des BAYES-Theorems, bei der die Unabhängigkeit der Symptome vorausgesetzt wird, vielfach als einzige Ansatzmöglichkeit für den BAYES-Rückschluß dargestellt, was jedoch nicht zutrifft (KOLLER 1967b). Modelle, mit denen in den USA gearbeitet wird, nehmen an, daß ein Symptom vom anderen innerhalb einer gegebenen Krankheit unabhängig ist und daß die Krankheiten sich gegenseitig ausschließen. Das ist bei Symptomen häufig nicht der Fall, da sie oft Ausdruck eines pathogenetischen Prozesses sind, beispielsweise Fieber und Tachykardie (LANGE 1969). Die Unabhängigkeit der Symptome kann, wenn genügend Daten vorhanden sind, durch eine χ -Quadratanalyse auf die Koinzidenz der Symptome in jeder Krankheit getestet werden (LUSTED 1966b). Dieser Autor führt weiter aus, daß die Bedingung der Symptomunabhängigkeit nicht überall erfüllt war, aber die BAYES-Analyse trotzdem gut gearbeitet hat. Auch CORNFIELD (1964) und KOLLER (1967b) betonen, daß es eine weit verbreitete falsche Ansicht in der medizinischen Literatur sei, daß die Anwendung des BAYES-Theorems auf diagnostische Probleme die Annahme der Unabhängigkeit der verschiedenen Symptome benötigt. Zu der Annahme, daß Krankheiten sich gegenseitig ausschließen, wird nach WARNER (1966) ausgeführt, daß, wenn ein Patient mehr als eine Krankheit hat, diese neue Kombination von Krankheiten als eine neue, einzelne Krankheitseinheit betrachtet werden kann.

Eine gute Beschreibung und einfache Rechnung mit der BAYES-Formel bringen im Rahmen einer Simulation MOUNT u. EVANS (1963). Auch sie müssen sich zu einer Reduzierung der *symptoms, signs* und *tests* entschließen, da es sehr aufwendig ist, die bedingten Wahrscheinlichkeiten einer großen Anzahl von S und K zu bestimmen. Die Datenreduktion beeinflußt natürlich die Sicherheit der Aussage. Bei der Simulation ergab sich weiter, daß eine Vergrößerung der Eingabedaten auch zu einem allgemeinen Anstieg der Voraussagensicherheit führt, wobei sich allerdings eine Grenze einstellt.

Die Anwendung der Bayes-Formel unter Berücksichtigung signifikanter Korrelationen

Man muß nicht, wie in der letzten Formel angegeben wurde, alle Einzelsymptome als unabhängig annehmen, sondern man kann dies von einer vorherigen Untersuchung der

Symptomkorrelationen abhängig machen. Ein Ausweg besteht daher darin, daß man korrelierte *symptoms, signs* und *tests* zusammenfaßt und dann die Häufigkeiten dieser Syndrome, die gewissermaßen als einzelne Symptome aufgefaßt werden, in die Formel einsetzt (LANGE 1969). Hierfür ist die Korrelationsmatrix der Symptome aufzustellen. So kann man beispielsweise für alle Symptome, die keine signifikanten Korrelationen mit anderen Symptomen zeigen, den Unabhängigkeitsansatz, wie in der letzten Formel angegeben, durch Multiplikation der kritischen Werte vornehmen, für korrelierte Symptome jedoch den Symptomkomplex insgesamt in die obige Formel einsetzen (KOLLER 1967b). Man kann auch bei quantitativen interkorrelierten Symptomen aus den Verteilungsparametern hypothetische, mehrdimensionale Normalverteilungen berechnen und diese den BAYES- oder Trennansätzen zugrunde legen. Der Vorteil würde darin bestehen, daß sich die Parameter schon aus kleinerem Material hinreichend gut schätzen ließen.

In der BAYES-Formel sind, im Gegensatz zu den noch folgenden Ansätzen, die Krankheitshäufigkeiten als A-priori-Wahrscheinlichkeiten berücksichtigt. Damit gehen nicht nur Alters- und Geschlechtsabhängigkeiten, sondern gegebenenfalls bei einer »lernenden« Anlage auch regionale, soziale und jahreszeitliche Unterschiede in die Diagnostik ein. Bei Epidemien kommt es zu einer Häufigkeitssteigerung bei kompensatorischem Absinken der relativen Häufigkeiten der anderen Krankheiten. Dazu stellt KOLLER (1967b) die Fragen: »Soll man während der Häufungszeit einer Krankheit diese leichter und die übrigen Krankheiten schwerer diagnostizieren als zu anderen Zeiten?« Der gleiche Autor meint, man könne auch bei der Verwendung des BAYES-Ansatzes statt der A-priori-Wahrscheinlichkeit P_K einheitlich eine feste Ausgangswahrscheinlichkeit für alle Krankheiten einsetzen. Dieser Punkt müsse noch gründlich diskutiert werden.

Zur Korrelation der Symptome untereinander führt er aus, daß es drei Wege zur Bewältigung dieses Problems gibt:

1. Man nimmt die Symptomkombinationen selbst als Gruppendifinition für die statistische Auszählung. Hier ist jedoch durch die Fülle der Kombinationsmöglichkeiten schnell das Ende der praktischen Realisierbarkeit erreicht. Vier Symptome liefern zwar noch die überschaubaren Zahlen von $2^4 = 16$ Kombinationen, bei 10 Symptomen sind es aber bereits 1024, für deren – auch nur annähernde – statistische Bestimmung tausende von Patienten derselben Krankheit nötig sind.
2. Man versucht nur unkorrelierte Symptome zu nehmen. Dann genügt es auch für die BAYES-Formel, die Häufigkeit der einzelnen Symptome zu bestimmen, wobei man schon mit kleinerem Materialumfang auskommt, um die Häufigkeit der jeweiligen Kombination durch Multiplikation zu schätzen. Dieser Ausweg wird häufig beschritten. Er ist jedoch nicht immer möglich, beispielsweise wenn differentialdiagnostische Symptome wichtig sind, die jedoch mit anderen korreliert sind. Eine Korrelation hängt auch von der Art des einbezogenen Kollektivs ab. Nimmt man Klinikkollektive oder nur Vergleichsgruppen mit anderen Krankheiten, dann treten andere Korrelationsverhältnisse auf, als wenn man die Gesamtbevölkerung – einschließlich der Gesunden – als Kollektiv benutzt.
3. Man nimmt alle Symptome ohne Rücksicht auf ihre Korrelation und behandelt sie so, als seien sie unkorreliert. Auch dieser Weg wird in der Praxis gewählt. Bei Anwendung der BAYES-Formel erhält man in diesem Fall unrichtige Wahrscheinlichkeiten. Bei Trennverfahren ergeben sich Zahlenwerte, die man nicht als »falsch« bezeichnen kann, weil es keine Definition für »richtig«-»falsch« gibt. Es kommt nur darauf an, ob und wie gut sie operational wirksam sind und eine Trennung der

Kranken von den anderen herbeiführen. Letzten Endes bringen auch korrelierte Merkmale noch ein gewisses Maß zusätzlicher Informationen. Man sollte auf diese grundsätzlich nicht verzichten.

Die ersten Untersucher, die ein BAYES-Modell der bedingten Wahrscheinlichkeiten mit Computeranwendung zur Diagnosestellung bei Herzkrankheiten verwendeten, waren WARNER u. Mitarb. (1961). Sie beschäftigten sich mit angeborenen Herzfehlern. Mit den klinischen Symptomen dieser Krankheiten sollte die Sicherheit der Diagnose getestet werden. Die richtige Diagnose der angeborenen Herzfehler kann durch Herzkatheterisierung und die bioptischen Befunde bei der chirurgischen Behandlung festgelegt werden. Eine geänderte Formel des BAYES-Theorems wurde dann von WARNER u. Mitarb. (1964) angegeben. Das System umfaßt 11 angeborene Herzfehler und 50 Symptome. Auch dieses Programm betont nachdrücklich die kleinen Symptomzahlen und darüber hinaus ihre notwendige Richtigkeit. Sie fassen ihre Arbeit folgendermaßen zusammen: »Die Erfahrung mit diesem Ansatz auf dem Gebiet der angeborenen Herzfehler zeigt, daß diese Krankheiten mit einer Sicherheit diagnostiziert werden können, die der eines erfahrenen Spezialisten gleichwertig ist.« GUSTAFSON (1963) kritisiert, daß die relative Häufigkeit der verschiedenen Typen der angeborenen Herzfehler zu stark gewichtet worden ist. Es würde logisch erscheinen, daß dieser Faktor nicht mehr bedeuten dürfe als ein wichtiges Symptom bei der Untersuchung oder ein ausschlaggebendes Laborergebnis.

Jedes Symptom muß in jedem einzelnen Fall genau bewertet werden, wenn korrekte Wahrscheinlichkeiten kalkuliert werden sollen. Aus diesem Grunde dürfen nur die objektivsten Symptome in die Definition der Originalliste mit einbezogen werden, auch wenn es sich um eine Verminderung der Aussagen im Detail handelt. Die Brauchbarkeit des Ansatzes mit dem BAYES-Theorem wurde auch von anderen Autoren geprüft. BRUCE u. Mitarb. (1963) stellten u. a. fest, daß die empirische Genauigkeit der Wahrscheinlichkeitsdiagnose eine Variation von 35% für 119 Fälle von Herzklappenerkrankungen und bis zu 60% für 76 andere Patienten mit angeborenen Herzkrankheiten hat. Sie meinen, daß die Anwendung des BAYES-Theorems für die Entscheidungsfunktion zur Stellung einer Wahrscheinlichkeitsdiagnose mehr zur Erziehung des Untersuchers beisteuert als für den objektiven und zuverlässigen diagnostischen Dienst am Patienten. Über neuere Techniken mit Sichtgeräten zur Diagnostik von Herzkrankheiten mit einem abgewandelten BAYES-Ansatz berichteten WARNER u. STAUFFER (1966).

LODWICK u. Mitarb. (1963) schrieben, daß ihre vorläufigen Erfahrungen mit dem BAYES-Ansatz in einer begrenzten Population so waren, daß der Computer die histologische Diagnose bei primären Knochentumoren in 77,9% der Fälle korrekt vorausagen konnte. Sie glauben, daß diese Erfolgsrate noch verbessert werden kann.

OVERALL u. WILLIAMS (1961 u. 1963) beobachteten die Häufigkeit des Auftretens der *signs, symptoms* und *tests* bei 879 Patienten, die in die Gruppen Hypothyreose, Euthyreose und Hyperthyreose eingeordnet waren. Die Einordnung fand auf der Basis ihrer Antwort auf eine Therapie statt. Die BAYES-Formel wurde angewandt, um den Grad der Wahrscheinlichkeit jeder der drei oben genannten Bedingungen für jede mögliche Kombination der klinischen Beobachtungen zu bestimmen. Das Computerprogramm gab eine korrekte Klassifikation in 96% bei 268 Fällen. Ähnliches wird auch von FITZGERALD u. WILLIAMS (1964) berichtet. Diese von den drei genannten Autoren entwickelten Programme für die Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen wurden weiter ausgebaut, so daß eines davon einen Lernprozeß einschließt. Schließlich konnte bei 500 Patienten eine Übereinstimmung in 496 Fällen mit der Experten-diagnose erreicht werden (FITZGERALD u. WILLIAMS 1965). Die Programme wurden von RICHIEZ u. Mitarb. (1965) nach einigen Änderungen übernommen. Vela

beitet wurden 18 klinische Daten und 5 Labortests. Eine Übereinstimmung mit der zutreffenden Diagnose wurde in 95 % der Fälle festgestellt.

Über eine Computeranalyse und Diagnose von Magengeschwüren berichteten WILSON u. Mitarb. (1965). Ein Computerprogramm wurde angewandt, um die Häufigkeitsverteilung von 70 verschiedenen klinischen und Laboratorium-Tests sowie röntgenologischen Zeichen zu bestimmen. Danach wurden mit dem χ -Quadrat-Test siebzehn statistisch gesicherte objektive Variable bestimmt. Mit diesen 17 wurde mit Hilfe des BAYES-Theorems die Computerdiagnose von benignen gegenüber malignen Magengeschwüren versucht. Von einer Testserie von 14 neuen Fällen wurden alle korrekt vom Computer diagnostiziert. Die Fälle waren hierbei nicht ausgewählt und wurden histologisch überprüft. Wesentlich erscheint auch, daß sich statistisch 17 gut brauchbare Variable beim Magengeschwür, die für die Trennung von benignen und malignen Geschwüren zu verwenden waren, herausfinden ließen.

NUGENT u. Mitarb. (1964) beschäftigten sich mit einem ähnlichen Modell für die Diagnose des Morbus CUSHING. Es wurden dabei auch die Größen bestimmt, die den größten diskriminierenden Effekt in der beobachteten Population hatten.

BIRNBAUM u. MAXWELL (1961) arbeiteten mit Daten von 772 psychiatrischen Patienten, um eine vorläufige diagnostische Klassifikation mit der BAYES-Formel zu erhalten. Russische Autoren, unter ihnen BYKHOVSKIJ u. Mitarb. (1961, engl. 1962) beschäftigten sich mit Techniken, die auf der Wahrscheinlichkeitstheorie beruhen und wandten sie auf die Differentialdiagnose des Verschlukterus an. Sie fanden, daß in 99 % von 379 Fällen das Computerprogramm den Patienten in eine der 4 Hauptgruppen von Krankheiten einordnete. In 95 % der Fälle wurden 15 mögliche Krankheiten richtig identifiziert, die einen Verschlukterus hervorbringen können.

Auf die Arbeit von LIPKIN u. Mitarb. wurde bereits in der Einleitung zu den mathematischen Ansätzen eingegangen.

Abschließend seien noch BOYLE u. Mitarb. (1966) erwähnt, die bei ihren Arbeiten, die sich mit dem nichttoxischen Kropf beschäftigten, sowohl das BAYES-Theorem als auch den Likelihood-Quotienten benutzten.

Der Likelihood-Quotient

Dieser Ansatz wurde im wesentlichen 1950 von NEYMAN publiziert. Die für diese Methode notwendigen Daten sind die Bestimmungen (für jede Krankheit, die untersucht werden soll) der Individuenanzahl mit dieser Krankheit, die bestimmte ausgewählte Symptomsätze haben, und die Anzahl der Individuen ohne diese Krankheit, die einen identischen Satz der Symptome haben.

$$\text{Likelihood-Quotient} = \frac{P_{S|K}}{P_{S|R}}$$

Der Likelihood-Quotient ist daher einfach das Verhältnis der Wahrscheinlichkeit $P_{S|K}$, mit dem ein ausgesuchter Satz von Symptomen S bei einer spezifischen Krankheit K auftritt, zu der Wahrscheinlichkeit $P_{S|R}$, mit dem dieser gleiche Satz von Symptomen S bei den Nichterkrankten R auftritt. Es handelt sich also im wesentlichen um die kritischen Werte, die bereits zu Beginn der Ausführungen über das BAYES-Theorem erwähnt wurden. Die Methode bietet eine Vereinfachung, da sie nicht fordert, daß die Häufigkeit, mit der eine Krankheit in einer Population vorkommt, bekannt ist. KOLLER (1967b) schreibt dazu, daß P_K und P_R den Charakter von vorgegebenen Grundwahr-

scheinlichkeiten, gewissermaßen von Materialkonstanten (»A-priori-Wahrscheinlichkeiten«), haben. Dagegen sind die Wahrscheinlichkeiten für den Symptomkomplex S bei Kranken ($P_{S|K}$) und die entsprechenden Größen in den andern Gruppen Wahrscheinlichkeiten für ein in der Beobachtung realisiertes Ereignis, die noch von unbekanntem Parametern abhängen. Ein Quotient solcher Größe heißt in der angelsächsischen Terminologie »likelihood ratio«. Die Methode kann also angewandt werden, wenn gegenwärtig die Häufigkeit einer Krankheit in verschiedenen geographischen Bezirken variiert, wo die Krankheitshäufigkeit wechseln kann und u. U. bei Fällen, in denen es nicht notwendig ist, die Symptomonabhängigkeit zu prüfen (LUSTED 1966b). Vom mathematischen Standpunkt aus muß die Frage des wechselseitigen Ausschlusses von Krankheiten nicht bestimmt werden, wenn man den Likelihood-Quotienten anwendet, aber vom medizinischen Standpunkt aus kann die Frage nicht ignoriert werden. Arbeiten mit dem Likelihood-Quotienten können dazu benutzt werden, die Sensitivität und Spezifität eines diagnostischen Tests zu bestimmen und die Beobachtersvariation aufzudecken.

Den Quotienten wendet LIPKIN (1964b) auf die Differentialdiagnose von Blutkrankheiten an. Auch COLLEN u. Mitarb. (1964) benutzen ihn in ihrem automatischen, mehrphasigen *screening* und zur Diagnosestellung. Sie bringen ein Beispiel für die Anwendung dieser Methode beim *screening* für Asthma bronchiale.

Der Signifikanzindex nach Brodman

Der Index SI_{ij} , der den Grad der Abhängigkeit einer Krankheit K_j und eines Symptoms S_i voneinander mißt, ist gegeben durch den Ausdruck:

$$SI_{ij} = \frac{|P(S_i|K_j) - P(S_i)|}{2 |P(S_i)|} - 1$$

$P(S_i)$ ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Patient das Symptom S_i hat, und $P(S_i|K_j)$ die Wahrscheinlichkeit, daß das Symptom S_i bei der Krankheit K_j auftritt. Wenn die Anwendung dieses Ausdruckes eine negative Zahl liefert (das bedeutet eine negative Korrelation zwischen Krankheit und Symptom), wird der Signifikanzindex auf 0 gesetzt. Der Index wird für jedes Symptom, das der Kranke hat, berechnet und mit der Quadratsumme dieses Indizes der Wert SC_j für jede Krankheit berechnet. Mathematisch ist dies durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$SC_j = \sum_i (SI_{ij})^2$$

Dieses Maß wird dann benutzt, um den Likelihoodindex L_j zu berechnen, die *likelihood* des Vorliegens jeder gegebenen Krankheit bei einem Patienten:

$$L_j = \frac{SC_j}{SC_j} \times 50$$

wobei SC_j das Mittelmaß ist, das von anderen Patienten erhalten wurde, von denen bekannt ist, daß sie die Krankheit haben. Man hat beschlossen, einen Likelihoodindex von 35 (70%) zu wählen, um anzuzeigen, daß diese Krankheit vorliegt. VAN WOERKOM u. BRODMAN (1961) diagnostizierten mit dieser Methode 60 Krankheiten bei über 5900 Fällen. Eine richtige Diagnose wurde in 44% erhalten und über keine falsch-negativen Werte berichtet.

Das Überlappen von Symptomkomplexen führt zu falsch-positiven Resultaten. Hier muß die Kritik an dieser Technik einsetzen. Beachtenswert ist, daß nur subjektive Patientensymptome durch ein vorgedrucktes Formular, den CORNELL-Medical-Index-Health-Questionnaire erfragt wurden. BRODMAN u. Mitarb. (1951) berichteten, daß ein Arzt allein mit diesen Daten oft korrekt voraussagen kann, welche Krankheiten in der darauffolgenden körperlichen Untersuchung gefunden werden. Daher die ausschließliche Benutzung dieses Questionnaires. Er stellt 195 Fragen, die umfassend die Anamnese betreffen. Der Patient antwortet auf jede Frage, indem er »Ja« oder »Nein« umzirkelt. Die Fragen sind die gleichen, die normalerweise in jeder detaillierten Allgemeinuntersuchung gestellt werden.

Das Geschlecht und das Alter der Patienten sowie die Diagnosen, die für die Analyse gebraucht wurden, sind Krankengeschichten entnommen worden. Die Diagnosen wurden gegen die zu untersuchende Methode als Standard benutzt (BRODMAN u. Mitarb. 1959).

Erweitert wurde diese Studie von BRODMAN u. VAN WOERKOM (1966) für ein durch Computer unterstütztes diagnostisches *screening* für 100 allgemeine Krankheiten. Sie nennen die Methode »Medical Data Screen«. Wieder wurde der Questionnaire für eine ausgedehnte Vorgeschichte benutzt und der Computer, um zu katalogisieren und die Daten der Vorgeschichte für jede dieser 100 Krankheiten zu analysieren. Es folgte ein Vergleich zwischen den mit dieser Methode gestellten und den ärztlichen Diagnosen. 1966 stellte sich dabei heraus, daß die automatisierte Mehrfach-screening-Methode schnell und ohne Last für Patient oder Arzt etwa 60% aller möglichen Krankheiten identifizieren konnte und 70% der eben erwähnten 100 allgemeinen Krankheiten.

Natürlich hat die Methode, wie die Autoren selbst angeben, ihre Grenzen. Da sie nur mit *symptoms* arbeitet, die der Patient selbst beobachtet, können diejenigen Krankheiten, die nur durch eine körperliche Untersuchung oder durch Speziallabormethoden aufzudecken sind, nicht diagnostiziert werden. Weiterhin kann die Methode Symptomkomplexe einer Krankheit nicht identifizieren, wenn der Patient keine Symptome angibt, asymptomatisch ist oder Symptome aufzählt, die sich erheblich von den gewöhnlichen Befunden bei dieser Krankheit unterscheiden. Identifiziert werden nur typische Krankheitserscheinungen, während der Arzt auch atypische registrieren kann.

Eads-Signifikanzindex

In diese Gruppe der diagnostischen Methoden gehört auch der EADS-Signifikanzindex. Auf ihn soll im Rahmen der eigenen Untersuchungen eingegangen werden. (S. 136)

Diskriminanzanalyse

Nach KOLLER (1967b) versteht man unter Trennverfahren mathematisch-statistische Ansätze, mit denen eine Beobachtungseinheit, beispielsweise eine Person, aufgrund einer Reihe von Merkmalen, die korreliert oder unkorreliert sein können, derjenigen von mehreren Grundgesamtheiten zugeordnet wird, zu deren Merkmalsverteilung sie am besten paßt. Es handelt sich also genau um das diagnostische Problem.

Mit anderen Worten dient die Diskriminanzanalyse zwei Zielen, erstens der Prüfung der Frage, ob und wie stark sich Gruppen von Individuen, die durch eine Reihe quantitativer und qualitativer Merkmale bestimmt sind, unterscheiden. Zweitens kann die

Einordnung fraglicher neuer Individuen in eine oder mehrere vorhandene Gruppen stattfinden.

Damit ist die Diskriminanzanalyse als eine mathematische Gewichtungsmethode bei quantitativen aber auch bei qualitativen Merkmalen aufzufassen.

Das bekannteste Trennverfahren ist die lineare Diskriminanzanalyse nach FISHER. Eine ausführliche Beschreibung der Diskriminanzfunktionen brachte CORNFIELD (1964). Die lineare Diskriminanzanalyse ist nach KOLLER (1967b) anzuwenden, wenn mehrere quantitative Meßgrößen vorliegen, von denen keine für sich allein gut trennt, aber eine Linearkombination von ihnen gefunden werden kann, die die Gruppen optimal trennt. Bei der Krankheitsdiagnostik treten jedoch sehr viele Alternativgrößen wie »vorhanden« – »nicht vorhanden« auf, so daß das FISHER-Verfahren in seiner ursprünglichen Form nicht besonders ergiebig ist.

Ein Beispiel für den Gebrauch der Diskriminanzanalyse gaben OVERALL u. GORHAM (1963). LUSTED (1965) berichtete hierüber auf der 9. Jahrestagung des Arbeitsausschusses Medizin in der Deutschen Gesellschaft für Dokumentation in Bonn 1964. Näher wird auch auf die Anwendung der Diskriminanzanalyse zur Diagnostik im Rahmen der eigenen Versuchsanordnung eingegangen werden. Hier sei nur erwähnt, daß LANGE u. Mitarb. (1968) sowie DUDACK u. Mitarb. (1963) über den Einsatz nicht linearer Funktionen berichteten. Auch PIRMERGER u. Mitarb. haben Erfahrungen auf ähnlichem Gebiet gesammelt.

Faktorenanalyse

Zu den grundsätzlich aussichtsreichen, multivariaten Verfahren, die man zur Diagnostik heranziehen kann, gehört die Faktorenanalyse (KOLLER 1967b). Eine Beschreibung der Faktorenanalyse, als ein statistisches Modell für die medizinische Forschung, gibt ÜBERLA (1963, 1965a u. b). In einer Einführung nennt er jede medizinische Meßgröße eine Variable. Mißt man 2 Variable an einem Kollektiv, dann läßt sich ihre Beziehung durch den Korrelationskoeffizienten r ausdrücken. Die Beziehungen von n Variablen sind durch alle denkbaren Korrelationskoeffizienten zwischen je 2 von ihnen ausgedrückt. Alle relevanten Informationen sind daher in einer Tabelle der möglichen Korrelationskoeffizienten der untersuchten Variablen enthalten. Diese Tabellen nehmen mit steigender Zahl von Variablen erheblichen Umfang an. Ein Hauptanliegen der Faktorenanalyse ist naturwissenschaftliche Sparsamkeit oder Wirtschaftlichkeit in der Darstellung vieler solcher Variablen und ihrer Beziehungen. Sie gestattet es, viele Korrelationskoeffizienten auf wenige, voneinander unabhängige »Faktoren« zu reduzieren. Diese enthalten alle Informationen der Korrelationskoeffizienten und gestatten deren Reproduktion. Die Faktorenanalyse ermittelt also aus Interkorrelationen zwischen mehreren Merkmalen eine minimale Anzahl gemeinsamer Faktoren, die das Zustandekommen dieser Korrelationen erklärt.

Die Faktorenanalyse verhilft danach zur grundlegenden Beschreibung einer unüberschaubaren Menge von Daten und ermöglicht deren einfachste Interpretation. ÜBERLA (1963) bringt anschließend ein geometrisches Modell und auch eine Beschreibung mit den Mitteln algebraischer Gleichungssysteme.

Nach KOLLER (1967b) kann die Krankheit als Faktor erfaßt werden, der die Korrelationen zwischen den Symptomen bewirkt und in dieser Hinsicht als Linearkombination der Symptomwerte bestimmt werden kann.

Eine Anwendung der Faktorenanalyse brachten OVERALL u. WILLIAMS (1961), die sich mit der Schätzung der Schilddrüsenfunktion beschäftigten.

Die Methode wurde auch von ZINNSER u. Mitarb. (1962) zu einer Pyelonephritisstudie benutzt.

Eine andere Arbeit mit dieser Methode wurde von HAYHOE u. Mitarb. (1964) über die Einteilung der akuten Leukämie veröffentlicht.

Kurz erwähnt sei der Vollständigkeit wegen auch noch die CLUSTER-Analyse, die eine Stichprobe von Individuen mit einer Reihe quantitativer und qualitativer Daten in Gruppen ähnlicher Individuen untergliedert. Sie ist für die Diagnostik nur indirekt brauchbar, nämlich zur Einteilung von Befunden zu Krankheiten.

Optimierungsverfahren für die diagnostisch-therapeutische Entscheidung

KOLLER (1967b) fügt den Möglichkeiten, zu einer Diagnose zu kommen, die Entscheidungsprinzipien hinzu. Er schreibt: »Da wir die Diagnose als ein statistisches Zuordnungsproblem auffassen, bei dem grundsätzlich mit gewisser Wahrscheinlichkeit Irrtümer auftreten können, muß der urteilende Arzt auch die Folgen etwaiger Fehldiagnosen durch möglicherweise falsche Therapie mitberücksichtigen. Dies trifft zwar vor allem die mit der Diagnose verknüpfte Therapie, indirekt aber auch die Diagnose.

Differentialdiagnostisch stehen nicht selten Krankheiten von sehr verschiedener Gefährlichkeit und mit unterschiedlicher Therapie und therapeutischen Erfolgsaussichten nebeneinander. Man muß dann diejenige Diagnose als therapiebestimmend wählen, bei der unter Berücksichtigung der ermittelten Diagnosenwahrscheinlichkeiten die größten Erfolgsaussichten der Therapie bestehen.« KOLLER fordert, daß die Feststellung der Diagnosenwahrscheinlichkeiten oder anderer Wertungszahlen nicht der letzte Schritt im diagnostischen Prozeß sein darf, sondern es muß grundsätzlich noch die Analyse etwaiger Irrtumsfolgen vorgenommen werden. Dabei können gegebenenfalls auch andere Prinzipien benutzt werden, beispielsweise, daß man die Wahrscheinlichkeit für den maximal möglichen Schaden auf ein Minimum reduziert (Minimax-Prinzip).

Hiermit sind die wesentlichen gebräuchlichen Verfahren in der Diagnostik mit Computerhilfe angesprochen.

Praktischer Einsatz in einer Poliklinik

Die folgenden, dieses Kapitel abschließenden Bemerkungen sollen aufzeigen, was man in der Diagnostik mit Computerhilfe aufbauen kann. Das passende Objekt scheint das von COLLEN (1963, 1964 u. 1965) eingerichtete Institut in der Gegend von San Francisco zu sein, das von der Kaiser-Stiftung getragen wird. Die »mehrphasige Gesundheitskontrolle« erstreckt sich jährlich an verschiedenen Instituten auf etwa 1 000 000 Erwachsene. Das gesamte Kontrollprogramm besteht aus 3 Teilen:

1. Dem automatisierten mehrphasigen Ausleseprogramm (mit einer Reihe von Tests),
2. einer eigentlichen Untersuchung durch einen Internisten,
3. einer Reihe von speziellen Untersuchungen durch andere Fachärzte, einschließlich einer gynäkologischen Untersuchung mit einem krebsdiagnostischen Zervixabstrich und einer Sigmoiduntersuchung.

Bei dem unter Punkt 1 angeführten automatisierten, mehrphasigen Ausleseprogramm beträgt die Untersuchungsdauer 2 bis 3 Stunden und umfaßt dabei:

1. Ein Ekg mit 6 Ableitungen und gleichzeitiger direkter Registrierung der Herztöne (an Spitze und Basis) auf einem Papierstreifen,
2. einen Herzkreislauftest bei Lageveränderung des Körpers aus der Horizontalen (Kippen um 80 Grad in einem Zeitraum von 35 Sekunden; Puls und Blutdruck werden dabei in Rückenlage und eine Minute nach dem Kippen registriert),
3. automatische Messungen von Größe, Gewicht und anderen Körpermaßen (diese werden direkt auf Lochkarten übertragen),
4. eine Thoraxröntgenaufnahme (auf 70 mm Kleinformat),
5. eine Mammaröntgenaufnahme (in kraniokaudaler und lateraler Sicht bei Frauen),
6. eine Untersuchung der Sehschärfe und der Pupillenreflexe,
7. eine Messung des intraokulären Druckes,
8. eine Photographie der Retina des linken Auges,
9. die Vitalkapazität in einer Sekunde und als Totalkapazität gemessen,
10. einen Schmerzreaktionstest (gemessen wird die Schmerzverträglichkeit bei zunehmendem Druck auf die Achillesferse),
11. einen Hörtest (für 6 Frequenzen mit einem automatisierten Audiometer),
12. einen selbstauszufüllenden Fragebogen (mit Fragen über den Gesundheitszustand des Patienten in der Gegenwart und Vergangenheit). Zusätzlich erhält der Patient vorgelochte Karten mit 207 medizinischen Fragen, die von ihm so einzuteilen sind, daß die »Ja«-Antworten für die Datenverarbeitung automatisch übernommen werden können,
13. Fragen zur Beurteilung der Persönlichkeit (hierbei handelt es sich um einen abgewandelten MMPI-Test mit 207 psychologischen Fragen, die ähnlich wie Punkt 12 zu behandeln sind (MMPI, S. 135),
14. eine Tetanusschutzimpfung,
15. eine Blutserumanalyse mit Hilfe eines mehrkanaligen »Technicon-Auto-Analysers«, der innerhalb von 12 Minuten die Ergebnisse in Lochkartenform ausstößt. Festgestellt werden hierbei:
 - a) Serumglukose (1 Stunde nach Belastung mit 100 g Glukose)
 - b) Serumkreatinin
 - c) Serumalbumin
 - d) Gesamteiweiß im Serum
 - e) Serumcholesterin
 - f) Serumharnsäure
 - g) Serumkalzium
 - h) Serum-GO-Transaminase
16. eine automatische Auszählung der Leukozyten im Blut und die Bestimmung der Blut-Hämoglobin-Konzentration,
17. die Bestimmung der Blutgruppe,
18. einen serologischen Syphilis-Test,
19. einen Blutserumtest auf den Rheumafaktor (Latex Test),
20. Harnuntersuchungen auf
 - a) pH-Wert, Glukose, Eiweiß und Blutkörperchen mit einem Papierstreifentest,
 - b) das Vorhandensein von Bakterien mit Triphenyltetrazoliumchlorid
21. Mit Hilfe von einprogrammierten »Meldevorschriften« werden mit einer IBM 1440-Anlage zusätzliche Untersuchungen vorgeplant und entsprechende Termine mit den Ärzten vorgesehen. Im übrigen werden alle Testergebnisse für den Schlußbericht gespeichert.

Die mehrphasige Datenverarbeitung: Die Mehrzahl der durch den mehrphasigen automatisierten Auslesevorgang gewonnenen Daten wird auf vorgelochten oder zeicheneempfindlichen (Mark-sensing-)Karten registriert. Damit können die Werte sofort einer Datenverarbeitungsanlage eingegeben werden. Die Auswertungen des Ekg, der Röntgenaufnahmen und der Photographien der Retina, die von den Ärzten auf die Karten eingetragen werden, folgen später.

Die Lochkarten eines Patienten werden wie folgt behandelt: Eine Leitkarte wird nach Terminlisten vorgelocht und anschließend dazu verwendet, das Bündel von Karten zu erstellen, das den Patienten während des gesamten Untersuchungsvorganges begleitet. Während des Untersuchungsvorganges werden die Ergebnisse der Messungen von Größe, Gewicht, des Spirometers, des Hörversuches, des Seh-, Schmerz- und Kipp-tests sowie Teile der allgemeinen Befragungen und Laboruntersuchungen bearbeitet. Häufig werden die gewonnenen Daten von den Technikern sofort auf die den Patienten begleitenden Karten eingetragen. An der Stelle im gesamten Untersuchungsgang, an der die Patienten selbst die zahlreichen Fragen beantworten müssen, werden ihnen dreiteilige Kästen gegeben, deren oberstes Fach die 207 vorgelochten Karten enthält. Jede Karte beinhaltet eine Frage, die der Patient in der Weise beantwortet, daß er die Karten mit »Ja« in das mittlere und mit »Nein« in das untere Fach wirft. Im Laboratorium werden die Untersuchungsergebnisse automatisch in eine Lochkarte gestanzt. Die Karte wird zusammen mit der zeicheneempfindlichen Karte, auf der die Ergebnisse der Harnuntersuchung eingetragen sind, mit Rohrpost zur Rechenanlage geschickt. Im letzten Verteilungsabschnitt wird das mitgegebene Kartenbündel des Patienten zur Verarbeitung an die Rechenanlage gegeben. Die zeicheneempfindlichen Karten werden entsprechend gelocht und kommen zusammen mit den vorgelochten Karten in die Rechenanlage.

Jede der während der Untersuchung gewonnenen Angaben durchläuft in der Rechenanlage eine Zahl verschiedener »Beschlußvorschriften«, um gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen »anzuraten«. Diese »Ratschläge« sind von den Ärzten aufgestellte Entscheidungskriterien, die die Sprechstundenhilfe veranlassen, bereits ehe der Patient zum Arzt geht, neue Termine für eventuell erforderliche zusätzliche Untersuchungen vorzuschlagen. Gleichzeitig wird automatisch ein Bericht gedruckt, der die erforderlichen Untersuchungen und für den Patienten auch Anweisungen für den Besuch beim Arzt enthält.

Die Berichte der Thoraxuntersuchung, der Mammadarstellung, des Ekg, der Retinaaufnahmen und die gelochten Ergebnisse der Fragenbeantwortungen erreichen die Rechenanlage erst ein oder zwei Tage später. Sie werden dann im »Off-line«-Verfahren verwertet. Da das »Off-line«-Verfahren weitgehend analog dem »On-line«-Verfahren vor sich geht, ist es möglich, die »Off-line«-Werte in ein »On-line«-Programm einzubeziehen. Sind alle Informationen über einen Patienten eingeholt, dann laufen sie über das Diagnoseprogramm. Ein zusammenfassender Bericht wird gedruckt, der das Ergebnis des Auslesetests, eine vorläufige Diagnose und die »Ratschläge« für den Patienten enthält.

COLLEN (1964) trug vor, daß der Ausdruck »Auslese« in Verbindung mit einer Krankheit sich auf die Vornahme einer Untersuchung bezieht, die für die Aufdeckung einer Krankheit ausreichend geeignet erscheint. Besteht eine solche Auslesemöglichkeit, so kann man die Personen, die eine bestimmte Krankheit haben, von denen, die sie nicht haben, trennen. Den Terminus »mehrphasige« Auslese benutzt man für die Kombination mehrerer Tests, mit deren Hilfe eine größere Anzahl von Krankheiten offengelegt werden kann. Die automatisierte mehrphasige Auslese ist ein erweiterter Begriff, der dann angewandt wird, wenn voll- oder halbautomatische, elektronische und mechani-

sche Verfahren verwendet werden, um die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Krankheit zu bestimmen, für deren endgültige Feststellung weitere spezialdiagnostische Verfahren erforderlich sind.

In diesem Zusammenhang wird Krankheit als Abweichen vom Normalverhalten bei ganz charakteristischen Symptomen betrachtet. *Symptoms, signs* und *tests* sind dabei als die Bedingung anzusehen, die das Abweichen vom normalen Status zeigen. Da die Diagnose als Identifizierung einer Krankheit definiert ist, kann sie sich, wenn die Auslese umfassend, genau und quantitativ ist und die automatisierte mehrphasige Auslese angewandt wird, einer automatisierten Diagnose nähern.

COLLEN wandte als statistische Methode das Verfahren der Wahrscheinlichkeitsverhältnisse nach NEYMAN an und betont, was schon bei der Besprechung des NEYMAN-Likelihood-Quotienten S. 128 erwähnt wurde, daß die einzig erforderliche Größe bei dieser Methode die Bestimmung des Verhältnisses von Personen, welche die gleiche Krankheit haben, zu solchen, die die Krankheit nicht haben, ist, sonst aber in ihren Symptomen mit der ersten Gruppe identisch sind. Dieses Verhältnis muß für jede Krankheit einzeln bestimmt werden. Aufgrund der Antworten des Patienten auf Fragen und Tests, die darauf abzielen, bestimmte Symptome bei ihm festzustellen, wird er dann in die eine oder andere von zwei Gruppen eingestuft. In die erste Kategorie gehören jene, die weiter untersucht werden müssen, da sie wahrscheinlich eine Krankheit haben. In die zweite Kategorie werden diejenigen eingeteilt, die nicht krank sind und damit auch keine weiteren Untersuchungen rechtfertigen. Der Grad der Wahrscheinlichkeit, daß der Patient eine bestimmte Krankheit hat, wird nach vom Arzt vorher festgelegten Kriterien bestimmt, die allerdings von Krankheit zu Krankheit differieren.

Das Verfahren erlaubt schnelle, umfassende, quantitative und exakte Untersuchungen und Analysen für eine große Anzahl von Krankheiten.

Die Kosten werden von COLLEN pro Patient mit mehr als 20 Dollar angegeben. Hier-von entfallen die größten Anteile – je mehr als 4 Dollar – auf die Mammographie und die Datenverarbeitung.

Der von COLLEN benutzte abgewandelte MMPI-Test sei abschließend noch kurz erwähnt:

Der MMPI (Minnesota Multiphasic Personality Inventory) ist das Analysenergebnis der Antworten auf einige 500 »Ja«- oder »Nein«-Fragen, die in einem selbstzubeantwortenden Questionnaire enthalten sind (SWENSON 1960, SWENSON u. PEARSON 1964 u. 1966, ROME 1962 und GASTINEAU 1962). Durch sorgfältiges Gewichten und Korrelieren der Aussagen ist es möglich, ein Persönlichkeitsprofil zu bestimmen, das in psychiatrischer und psychologischer Ausdrucksweise gehalten ist. Der Test wird u. a. seit vielen Jahren bei internistischen Untersuchungen benutzt. Die Zahl der Anwendungen stieg so stark an, daß eine automatische Datenverarbeitung notwendig wurde. Der Test wurde als Büchlein aus Mark-sensing-Karten aufgebaut. Diese Markierungen werden vom Computer gelesen, verarbeitet und das Persönlichkeitsprofil ausgegeben. Bis 1966 wurden über 75 000 MMPI erstellt.

Nach WAGNER (1969) ist das COLLEN-Verfahren inzwischen vom Tulane Health Maintenance Project im wesentlichen übernommen worden.

Eigene Modelle

Die Beobachtung des Denkvorganges bei der Diagnosefindung stört die Assoziationen so, daß eine Verfolgung der Gedankengänge nicht möglich ist. Man könnte hier in Analogie von einer Art »HEISENBERG-Unschärferelation« sprechen.

Kein bisheriger Versuch, die Diagnosefindung durch Computereinsatz zu erleichtern, kann daher von der prinzipiellen Überlegung ausgehen, daß die Informationsverarbeitung, die im ärztlichen Gehirn zur Festlegung der Diagnose führt, sich in einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage simulieren läßt. Die Verschiedenheit der Ansätze für den MEDIUC ist ein Abbild der Schwierigkeiten, den Ablauf der Diagnosefindung im Gehirn des Arztes zu beschreiben (PIRTKIEN u. GIERE 1969).

Arbeitsrichtungen am MEDIUC

Nach den gleichen Autoren lassen sich generell verschiedene Arbeitsrichtungen am MEDIUC beobachten:

1. In zeitlichem Zusammenhang betrachtet kann
 - a) ein Dialog zwischen Arzt und Computer entstehen, der sich aus der Verarbeitung einer Information und der daraus resultierenden, gezielten Frage nach der nächsten ergibt. Dies ist ein Vorgehen, das dem dichotomen Aufbau von Bestimmungstabellen, z. B. in der Botanik, ähnelt.
 - b) eine Entscheidung durch einen einzeitigen Vergleich der beim Patienten gefundenen *symptoms, signs* und *tests* mit einer mehr oder weniger detaillierten Krankheits-Symptom-Matrix im Computer gefällt werden. Natürlich kann diese Entscheidung bei der Komplettierung der Beobachtungen beliebig oft wiederholt werden.

Der Unterschied der beiden Methoden läßt sich auch so charakterisieren: Bei der Dialogverarbeitung werden in jedem Schritt Einzelentscheidungen gefällt, die durch jeweils eine Angabe über den Patienten ausgelöst werden, ohne daß bereits weitere Angaben bekannt sein müssen. Das Suchen nach notwendigen Entscheidungskriterien wird durch das Computerprogramm gesteuert. Daher müssen am Patienten nur die Untersuchungen angestellt werden, die nach den Computerangaben zur Diagnosefindung relevant sind. Anders bei der einzeitigen Methode, die das Gesamtmuster der vom Patienten bekannten Angaben in die Entscheidung einbezieht. Ein weiterer Gesichtspunkt für diese Trennung ist, daß Dialogmethoden für die gesamte Zeit der Diagnose den direkten Zugriff zum Computer erfordern, einzeitige nicht. Aber auch bei den einzeitigen kann nach Feststellung einer ausreichenden Wahrscheinlichkeit einer Diagnose auf weitere Untersuchungen verzichtet werden.

2. Eine andere Einteilungsmöglichkeit der Programme für den MEDIUC liefern die Entscheidungskriterien, die der computerunterstützten Diagnostik zugrunde gelegt werden. Es sind dies
 - a) logische Kriterien, die sich mit Hilfe der BOOLE-*Algebra* formulieren lassen. Die Fragestellung läßt sich für diese Entscheidungsmodelle etwa mit folgenden Formulierungen umschreiben: Was kann, was muß, was darf bei dieser Krankheit an Symptomatik auftreten oder nicht. Die Antworten können sein: »Ja«, »nein«, »ungewiß«, wobei letzteres neue Informationen erfordert, um die Entscheidung treffen zu können. Der Grad der Ungewißheit läßt sich, im Gegensatz zur folgenden Methode, nicht feststellen. Die Entscheidungskriterien müssen vom

Arzt aufgrund seiner Beurteilung der bisherigen Informationen (= Erfahrung) festgelegt werden.

- b) statistische Kriterien, die sich u. a. als Wahrscheinlichkeiten formulieren lassen. Die Fragestellung läßt sich für Modelle dieser Art folgendermaßen formulieren: Wie wahrscheinlich ist das Auftreten dieses Symptoms (oder Symptomkomplexes) bei dieser Erkrankung im Vergleich zu der Wahrscheinlichkeit bei anderen? Wie wichtig ist das Symptom für die Diagnose dieser Erkrankung? Dabei muß »wichtig« quantitativ verstanden werden. Anschaulich wird eine Einteilung von »Zeichen« in Abb. 33 dargestellt.

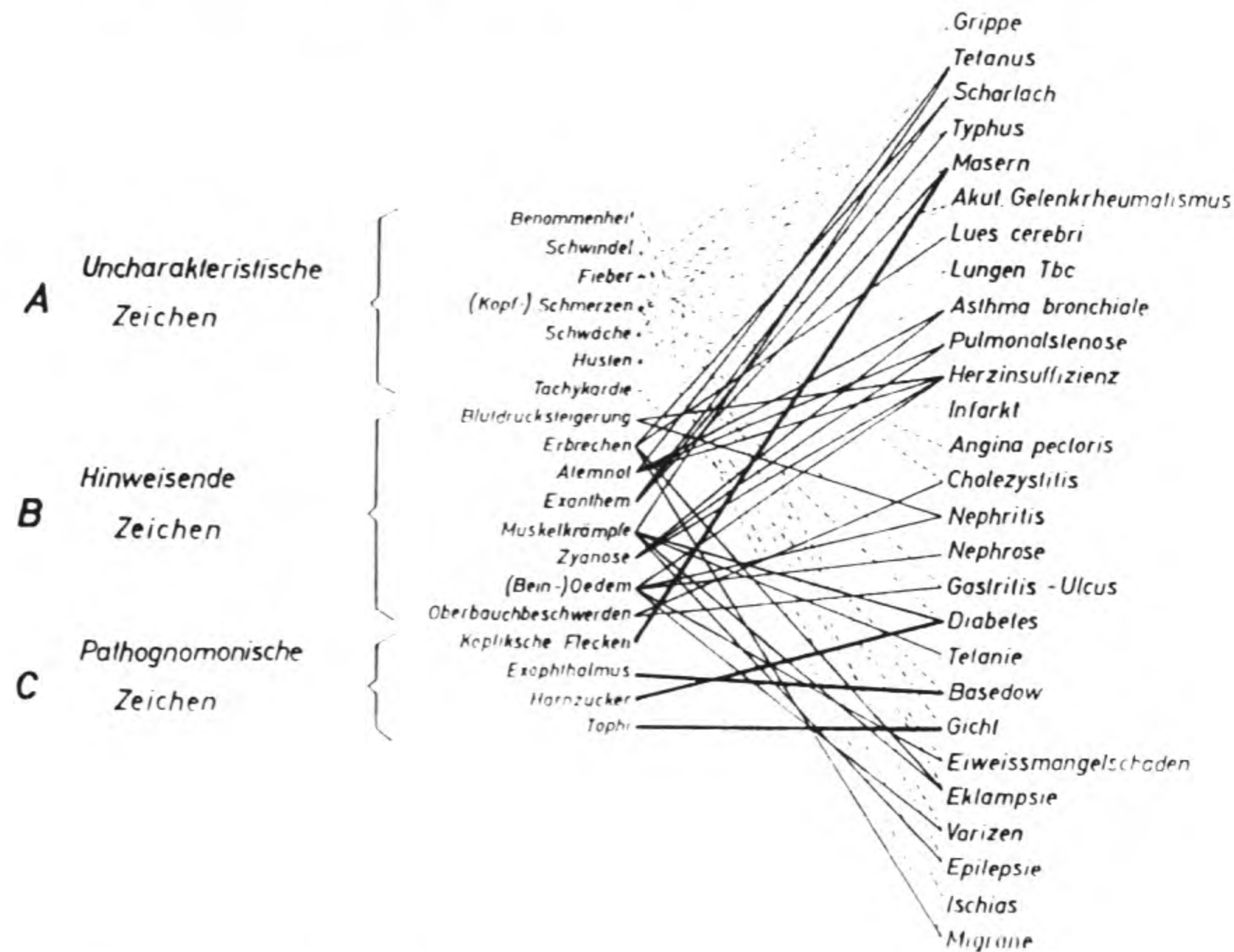


Abb. 33 Symptom-Krankheits Matrix mit unterschiedlicher Wertigkeit der Symptome (aus ROTHSCHUH, K. E: Prinzipien der Medizin. Urban u. Schwarzenberg, München 1965)

Nach den beiden Formulierungen für statistische Ansätze ergeben sich auch zwei Lösungsmöglichkeiten: Der ersten Fragestellung entsprechen die Wahrscheinlichkeitsansätze, die letztlich auf der Errechnung der Korrelationen zwischen Krankheit und Symptom basieren. Der zweiten Fragestellung entsprechen die Lösungsversuche, die den Symptomen bei den einzelnen Krankheiten Gewichte zuteilen, die entweder der »Erfahrung« – einer »Statistik im Gehirn« – oder realen statistischen Unterlagen ent-stammen können.

Aus den bisher angeführten zwei mal zwei Einteilungsmöglichkeiten ergeben sich vier Kombinationen:

1. Dialog/logische Entscheidungskriterien
2. Dialog/statistische Entscheidungskriterien

3. Einzeitig/logische Entscheidungskriterien

4. Einzeitig/statistische Entscheidungskriterien

Zu jeder dieser vier Gruppen soll aus der umfangreichen Literatur für den MEDIUC ein charakteristisches Beispiel vorgestellt werden.

Zu 1. In Form eines Dialogs mit logischen Entscheidungskriterien arbeitet das von der IBM entwickelte Clinical Decision Support System, CDSS (MOORE, GOERTZEL, MARLER und BÜNTE). Der Einsatz des CDSS setzt die erfolgte Formulierung der Einzelentscheidungen im Computer voraus, die den Arzt zur Zielentscheidung führen. Jeder Einzelentscheidung entspricht ein sog. Modul, das einer mit Hilfe von Zahlenwerten vereinfachten **BOOL**-Und/Oder/Nicht Kombination entspricht. Die Art der Zielentscheidung ist für die Anwendung ohne Belang. Es kann sich dabei ebenso um die Diagnostik handeln wie um die Therapie, die sinnvolle Laboruntersuchung oder die optimale Menüzusammenstellung. Ein Beispiel einer solchen logischen Verknüpfung zeigt Abb. 34 (nach BÜNTE 1969).

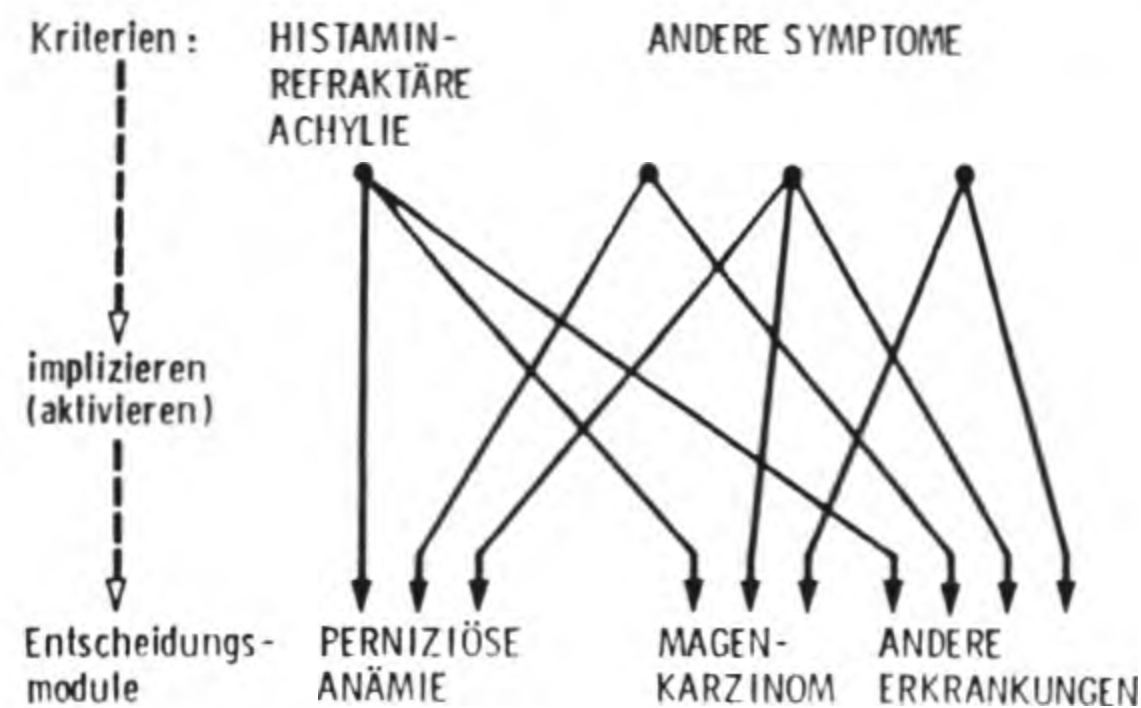


Abb. 34 Beispiel einer logischen Verknüpfung im CDSS (nach BÜNTE)

Aus den Modulen wird ein Netzwerk gemacht. Sie bilden den Kern der Entscheidungen.

Das Modul kann inaktiv sein,
in Betracht gezogen werden,
positive Entscheidungen oder
negative Entscheidungen liefern.

Die Maßnahmen haben Priorität, die nicht eingreifend sind. Die Symptome werden mit Prozentangaben versehen und wirken wie bei einer Schwellentechnik im Sinne des Implizierens oder Eliminierens.

Zu 2. Als Beispiel für die Dialogmethode mit statistischen Entscheidungskriterien sei das von REICHERTZ u. Mitarb. entwickelte RADIATE angeführt. Es handelt sich hierbei, wie erwähnt, um ein Dialogsystem zwischen Arzt und Computer, wobei der Computer aus den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen mit bestimmten Unterprogrammen, meist auf der Basis von Wahrscheinlichkeitsrechnungen, Entscheidungen fällt. Zugleich mit diesem Ergebnis wird dem Arzt ein Vorschlag zur weiteren Diagnostikstrategie geliefert (Abb. 35).

Zu 3. Typisch für einzeitige Entscheidungen aufgrund logischer Kriterien sind die Programme, die aus der Schule von FELLINGER (1968) in Wien stammen. SPINDELBERGER und GRABNER (1968) unterscheiden bei der Gewinnung der zur Erstellung eines Diagnosevorschlages notwendigen logischen Kriterien »beweisende« und »hinreichende« Symptome und Symptomkombinationen. Beweisende Symptome bzw. Symptomkom-

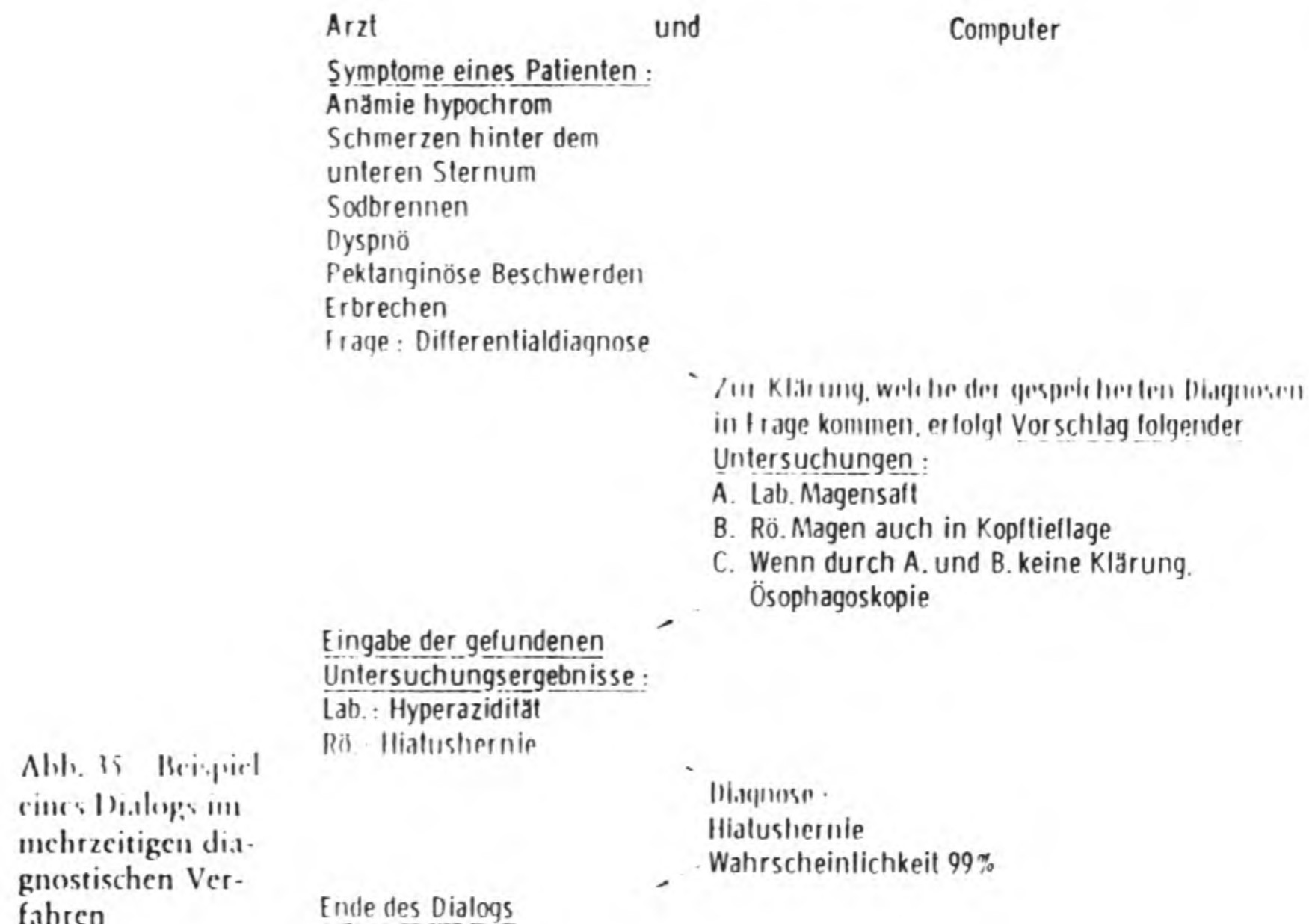


Abb. 35 Beispiel eines Dialogs im mehrzeitigen diagnostischen Verfahren

binationen kommen bei keinem anderen Leiden vor und können nicht durch das gleichzeitige Auftreten mehrerer Erkrankungen zufällig zustande kommen. Die hinreichenden Symptome bzw. Symptomkombinationen dürfen zwar bei keinem anderen Leiden vorkommen, sind aber möglicherweise das Ergebnis des gleichzeitigen Auftretens mehrerer Erkrankungen. Wie bei dem unter Punkt 1 geschilderten CDSS liegen auch hierbei die Hauptarbeit und die Hauptfehlerquelle bei der Formulierung dieser Primärkriterien.

Zu 4. Es gibt inzwischen eine größere Zahl von Programmen für den MEDIUC, die sich der einzeitigen Entscheidung anhand statistischer Kriterien bedienen. Als eines unter vielen typischen Beispielen sei hier das von OVERALL u. WILLIAMS (1963) angegebene Programm zur Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen angeführt. Die mathematische Strategie der diagnostischen Entscheidung ist aus dem BAYES-Theorem, entsprechend den Vorschlägen von LUSTED u. LEDLEY, abgeleitet. Voraussetzungen zur Anwendung des BAYES-Theorems in der Diagnostik sind

1. eine vorzügliche Morbiditätsstatistik, da in die diagnostische Entscheidung die sog. A-priori-Wahrscheinlichkeiten des Auftretens bestimmter Erkrankungen eingehen,
2. Kongruenz der bei jedem Patienten untersuchten Symptome und der der statistischen Entscheidung zugrunde liegenden Symptommatrix,
3. möglichst Unabhängigkeit der Symptome voneinander, die aber nicht als Bedingung aufzufassen ist. Genügend große Fallzahlen sind für die Bestimmung der einzelnen Symptom-Krankheits-Wahrscheinlichkeiten Voraussetzung, bei seltenen Erkrankungen aber nicht vorhanden. Durch Korrektur der zu jedem Symptom-Krankheits-Komplex gehörenden Wahrscheinlichkeitsangaben, entsprechend regionalen oder epidemiologischen Unterschieden, läßt sich ein solches Programmsystem an die gerade bei Schilddrüsenerkrankungen besonders auffälligen Populationsunterschiede anpassen.

Ein einzeitiges Programmsystem stellt das eigene dar, das im folgenden für den MÈDIUC beschrieben wird.

Pilot study

1961, zu einer Zeit, als in Deutschland die ersten Veröffentlichungen über die amerikanischen Versuche einer automatisierten Diagnose erschienen, wurde unabhängig davon ein pilot study einer durch Computer unterstützten Diagnostik gemacht. Es wurden zunächst nach der Literatur Listen von 18 Krankheiten erstellt, die in der Nomenklatur gleichgehaltene Symptome zeigten. Diesen Symptomen wurden geschätzte Gewichte zugeteilt. Die Krankheiten wurden so ausgewählt, daß sich eine überlappende Symptomatik ergab. Herangezogen wurden von Magenerkrankungen Gastritis, Ulcus duodeni, Ulcus ventriculi, Magenkarzinom und von Blutkrankheiten die perniziöse Anämie, die akute Leukose, die Myelose, die lymphatische Leukämie, die Eisenmangelanämie und ähnliche. Etwa 550 Symptome dieser 18 Krankheiten wurden auf Lochkarten übertragen und eine IBM 1410 mit diesen Angaben gefüttert. Die Maschine ordnete nach Programm die Symptome alphabetisch mit ihrem numerischen Schlüssel. Die Symptome wurden ringförmig vertauscht, so daß jedes Symptom bequem im Lexikon zur Eingabe der Schlüsselzahl gefunden werden konnte (PIRTKIEN u. KENZELMANN 1964).

Die bei Krankheitsfällen tatsächlich gefundenen Symptome – die Diagnosen waren durch Sektionen oder Biopsie gesichert – wurden dann mit dem numerischen Schlüssel in den Computer eingegeben. Die Maschine gab die in Frage kommenden Krankheiten geordnet nach Höhe der addierten Gewichte sowie der Prozentzahl der gefundenen Symptome aus. Sie druckte weiter eine Liste der Gesamtsymptome dieser Krankheiten aus, nach der man weiter nach noch nicht beobachteten Symptomen forschen konnte. Außerdem gab sie Symptome getrennt aus, die nicht zuzuordnen waren. Bei 42 retrospektiven Untersuchungen mit Symptomen bei Patienten mit Magenkarzinom, Ulcera ventriculi und duodeni sowie verschiedenen Leukämieformen betrug die Zahl der richtigen Diagnosen mehr als 80%. In 7% war die Diagnose für den Computer nicht weiter differenzierbar wegen gleicher Wertigkeit mehrerer Diagnosen. Bei weiteren 10% stand die richtige Diagnose nicht an erster Stelle, war aber in der Differentialdiagnose, die die Maschine ausgab, enthalten. Nur einmal war die richtige Diagnose nicht in der Differentialdiagnose: Ein Fall von Ulkuskarzinom im Magen, das die klinischen Daten nicht erfaßt hatten. Es wurde ein benignes Ulkus diagnostiziert. Diese ersten Ergebnisse einer Computerdiagnostik in Deutschland wurden nicht überbewertet, aber sie waren ermutigend.

Autocoder-Programm für IBM 1401 u. a. zur Diagnostik von Vergiftungen (Programmform I)

Anschließend wurde an einem Programm zur Identifizierung von Arznei- und Giftstoffen nach Symptomen gearbeitet. Speichert man in einem Computer einen Katalog aller subjektiven und objektiven Symptome, die von Arznei- und Giftstoffen beim Menschen ausgelöst werden, dann sollte es möglich sein, nach Eingabe der Symptome von Patienten die jeweils auslösenden Agentien mit Hilfe der gespeicherten Symptom- und Wirkstofflisten durch den Computer herausfinden zu lassen (PIRTKIEN 1966a). Wie aus dieser Definition hervorgeht, wurde das Programm u. a. für ein toxikologisches Problem erstellt: Gegeben sind

- a) eine Menge von bekannten Symptomen mit bekannten, zugeordneten Giftstoffen,
- b) bei einem vergifteten Patienten vorgefundene Symptome.

Gesucht werden diejenigen Giftstoffe, die den beim vergifteten Patienten vorgefundenen Symptomen zugeordnet sind. Interessant ist, daß auch Probleme, die in der Kriminalistik anfallen, mit diesem Programm angegangen werden können. Gegeben sind in diesem Fall:

- a) eine Liste von bekannten Verbrechen, mit den jeweiligen für die Verbrecher bekannten typischen Eigenschaften (modus procedendi),
- b) die bei einem Verbrechen vorgefundenen »Symptome«. Gesucht werden hierbei diejenigen Verbrecher, die für das aufzuklärende Verbrechen in Frage kommen (IBM Form 80586).

Auf diese Arbeit soll nur kurz eingegangen werden. Zur Lösung des toxikologischen Problems wurden die Symptome aus 2 toxikologischen Werken – einem modernen (MOESCHLIN 1964) und einem etwas älteren (LEWIN 1929) – entnommen. Die Symptome wurden den einzelnen Giftstoffen zugeordnet. Das moderne Werk über die Toxikologie wurde gewählt, weil es die aktuellen, neuen Erkenntnisse stärker berücksichtigt, das ältere, weil es detaillierter auf Vergiftungserscheinungen bei einzelnen Personen einging. So war zu erhoffen, daß die Symptomlisten etwas vollständiger sein würden.

Gestaltung der Lochkarten

Damit eine Maschine Daten später verarbeiten kann, muß bereits bei ihrer Ablochung auf die geplanten Programmschritte Rücksicht genommen werden. Die Maschine sollte nach numerischen Angaben, die am Anfang der Karten angeordnet wurden, und nach Zeichen zwischen den alphabetischen Ablochungen abfragen. In den ersten 12 Spalten einer achtzigspaltigen Lochkarte wurden daher die Seitenzahl des die Originaldaten liefernden Buches, die laufende Nummer je Seite, Angaben über Symptomunterteilungen erfaßt und die Möglichkeit des Einsetzens von Korrekturen vorgesehen. Symptome, Giftstoffe, Hinweise u. a. sind getrennt numerisch gekennzeichnet.

Die Spalten 13 bis 80 enthalten alphabetische Daten (Symptome, Giftstoffe). Die wesentlichen, kennzeichnenden Worte eines Symptoms sowie die Substantive der Giftstoffe sind gekennzeichnet durch die Einfassung in die Zeichen »at-sign« *α* bzw. »Stern« *†*.

Maschinelle Ausrüstung

Für die Verarbeitung der Lochkarten wurde zunächst eine Anlage IBM 1401 mit 16 000 Kernspeicherstellen und 5 Bändeinheiten vorgesehen. Das Programm wurde in Autocoder geschrieben.

Vor dem Abfassen des eigentlichen Programms ist es notwendig, sich den Programmablauf in Form von Blockdiagrammen klar zu machen. Diese werden hier in stark gekürzter Form angeführt (Abb. 36a u. b).

Methode der Verarbeitung

Wegen der Bandversion der IBM 1401, mit der wir arbeiteten, war es notwendig, in Vorprogrammen mehrere Bänder zu erstellen, die die zu analysierenden Daten, nach

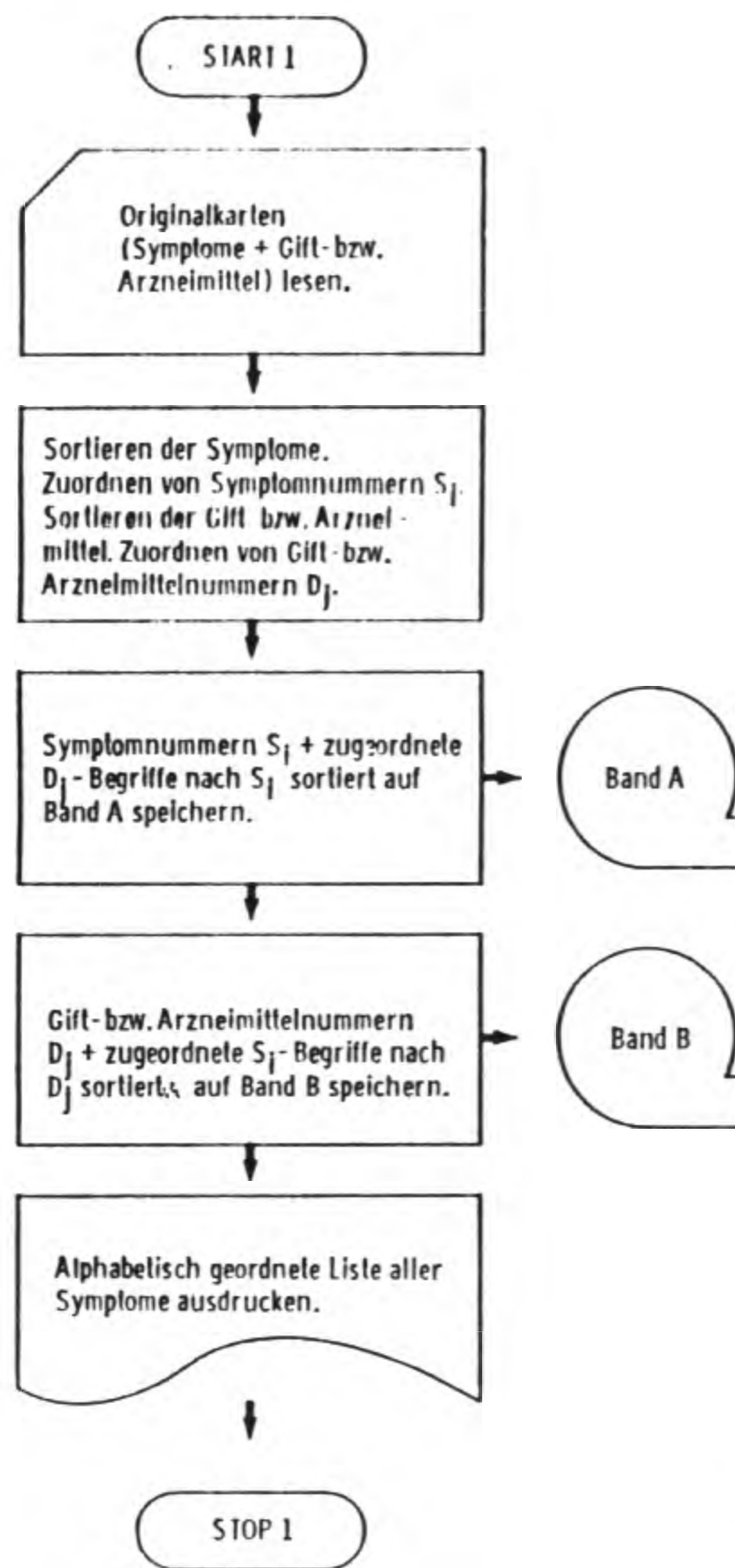


Abb. 36a Darstellung eines Teiles des Datenlaufs in Form eines Blockdiagramms (Programmform I)

verschiedenen Gesichtspunkten sortiert, enthielten. Dadurch war es möglich, im eigentlichen Hauptprogramm in verhältnismäßig kurzer Zeit die Ergebnisse zu erhalten. Das Programm gliedert sich in 4 Teile:

Teil 1: Die auf Karten abgelochten Grunddaten für die Toxikologie werden über die Karteneinheit eingelesen und per Programm durchnummeriert und sortiert. Den Symptomen S_i werden dabei Nummern zugeordnet (S_i -Nummern), die auf Band gespeichert werden (Band A). Da jedes Symptom einem oder mehreren Giftstoffen zugeordnet ist, werden den S_i -Nummern und S_i -Namen die entsprechenden Giftstoffnummern (D_j) zugeordnet. Durch Sortieren des Inhaltes von Band A nach aufsteigenden Giftstoffnummern D_j wird ein zweites Band (Band B) gewonnen. Analog zu Band A enthält Band B neben den D_j -Nummern und D_j -Namen die entsprechenden Symptomnummern S_i .

Band A und B sind durch Sortiergänge erhalten worden und stellen das eigentliche Datenmaterial dar. Damit kann das Programm 12 in Teil 2 zur Diagnose der Giftstoffe kommen, wenn Daten eines Patienten eingegeben werden. Bei dieser Darstellung des Teiles 1 handelt es sich um eine Zusammenfassung.

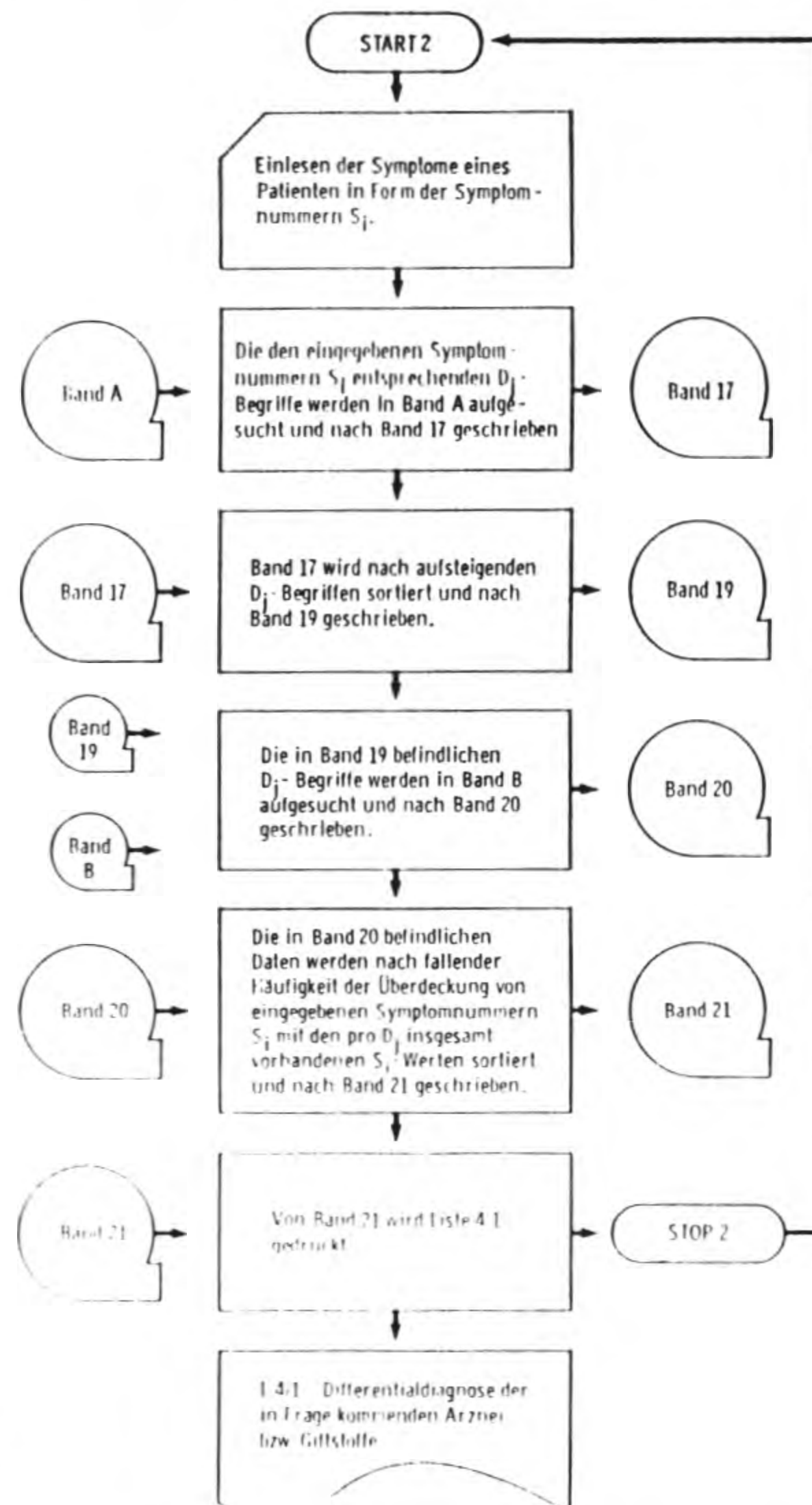


Abb. 36b Blockdiagramm der Programmform I für den MEDIC.

Teil 2: Der eigentliche Datenlauf beginnt mit dem Einlesen der beim Patienten gefundenen Symptome in Form von Symptomnummern. In der Schlußkarte, die ein \neq in Spalte 1 enthält, muß in den Spalten 2 und 3 die maximale Anzahl der Giftstoffe angegeben werden, die als Ergebnis ausgedruckt werden sollen. Band A wird eingelesen. Alle Symptomnummern, die über die Karteneinheit eingelesen worden sind, werden in Band A aufgesucht. Diese Symptomnummern werden mit den zugeordneten alphabetischen Symptomen von Band A in Liste L 4/0 gedruckt. Gleichzeitig werden bei diesen Symptomnummern die zugeordneten Mittel erfaßt und auf Band 17 geschrieben.

Liste 4/0 dient als Kontrolle für die eingegebenen Symptomnummern. Anschließend wird Band 17 eingelesen, in einem Sortierbereich gespeichert, nach D_j -Nummern in aufsteigender Reihenfolge sortiert und auf Band 19 geschrieben. Ein Band 18 war nur für den Programmtest erforderlich und erscheint jetzt nicht mehr. Band B wird eingelesen. Alle D_j -Nummern von Band 19 werden in Band B aufgesucht. Gleichzeitig wird geprüft, welche der in Band B erscheinenden Symptomnummern über die Karteneinheit eingegeben worden sind. Das Ergebnis dieser Prüfung wird zusammen mit dem Inhalt von Band B und einem Zähler von Band 19 auf Band 20 geschrieben. Nach Sortierung von Band 20 nach fallenden Zählern entsteht Band 21. Band 21 liefert Liste 4/1. Diese Liste enthält die Differentialdiagnose für die in Frage kommenden Giftstoffe. In ihr erscheinen die gefundenen D_j -Nummern zusammen mit den zugehörigen alphabetischen Begriffen, der Gesamtzahl der pro Giftstoff insgesamt zugeordneten Symptome und der Anzahl der pro Giftstoff eingegebenen Symptome. Sie ist nach fallenden Zählern geordnet. Alle in Band 21 enthaltenen Symptomnummern werden in Band A aufgesucht und damit die Liste 4/2 gedruckt. In ihr sind die gefundenen Giftstoffnummern und die zugehörigen alphabetischen Begriffe zusammen mit allen zugeordneten Symptomnummern und alphabetischen Symptomausdrücken enthalten. Jedes über die Karteneinheit eingegebene Symptom, das in L 4/2 erscheint, enthält als Merkmal »Eingegeben« beigefügt. Eine Liste L 4/3 enthält Hinweissätze oder Bemerkungen zusammen mit den eingegebenen zugehörigen Symptomnummern. Hiermit ist der eigentliche Datenlauf abgeschlossen.

Teil 3: Programm 13 dient dazu, ein Lexikon des Datenmaterials zu erstellen. Hauptworte und Suchbegriffe innerhalb der Symptome können durch die oben erwähnten Zeichen (@, *) abgefragt, zyklisch vertauscht werden und stehen alphabetisch geordnet in diesem Lexikon. Die Anordnung erleichtert das Auffinden der Symptomnummern, die Patienten angeben, für den eigentlichen Datenlauf.

Teil 4: Die Programme 14 und 19 sind Utilityprogramme, die für den Benutzer eine wertvolle Hilfe bei der Aufbereitung des Datenmaterials darstellen. Die Programme 20 und 21 schließlich dienen der Erstellung des Systembandes. Mittels dieses Bandes ist eine sehr einfache Handhabung der Programme möglich.

Die Hauptprogramme mit Autocoder- und Maschinencodeprogrammlisten umfassen 150 Seiten in der Broschüre IBM Form 80586.

Ergebnisse

Tab. 15 zeigt das Ergebnis eines Probedatenlaufes mit einer Teilmenge der Gifte und Symptome. Der Lauf erfolgte nur mit Teilen der vorhandenen Daten (insges. etwa 500 Giftstoffe mit über 9100 Symptomen).

Es gelang mit dieser Methode, eine differentialdiagnostische Liste zu erstellen (PIRTKIEN 1966a).

Anschließend durchgeführte Datenläufe mit dem gleichen Programm, die das Gesamtmaterial zur Verfügung hatten, ergaben mit den Symptomen 16 Vergifteter, daß der richtige Giftstoff immer in der Liste der ausgegebenen Differentialdiagnosen enthalten war (PIRTKIEN 1966b). Daraus wurde geschlossen, daß ein Computer imstande ist, bei Vergiftungen in etwa einer Minute eine vollständige Liste der in Frage kommenden Differentialdiagnosen auszugeben. Die richtige Diagnose wurde damals in 8 von 16 Fällen an erster Stelle ausgegeben. In zwei weiteren Fällen war der richtige Giftstoff in der zweiten Gruppe mit der zweithöchsten Anzahl der gefundenen Symptome, insgesamt gesehen an fünfter bzw. siebenter Stelle. In zwei Drittel der Fälle war also

Tabelle 15 Liste eines Teiles der möglichen Differentialdiagnosen bei einer Vergiftung (Programmform I)

Nach den links angegebenen Symptomen eines Patienten wurde mit 20% der vorhandenen Grunddaten durch den Computer die rechts stehende Liste der differentialdiagnostisch in Frage kommenden Giftstoffe erstellt. Hierbei gibt der Computer die Gesamtzahl der Symptome pro Giftstoff und die davon unter den Patientensymptomen gefundene Anzahl in fallender Häufigkeit an. Da nur mit 20% der Daten gearbeitet wurde, ist die in Frage kommende Liste der differentialdiagnostischen Möglichkeiten nicht vollständig. Bei dem Patienten des Beispiels handelte es sich um eine schwere Barbituratvergiftung.

Eingegebene Symptome	Liste der differentialdiagnostisch in Frage kommenden Giftstoffe			
	Giftstoff-Nr.	Giftstoffname	Giftstoffsymptome Gesamtzahl	davon gefunden
00016002 Lieber	00175	Schlafmittel schwer	055	009
00141001 Hypotonie	00099	Kohlenoxyd akut	114	007
00149001 Tachykardie	00058	Cytisin	038	005
00185003 Zyanose	00007	Äthylnitrit	022	004
00191003 Blässe	00010	Agkistrodon	066	004
00237003 Lymphopenie	00041	Bothrops lanceolatus	066	004
00311001 Atemlähmung				
00350001 Atmung schnarchend				
00383001 Zyanose blau-grau				
00410001 Leukozytose				
00437001 Atemstörung				
00477002 Pupillen eng				
00480002 Pupillen reaktionslos				
00499002 Glykosurie				
00652001 Narkose				
00684002 Atmung oberflächlich				
00699002 Puls kaum fühlbar				
00729002 CHEYNE-STOKES-Atmen				
01075003 Pupillen lichtstarr				
01283001 Lähmung der Atemmuskulatur				
01345001 Puls klein				
01704001 Reflexe herabgesetzt				

bereits mit dieser relativ primitiven Anordnung eine verwertbare Auskunft über die Differentialdiagnose zu erhalten. Nicht alle angegebenen Symptome der Patienten wurden gefunden, da die Lehrbücher sie nicht enthielten.

Es wurde ausgeführt, daß es zur Verbesserung der Ergebnisse notwendig sein würde, den Symptomen Gewichte zuzuordnen (PIRTKIEN 1966b). Dann sollte das Datenmaterial durch die echten Symptome Vergifteter vervollständigt werden. Bereits 1964 war angegeben worden, daß die Daten auch statistisch zu erweitern wären. Hierfür sollte der EADS-Koeffizient herangezogen werden. Im folgenden soll auf neuere Arbeiten der letzten Jahre genauer eingegangen werden. Die Arbeit mit den IBM 1401-Programmen war damit abgeschlossen. Infolge der Umstellung des Rechenzentrums der Robert Bosch GmbH auf die Computer der dritten Generation, der IBM/360, wurde eine erweiterungsfähige Neufassung der Programme in Angriff genommen. Das System

/360 bietet nach Angaben der Hersteller die Möglichkeit, ab **Modell 25** mit einem Befehlsvorrat von 144 Befehlen, mit fester und variabler Feldlänge, mit Dezimal-, Fest- und Gleitkommaarithmetik zu arbeiten.

Arbeit mit IBM/360-Maschinen

Vergiftungsfälle haben für den diagnostizierenden Arzt gegenüber den Diagnosen von anderen Krankheiten den Vorteil, daß Intoxikationen häufig nur mit einem Agens zustandekommen. Vergiftungen, bei denen aus Versehen oder in suizidaler Absicht mehrere toxische Substanzen zugleich inkorporiert werden, sind in der Minderzahl. Aus diesem Grunde nehmen Vergiftungen in der Diagnostik eine gewisse Sonderstellung ein. Im Prinzip ist aber das ärztliche Vorgehen bei der Diagnostik von Vergiftungen dem bei allen anderen Krankheiten gleich.

Datengewinnung aus der Literatur

Die in dem vorangegangenen Kapitel erwähnten Zusammenstellungen von Symptomen, die den einzelnen Giftstoffen zugeordnet waren, konnten für die Fortsetzung der Untersuchungen benutzt werden. Zusätzlich wurde weitere Literatur eingearbeitet, so daß sich der Datenbestand bei Vergiftungen – soweit er der Literatur entnommen wurde – zusammensetzt aus Angaben folgender Werke:

- | | |
|---|---|
| LEWIN, L.: | Gifte und Vergiftungen. Stilke, Berlin 1929 |
| MOESCHLIN, S.: | Klinik und Therapie der Vergiftungen. Thieme, Stuttgart 1964 |
| WIRTH, W., G. HECHT,
CHR. GLOXHUBER: | Toxikologie-Fibel. Thieme, Stuttgart 1967 |
| BRUGSCH, H.,
O. R. KLIMMER: | Vergiftungen im Kindesalter. Enke, Stuttgart 1966 |
| Archiv für Toxikologie: | Band 13-21. Springer, Berlin 1943-1966 |
| Bundesgesundheitsamt: | Karteikarten des Bundesgesundheitsamtes für Informations- und Behandlungszentren |
| KLIMMER, O. R.: | Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Hundt, Hattingen/Ruhr 1964 |
| PÖLDINGER, W.,
P. SCHMIDLIN: | Index Psychopharmacorum. Huber, Bern 1963 |
| LUDEWIG, R.,
K. H. LOHS: | Akute Vergiftungen. Fischer, Stuttgart 1968* |
| Arzneibüro der ABDA | Pharmazeutische Stoffliste. 4. Aufl., Werbe- und Vertriebsges. Dtsch. Apotheker m. b. H., 6 Frankfurt/M. 7, Postfach 7708 |
| NEGWER, M.: | Organisch-chemische Arzneimittel und ihre Synonyma. Akademie-Verlag, Berlin 1967 |

* Herrn Prof. Dr. H. OETTEL sei an dieser Stelle für den Hinweis auf dieses Buch gedankt.

Datengewinnung nach klinisch behandelten Vergiftungen

Der aus der Literatur stammende Datenbestand wurde vergrößert, vervollständigt und durch Symptome, die Krankenblättern entnommen wurden, gesichert. Diese wurden uns zunächst zur Verfügung gestellt von der Toxikologischen Abteilung der I. Med. Universitätsklinik im Städt. Krankenhaus Westend, Berlin**. Das gesamte Krankengeschichtsarchiv wurde bis zum Oktober 1967 durchgearbeitet, die Krankenblätter entnommen und ausgewertet, bei denen einheitliche Erhebungsbogen vorhanden waren.

Tabelle 16 Verteilung der ausgewerteten Vergiftungen des Krankengeschichtsarchivs der Toxikologischen Abteilung der I. Med. Universitätsklinik, Berlin, Krankenhaus Westend (bis Oktober 1967)

Giftstoffe	Anzahl	DDT	1
Nichtbarbiturate	227	Nitrose Gase	1
Barbiturate	152	Schlafmittel chronisch	1
Kohlenoxyd	76	Dolantin	1
Äthylalkohol und Schlafmittel komb.	39	Benzol	1
Schlafmittel leicht	36	Blei	1
Äthylalkohol	28	Chloroform	1
Meproamat	12	Aspirin	1
Trichloräthylen	8	CO und Äthylalkohol komb.	1
Quecksilber	7	Phosgen	1
Chinin	7	Chlorgas	1
E 605	7	Strychnin	1
Phenothiazin	5	Hydrazin	1
Tetrachlorkohlenstoff	4	Kaliumpermanganat	1
Phenacetin	4	Safran	1
Chlorpromazin	4	Seifen	1
Thallium	3	Distancurin	1
HCl	1	Suximotm	1
Polamidon	3	Vinylcyanid	1
Koffein	3	Schwellige Säureinhalation	1
Pantherpilz	3	Opium	1
Antabus-Alkohol-Reaktion	3	Sagrotan	1
CO und Schlafmittel	3	Paraldehyd	1
Komb. Analgetika	3	Ammoniak	1
Hydantoinpräparate	3	Scillaren	1
Digitalis	2	Ergotin	1
Lysol	2	Butazolidin	1
Insulin	2	Hygpytm i. v.	1
Propangas	1	Ammoniumchlorid	1
Giftpilze mit rasch einsetzender Wirkung	1	Endrin	1
Antidiabetika	1	Urogratin	1
INH und PAS	1	Bienengift	1
Organ. Phosphorinsektizide	1	Klapperschlange	1
Lorchel	1	Nikotin	1
Oxalsäure	1	Natriumnitrit	1
		Kupferinhalation	1

** Herrn Direktor Prof. Dr. H. Frhr. von Kress sowie Herrn Prof. Dr. G. A. Neuhaus und Frau Dr. K. Iff fühle ich mich dafür zu Dank verpflichtet.

Da die Zahl der Vergiftungsfälle aus den Berliner Krankenblättern im Verhältnis zur Anzahl der vorhandenen, gespeicherten Giftstoffangaben aus der Literatur gering war, wurde anschließend ab Januar 1968 mit der Auswertung der Krankenblätter der Toxikologischen Abteilung des Krankenhauses Rechts der Isar, München*, begonnen. Vollständig ausgewertet wurde der Jahrgang 1967 der Krankenblätter, soweit er einheitliche Erhebungsbogen hatte. Im Endergebnis waren es 825.

Die Gesamtzahl der eingegebenen Vergiftungsfälle beider Kliniken, die, abgesehen von der Literatur als Datenbestand zur Zeit verfügbar ist, beträgt 1546. Sie verteilen sich wie folgt:

Tabelle 17

Giftstoffe	Anzahl	Lösungsmittel organisch gemischt	
Nichtbarbiturate	437	Kohlenoxyd-Äthylalkohol	3
Barbiturate schwer	283	Risspilze	3
Äthylalkohol-Schlafmittel	111	Koffein	3
Kohlenoxyd akut	101	Bellergal	3
Barbiturate leicht	94	Chlorkohlenwasserstoffe	3
Äthylalkohol	86	Polamidon	3
Meprobumat	37	Aspirin	3
Kombinationsanalgetika	34	Antabus-Alkohol-Reaktion	3
akute Gastroenteritis	23	Seifen	3
Trichloräthylen akut	22	Blei chronisch	3
Alkylphosphate	19	Arsen akut	2
Knollenblätterpilz	17	Hydrazin	2
Schmerz- und Schlafmittel komb.	11	Schwefeldioxyd akut	2
Giftpilze mit rasch einsetzender Wirkung	10	Silizium	2
Säuren	10	Fluor akut peroral	2
Chinin	10	Dichlormethan	2
Quecksilber akut	9	Schlafmittel chronisch	2
Chlor	9	Karbolsäure	2
Eßbare Pilze mit Giftstoffen	9	Sagrotan	2
Neuroleptika	8	Phosgen	2
Tetrachloräthylen	8	Atropin	2
Phenothiazin	7	Nikotin akut	2
Analgetika und Alkohol	7	Botulismus	2
Kohlenoxyd-Schlafmittel	6	Insulin	2
Fliegenpilz	6	Schlafmittel u. E 605	2
Thallium	5	Tantum	1
Thymoleptika	5	Antiparkinsonmittel	1
Ammoniak akut, Inhalation	4	Procainamid	1
Essigsäure	4	Opium akut	1
Tetrachlorkohlenstoff akut	4	Endrin	1
Pyramidon	4	Sauteralgyl	1
Hydantoinderivate	4	Butazolidin	1
Digitalis	4	Diaminodiphenylsulfone	1
Biengift	4	Antidiabetika	1
Giftschlangen	4	Chloranilin	1
		Toluol	1

* Dem Leitenden Arzt, Herrn Dr. M. VON CLARMANN, gilt ebenfalls für die Zuverfügungstellung der Krankenblätter ganz besonderer Dank.

Fortsetzung Tab. 17

Giftstoffe	Anzahl	Isonikotinsäurehydrazid	1
Linifort	1	Diazomethan	1
Heizöldämpfe	1	Dichloräthan akut	1
Combizym	1	Paraldehyd	1
Suximutin	1	Oxalsäure	1
Schweflige Säureinhalation	1	Vinylcyanid	1
Quadronal	1	Zyan akut, dyspnoische Form	1
Propangasinhalation	1	Kohlenoxyd chronisch	1
Irgapyrin i. v.	1	Laugen	1
Dolviran, Spasmo-Dolviran	1	Jodkontrastmittel	1
Distraneurin	1	Natriumhypochlorit	1
Ergotin	1	Chlorkalk peroral	1
Chloroform	1	Dimethylsulfat	1
ACTH	1	Nitrite	1
Lotchel	1	Ammoniumchlorid	1
Faltentintling	1	Phosphoroxchlorid	1
Pervitin	1	Phosphor akut, lokal	1
Adrenalin	1	Selen akut	1
Seidelbast	1	Chrom	1
Aloe	1	Kaliumpermanganat	1
Safran	1	Kupferinhalation	1
Terpentinöl	1	Zinkdampf	1
Scillaren	1	Kadmium akut, peroral	1
Strychnin	1	Blei akut	1

Angaben über die Therapie bei Vergiftungen wurden für den Computer u. a. sowohl den Büchern von WIRTH u. Mitarb. (1967), BRUGSCH u. KLIMMER (1966) als auch LUDEWIG u. LOHS (1968) entnommen.

Aufbau des gesamten Datenbestandes im Computer (Programmform II)

Der zunächst von Hand erstellte Datenbestand ist wie folgt aufgebaut:

Zunächst wird die Giftstoffnummer angegeben, dahinter alphabetisch die Hauptbezeichnung des Giftes. Nach dieser Gruppenbezeichnung des Giftes folgt mit Z 1 bezeichnet ein Zähler, der angibt, wie häufig diese Vergiftung aus Krankenblättern in den Bestand im Computer eingegeben worden ist. Unter der Gruppenbezeichnung des Giftes werden dann Unterbezeichnungen angefügt, die u. a. chemische Summenformeln und Spezialitäten einzelner Firmen enthalten oder auch unterschiedliche chemische Verbindungen, die ein gleiches Vergiftungsbild hervorrufen. Anschließend werden Vergiftungsquellen registriert.

Teilweise sind – soweit bekannt – die ppm (parts per million), MAK (maximale Arbeitsplatzkonzentration), die letale Dosis u. ä. aufgenommen worden. Weiterhin befinden sich dort Hinweise über die Art der Sammlung von Asservaten* und Vorschläge zur Therapie. Anschließend werden differentialediagnostische Hinweise auf andere Krankheiten gegeben. Auf diese Hinweise folgen die *symptoms*, *signs* und *tests* aus

* Angaben über Asservate und mögliche Sofortnachweise wurden dankenswerterweise von Herrn Oberchemiker Dr. Th. HAAG von der Toxikologischen Abteilung des chemischen Untersuchungsamtes der Stadt Stuttgart, Stuttgart O, Staffenbergstraße 81, zur Verfügung gestellt.

Literatur und Krankenblättern. Vor den alphabetischen Symptombezeichnungen findet man Symptomnummern, dahinter das Sortierwort, dann Angaben über die reziproke Häufigkeit der Symptome im Gesamtkollektiv. Ein Symptom, das nur einmal im Gesamtdatenbestand aufgetreten ist, hat den Wert 999 dadurch, daß die reziproke Häufigkeit mit 1000 multipliziert und um 1 vermindert wurde. Ist es zweimal aufgetreten, halbiert sich die Zahl, so daß aus maschineninternen Gründen das zweimalige Auftreten eines Symptoms mit dem Wert 499 bezeichnet worden ist, das dreimalige mit 333 usf.

Gewichtung der Symptome

Bei der anschließenden Zahl handelt es sich um ein subjektiv geschätztes Gewicht des Symptoms. Bei Vollzug der Diagnose aus dem Gedächtnis pflegt der Arzt mehr oder weniger bewußt eine Gewichtung der Symptome vorzunehmen. Er weiß, daß eine bestimmte Angabe seines Patienten relativ wichtig ist und daher ein Leitsymptom darstellen kann. In einem anderen Fall kann er durch ein Symptom zu einer Einengung der differentialdiagnostischen Möglichkeiten kommen, weil dieses Symptom andere Krankheiten, die es nicht haben, ausschließt. Noch besser wird eine Differenzierung von Krankheit zu Krankheit möglich sein, wenn eine Kombination von Symptomen bei einer Krankheit auftritt, die bei anderen in dieser Form nicht vorhanden ist. Aus diesen Überlegungen heraus mußten den Symptomen subjektiv geschätzte Zahlen zugeordnet werden, die eine Gewichtung der Symptome, je nach ihrer Penetranz, darstellen. Vom Arzt nicht angegebene Gewichte der Symptome aus Literaturangaben erhalten automatisch den Zähler 50, eine Höherbewertung kann bis 99 gehen. Auch bei den Krankenblattedaten, soweit sie nicht numerische Variable darstellen, wurde eine Schätzung vorgenommen, je nach der Stärke des vorhandenen Symptoms. Hier erfolgte die Einteilung in leicht, mittel und schwer, wobei diesen Größen die Zahlenwerte 58, 70 und 90 zugeordnet wurden. Das Fehlen eines normalerweise vorhandenen Symptoms, beispielsweise der Ausfall eines physiologischen Reflexes, wurde mit dem Wert 80 beziffert.

An die Angaben des Gewichtes schließen sich die aus den Krankengeschichten entstandenen Zähler an. Z 2 gibt an, wie häufig ein Symptom aus den Krankengeschichten insgesamt bereits eingegeben worden ist, Z 3 gibt dagegen die Anzahl der Kombinationen von Giftstoffnummern und Symptomnummern aus den Krankengeschichten an. Die Zähler summiert die Maschine, durch das Programm gesteuert, bei jeder Eingabe von Krankengeschichten auf.

In den Datenbestand ist anschließend, durch die Auswertung der Karteikarten des Bundesgesundheitsamtes bedingt, noch folgende Datei hinzugekommen: In ähnlicher Form, wie oben angegeben, werden Inhaltsstoffe von Industrieprodukten aus dieser Karte in den Computer eingegeben. Das Programm bietet die Möglichkeit des Abrufens einzelner Produktnamen und danach des Ausdrucks ihrer Bestandteile, beispielsweise von Haushaltsmitteln, die bei Vergiftungen in Frage kommen. Die Symptomatik und Therapie bei Vergiftungen mit diesen Bestandteilen können dann nach der Hauptdatei ausgegeben werden. Die Gesamtseitenzahl der Grunddaten betrug 1968 1226.

Die Symptome

Die Arbeit an der Verbesserung des Symptomverzeichnisses, beispielsweise das Ausmerzen der Synonyma, erscheint als eine fast nicht abzuschließende Arbeit. Nach Er-

stellung des Symptomverzeichnisses sind in mehreren Änderungsläufen Symptombezeichnungen zusammengelegt, Symptome ausgemerzt, Symptome standardisiert, Teile von Symptombezeichnungen in anderer Form zyklisch vertauscht, doppelte Symptombezeichnungen innerhalb eines Giftstoffes gestrichen worden und ähnliches mehr. Eine Fehlerfreiheit, auch in bezug auf abgelochte Schreibfehler, läßt sich bei einem großen Datenbestand nur asymptotisch erreichen. Um ein Beispiel für viele anzuführen, welche Schwierigkeiten bei der Verarbeitung von Literaturdaten auftreten können: Da die Ausprägung einer Phosphatämie wechseln kann, ist diese Angabe für den Computereinsatz nicht tragbar. Es muß in die Datei gespeichert werden: Hyperphosphatämie, Hypophosphatämie und Phosphatämie normal, damit entsprechende Patientensymptome auch gefunden werden können. Numerische Angaben wären noch besser.

Um die Sortierung und Unterordnung der Symptome in thematisch zusammengehörige Gruppen zu ermöglichen, wurden Sortierworte eingeführt. Besonderen Wert legte man auf die Übersichtlichkeit für den untersuchenden Arzt und die Erweiterungsfähigkeit. Der Vorteil besteht im Gewinn einer besseren Übersicht über Vollständigkeit, Zusammenlegungs- oder Ergänzungsmöglichkeiten innerhalb einzelner Symptomgruppen.

Für das Symptomlexikon mußte eine *einfach-rotierende Sortierung* vorgenommen werden. Jedes Wort im Symptomtext wird bei der Sortierung einmal zum Sortierbegriff. Ein Wort wird durch eine nachfolgende Leerstelle (blank) gekennzeichnet, d. h. ein Symptom, das aus drei Worten besteht, erscheint im Symptomlexikon an drei verschiedenen Stellen.

Das Sortieren nach den Sortierworten bewirkt gruppenweises Einsortieren der Symptome nach Hauptbegriffen und innerhalb der Hauptsortierbegriffe nach einheitlichen Unterkategorien. Diese spiegeln in Form einer Notationskette (H. L. SCHNEIDER 1967) die multihierarchische Zuordnungsmöglichkeit der Symptome (Netzstruktur). Durch zyklisches Vertauschen innerhalb der Notationskette kann erreicht werden, daß jedes Glied als Sortierbegriff eingeht. Dadurch sind die Symptome jedem Zweig der multihierarchischen Struktur zuordenbar. Da der Klartext mitsortiert wurde, konnte auf Kategorisierung der Erscheinungsformen, beispielsweise »FRHOEHT«, »VERMINDERT«, »PATHOLOGISCH« usw., anders als bei H. L. SCHNEIDER (1967), verzichtet werden.

Das Sortierwort besteht aus dem Hauptsortierbegriff mit 3 Buchstaben, abgetrennt durch einen Punkt von den Untersortierbegriffen.

Benutzt wurden folgende Unterteilungen:

Primäre Befunderhebung

Anamnese = subjektive Angaben des Patienten

Sub.

Exploration = objektive Wertung der Angaben des Pat.

Exp.

Inspektion des Pat.

Ins.

Auskultation des Pat.

Aus.

Perkussion des Pat.

Per.

Palpation des Pat.

Pal.

Neurologischer Status des Pat.

Neu.

Geruchsfeststellung am Pat.

Ger.

Routinelaboruntersuchungen, zugleich mit Angabe des untersuchten Materials

Blut-allgemein

MBX.

Blut-rot

MBR.

Blut-weiß

MBW.

Blutserum

MBS.

Liquor

MLI.

Sputum

MSP.

Stuhl

MST.

Urin

MUR.

Sonstige

MXV.

Sonstige Untersuchungstechniken

Bakteriologische Untersuchung	BAK.
Biopsie (inkl. STP)	BIO.
Elektroenzephalogramm	EEG.
Elektrokardiogramm	EKG.
Röntgenbefunde	ROP.
Sektionsbefunde	SEK.

Weitere Angaben

Teildiagnosen	T-D.
Sonstiges	SON.

Die Untersortierbegriffe

Sie sind durch je zwei Buchstaben charakterisiert. Der erste kennzeichnet die Hauptkategorie oder den Oberbegriff, der zweite die Nebenkategorie oder den Unterbegriff. Im Hinblick auf die einfache Sortierung der Symptome nach dem Sortierwort, in der das Sortierwort als einheitlicher Sortierbegriff betrachtet wird, ist die Reihenfolge der Unterkategorien nicht beliebig. Sie ist vielmehr abhängig vom Hauptsortierbegriff. Die Übersortierbegriffe beinhalten Angaben über Lokalisation, Organ- oder Funktionssysteme und allgemeine Beschreibungen. Bei ihrer Aufstellung war die sinnvolle Zuordnung aller Symptome schon bei der einfachen rotierenden Verarbeitung oberstes Ziel. Dafür wurden methodologische Inkonsequenzen bewußt in Kauf genommen. Am Beispiel des Kopfes sei die angewendete, erweiterungsfähige Systematik angeführt:

CX	Caput, allg. Kopf
CG	Gesicht
CM	Mund
CN	Nase
CA	Auge
CO	Ohr

Gemessene Daten von Symptomen mußten für die Auswertung in Gruppen zusammengefaßt werden, beispielsweise die Werte der Blutsenkungsgeschwindigkeit zu Gruppen von 10 mm.

Da z. T. Daten aus der Literatur benutzt wurden, die für die IBM 1401 aufgebaut waren, wurden diese mit einem Änderungslauf besser an die erweiterte Problemstellung und die IBM/360 angepaßt. Hierauf soll nicht näher eingegangen werden.

Bei Giftstoffangaben, die vorher nach der Literatur eingegeben worden waren, bleiben die subjektiv geschätzten Gewichte der Symptome erhalten, auch wenn neue Gewichte von Krankengeschichten hinzukommen. In diesem Fall sind die Gewichtungen der Symptome aus Krankengeschichten, »leicht« mit 58, »mittel« mit 70 und »schwer« mit 90 sowie »fehlt« mit 80, nicht verwertet worden.

Bei einfachem Aufsummieren der Symptomgewichte besteht die Gefahr, daß Giftstoffe mit vielen Symptomen im Datenbestand höhere Gewichtssummen erreichen als solche mit kleineren Zahlen. Um dieses zu umgehen, wurde ein Versuch gemacht, wozu bei allen Giftstoffen per Programm der prozentuale Anteil vom Gesamtgewicht errechnet wurde, den die Gewichte der beobachteten Symptome eines Patienten ergaben. Hierzu wird einerseits für jedes Gift die Summe der Gewichte aller im Datenbestand vorhandenen Symptome ermittelt (S. 161), andererseits während des Diagnoselaufes die mit 1000 multiplizierte Summe der Gewichte der Patientensymptome durch das Gesamtgewicht im Datenbestand dividiert. Dadurch kann das bei der Diagnose ausgegebene G (geschätztes Gewicht) zwischen 1 und 1000 schwanken. Das Ergebnis ist eine gewisse Kompensation der materialbedingten unterschiedlichen Zahlen der Sym-

ptomgewichte bei verschiedenen Giften im Datenbestand: Auch ein Gift mit wenigen Symptomen hat eine Chance, eine hohe Ausgabe des Gewichtswertes (G) in der differentialdiagnostischen Liste zu erreichen, die sich korrigierend auf das Gesamtgewicht (GG) auswirken kann. Die ohne diese Maßnahme störende Korrelation zwischen der Zahl der gefundenen Symptome (GS) und der Höhe der Gewichte (G) wird so vermieden.

Bei der Zusammenstellung der Literatur findet man häufiger den Hinweis, daß das Vergiftungsbild einer chemischen Verbindung dem eines anderen Giftstoffes gleicht. Da ein solcher Hinweis für die Diagnose ohne Wert ist, wurden die Symptome des Giftstoffes, auf den durch »siehe auch Giftstoff . . .« hingewiesen wurde, zu den anderen Giftstoffsymptomen hinzugefügt, so daß sie bei der Vergiftungsdiagnose mit angesprochen werden können. Dadurch sind die »siehe«-Hinweise durch die vollständige Symptomatik des Giftstoffes, auf den hingewiesen wurde, ersetzt worden.

Die numerischen und alphabetischen Symptombezeichnungen, die immer ihren Giftstoffen zugeordnet sind, wurden mit einer Ablochvorschrift oder auf Ablochbelegen der Abloch-Abteilung der Robert Bosch GmbH, Stuttgart-Feuerbach, übergeben und dort dankenswerterweise verarbeitet. Neu eingegebenen Giftstoffen ordnet die Datenanlage per Programm neue Giftstoffnummern zu.

Kombinationen von Giftstoffen, beispielsweise eine Äthylalkohol- und Schlafmittelvergiftung, wurden als neuer »einheitlicher Giftstoff« betrachtet. Ihre Symptomatik ist gesondert in die elektronische Datenverarbeitungsanlage eingegeben worden. Fraglich blieb dabei, ob bei diesem Vorgehen wirklich diskriminierbare, neue »Krankheitsgruppen« entstanden.

Aufbau der Lochkarten (Programmform II)

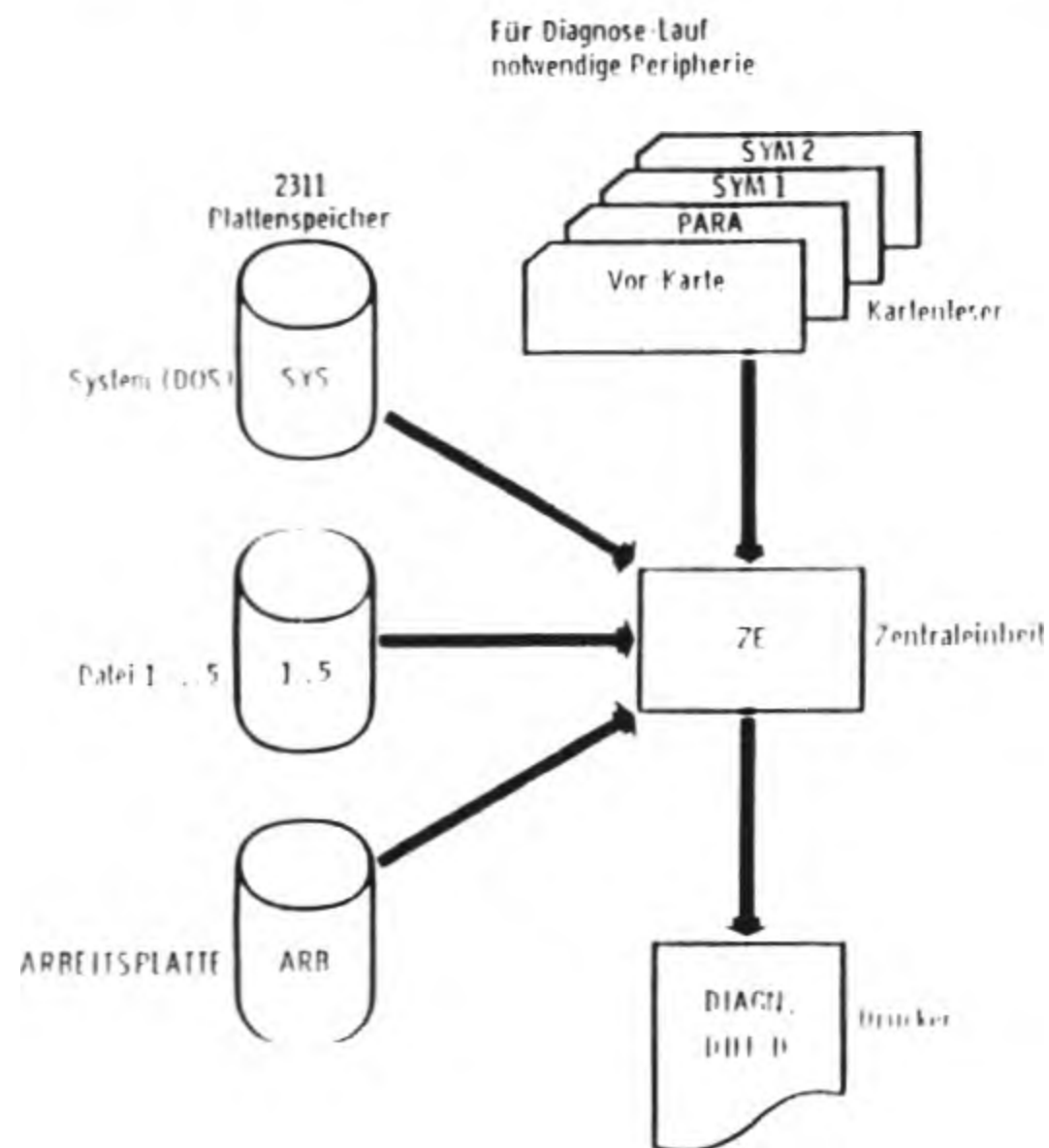
Zur Vervollständigung des vorliegenden Datenbestandes sowohl aus der Literatur als auch aus den Krankengeschichten mußte einerseits die Möglichkeit vorgesehen werden, neue Giftstoffe mit neuen Symptomen und allen übrigen neuen Angaben in den Bestand aufzunehmen.

Andererseits mußte es auch möglich sein, bereits eingegebene, d. h. im Datenbestand vorhandene Symptome von Giftstoffen, durch die Hinzufügung weiterer zu vervollständigen. Hierbei konnte es sich auch um Symptome handeln, die bereits bei anderen Giftstoffen vorhanden waren, d. h. eine Nummer im Datenbestand hatten. Schließlich mußten noch weitere Änderungen, auf die noch später im Rahmen der Dateien eingegangen werden soll, möglich sein. Die angefügte Tab. 18 zeigt den Aufbau der dazu notwendigen Lochkarten.

Maschinenausrüstung (siehe Abb. 22 und 37)

Für die eigenen Untersuchungen bestand sie zunächst aus einer IBM/360 30 F mit 64 K (64 000 Kernspeicherstellen), betrieben im DOS (Plattenbetriebssystem), mit folgender Peripherie:

- a) einer Konsolschreibmaschine IBM 1052
- b) der Karten-Abföhl- und Stanz-Einheit IBM 2540 mit einer Lesegeschwindigkeit bis zu 1000 Karten in der Minute. Maximale Stanzleistung 300 Karten je Minute. Die Kartenablage ist programmgesteuert, 5 Ablagefächer



Abh. 1: Maschinenausrüstung
für einen MEDUC

- c) Drucker IBM 1403
(über Leistung der Drucker S. 44)
- d) 4 Magnetplattenspeicher IBM 2311. Durch auswechselbare Plattenstapel läßt sich die Speicherkapazität dieser Einheit unbegrenzt erweitern. Jeder Plattenstapel kann bis zu 7 250 000 Bytes enthalten. Die Lese- und Schreibgeschwindigkeit beträgt 156 000 Bytes/Sekunde, die mittlere Zugriffszeit 75 Mikrosekunden
- e) 4 Magnetbandeinheiten sind zusammengesetzt aus den IBM-Nummern 2401 bzw. 2403. Zeichendichte 320 Bytes/Zentimeter. Das vorhandene Modell hat eine Lese-/Schreibgeschwindigkeit von 90 000 Bytes/Sekunde. Soweit die Ausrüstung der Maschine, die sich im Rechenzentrum der Robert Bosch GmbH., Stuttgart-Feuerbach, befand.

Seit Mitte des Jahres 1969 wird die Diagnostik auf einer der vorhandenen leistungsfähigeren IBM/360-50 im OS (*operating system*) durchgeführt (Programmform III).

Das Programm (II. Form)

Die von der Maschine von Lochkarten abgelesenen Befehle in Form von Symbolen – das Programm – machen sie zum Automaten, in dem nach einem einmaligen Startbefehl eine Folge dieser vorher geplanten, hintereinander auf den Karten stehenden Schritte abläuft. Die benutzte Programmiersprache ist FORTRAN IV E. Das Programmsystem in Form II enthält im wesentlichen zwei Teile. Einerseits umfaßt es Programme zum Aufbau und zur Pflege der Datenbank und andererseits Teile für die computerunterstützte Diagnostik und andere Auskünfte. Dem ersten Teil dient unter anderem eine Zahl von Programmen für die Verarbeitung der Literatur, genannt D3AL. Hierbei darf jeder Giftstoff nur einmal eingegeben werden, da er sonst zweimal diagnostiziert werden könnte. Entsprechende Kontrollen sind vom Programm her eingebaut.

Ein anderer Zweig des Systems befaßt sich mit Krankengeschichten, er hat die Bezeichnung D3AK. Bei der Verarbeitung der Krankengeschichten **muß jede** Giftbezeichnung so häufig auftreten, wie die Vergiftung innerhalb der Krankenblätter zu beobachten war. Zur Pflege der Daten dient das umfangreiche Programm »AENDERN«. Der zweite Teil besteht aus dem Programm »DIAGNOSE« (Abb. 38). Der Gesamtumfang des Programms betrug etwa 4000 *statements*.

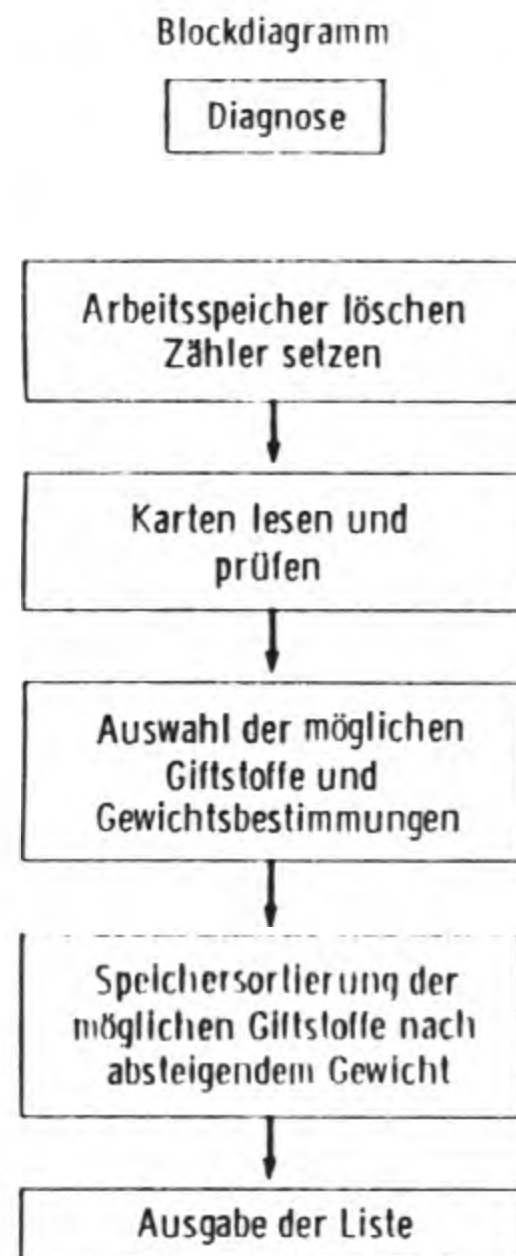


Abb. 38 Einfacher Programmablaufplan »DIAGNOSE« (Programmform II)

Ein Beispiel für das Programmieren

Hierfür sei im folgenden ein Programmteil angeführt. Im Abschnitt D3D dient er zum Entfernen von mehrfachen Giftstoff-Symptom-Kombinationen.

Problemstellung

Vorhanden ist ein Eingabeband, auf dem Giftstoff-Symptom-Kombinationen stehen. Diese können mehrfach auftreten. Es soll nun ein Band erstellt werden, auf dem jede Giftstoff-Symptom-Kombination nur einmal vorkommt. Der Bandsatz ist dabei wie folgt aufgebaut:

Stelle	1- 4	Giftstoffnummer
	5-68	Symptomtext
	69	Blank
	70-72	Gewicht

Es werden zuerst die Sätze nach Giftstoffnummern und innerhalb der Giftstoffnummern nach Symptomtext sortiert. Das so erstellte Band ist Eingabe für das Programm D3D.

Alle aus dem Bestand entfernten Sätze werden zu Kontrollzwecken auf dem Drucker gelistet.

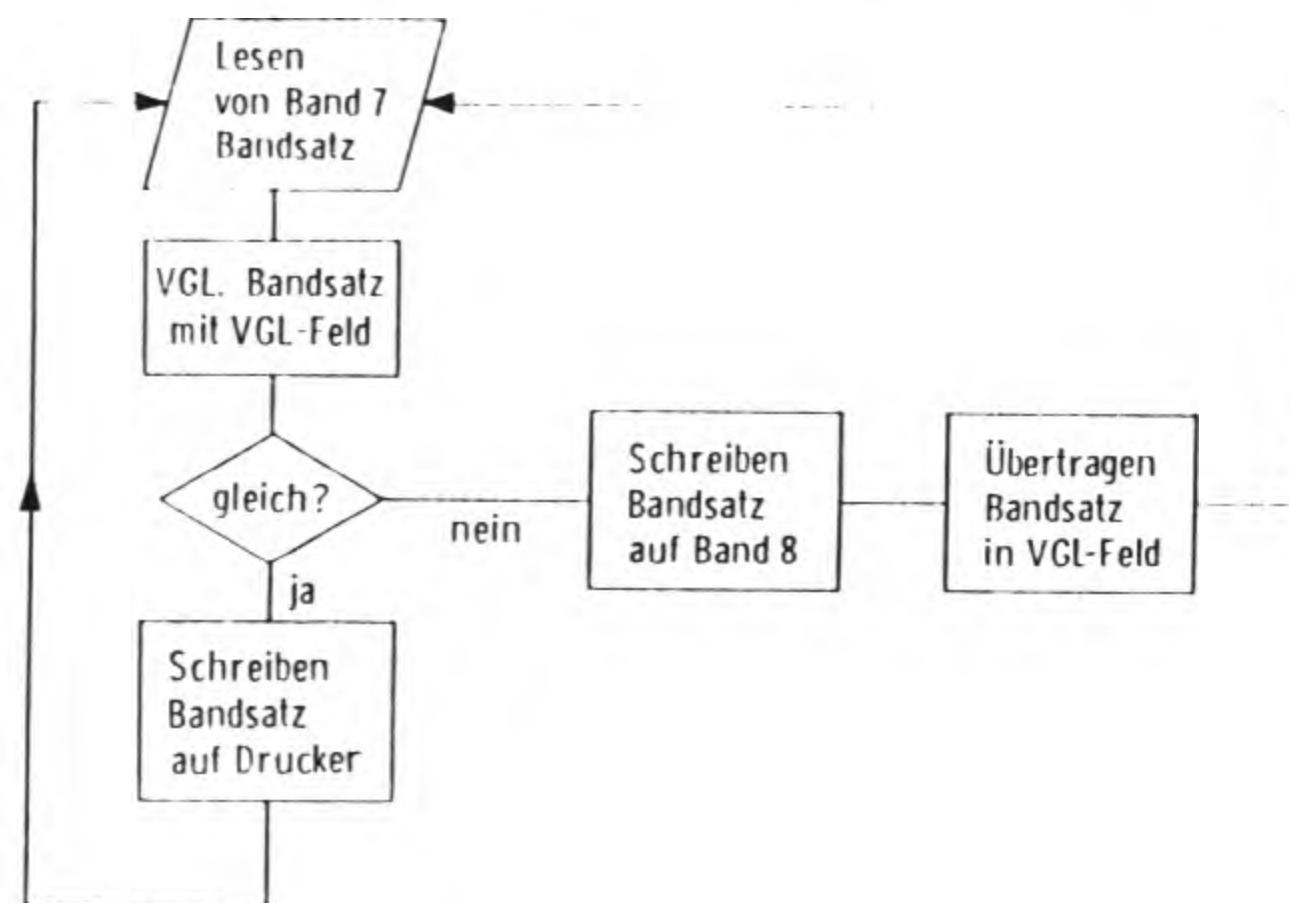


Abb. 39 Blockdiagramm des Programmierbeispiels

Tabelle 19 DISK OPERATING SYSTEM/360 FORTRAN 360N-F0-451 21

```

C   D3D ENTFERNEN VON MEHRFACHEN M-S-KOMB.
    DIMENSION STEXT(18), STEXT1(18)
    1 DO 20 I=1, 18
    20 STEXT1(I) = STEXT(I)
    2 READ(7,1000) STEXT
    DO 30 I=1, 18
    IF(STEXT(I)-STEXT1(I)) 11,30,11
    30 CONTINUE
    WRITE(3,2000) STEXT
    GO TO 2
    11 WRITE(8,1000) STEXT
    GO TO 1
1000 FORMAT(18A4)
2000 FORMAT(1H, 18A4)
    END
  
```

Erklärung der Anweisungen im FORTRAN-Programm (nach IBM Form 79807).

Die DIMENSION-Anweisung

Allgemeine Form

DIMENSION $a_1(k_1), a_2(k_2), a_3(k_3), \dots, a_n(k_n)$

Dabei bedeuten

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$	Feldnamen
$k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$	Indizes

Die Indizes bestehen aus 1 bis 7 ganzzahligen positiven Konstanten, die durch Komma getrennt sind und den Maximalwert jedes Indexparameters des Feldes definieren; k_1 bis k_n bestehen aus 1 bis 7 Variablennamen dann und nur dann, wenn diese die Formalparameter eines Unterprogrammes bezeichnen.

Die DIMENSION-Anweisung definiert die Anzahl und Größe von Felddimensionen und gibt damit die für die Speicherreservierung nötigen Informationen.

Die Laufanweisung

Allgemeine Form

Laufvariable	Anfangswert	Testwert	Inkrement
DO x i	= m_1 ,	m_2 ,	m_3

Es bedeuten:

x die Anweisungsnummer der letzten Anweisung der DO-Schleife

i eine nichtindizierte ganzzahlige Variable

m_1, m_2, m_3 entweder ganzzahlige Konstante größer als Null oder nichtindizierte ganzzahlige Variable ohne Vorzeichen. Das Inkrement m_3 braucht nicht angegeben zu werden, wenn sein Wert konstant gleich 1 ist. In diesem Falle entfällt auch das Komma hinter m_2 . Die DO-Anweisung bildet mit den auf sie folgenden Anweisungen bis einschließlich derjenigen mit der Anweisungsnummer x eine »DO-Schleife«. Diese wird, entsprechend den Laufparametern, m_1, m_2 und m_3 wiederholt durchlaufen. Bei der ersten Ausführung der DO-Anweisung erhält die Laufvariable i den Anfangswert m_1 , nach jedem Durchlauf der DO-Schleife wird i mit dem Testwert m_2 verglichen. Die Iteration der Schleife erfolgt zum letzten Mal, wenn i den höchsten seiner Werte angenommen hat, der m_2 noch nicht übersteigt. Danach wird das Programm mit der auf die Anweisung x folgenden Anweisung fortgesetzt. Ist dieser Wert noch nicht erreicht, so wird i um m_3 erhöht und die DO-Schleife ein weiteres Mal durchlaufen.

Ist m_2 kleiner als m_1 , so werden die Anweisungen der DO-Schleife einmal ausgeführt. Wird die DO-Schleife verlassen, nachdem die Laufvariable den vorgegebenen Wertbereich vollständig durchlaufen hat, so ist die Laufvariable i undefiniert.

STEXT1(I) = STEXT(I)

Der Wert rechts vom Gleichheitszeichen wird in den links davon definierten Bereich übertragen.

Die READ-Anweisung

Allgemeine Form

READ (a, b) Liste

Dabei bedeuten:

a eine ganzzahlige Konstante ohne Vorzeichen oder eine ganzzahlige Variable, die die Datei spezifiziert.

b entweder die Anweisungsnummer oder den Feldnamen der Formatbeschreibung für die einzulesenden Daten.

Liste eine Folge von Variablen- oder Feldnamen, die durch Komma getrennt sind; Feldnamen können mit Index und Laufangabe versehen sein. Die Liste spezifiziert die Anzahl der einzulesenden Daten und die Variablen, denen sie als Wert zuzuweisen sind.

Die arithmetische WENN-Anweisung

Allgemeine Form

IF (a) x_1, x_2, x_3

Dabei bedeuten:

 a einen arithmetischen Ausdruck nicht vom Moduskomplex x_1, x_2, x_3 AnweisungsnummernIn dieser Anweisung wird der Ausdruck a berechnet und in Abhängigkeit vom Ergebnis eine der folgenden drei Verzweigungen ausgeführt: $a < 0$ Verzweigung zu Anweisungsnummer x_1 $a = 0$ Verzweigung zu Anweisungsnummer x_2 $a > 0$ Verzweigung zu Anweisungsnummer x_3 **Die WRITE-Anweisung**

Allgemeine Form

WRITE (a, b) Liste

Dabei bedeuten:

 a eine ganzzahlige Konstante ohne Vorzeichen oder eine ganzzahlige Variable, welche die Nummer der Datei angibt. b entweder die Anweisungsnummer einer FORMAT-Anweisung oder einen Feldnamen.

Liste eine Folge von Variablen- oder Feldnamen, die durch Komma getrennt sind; Feldnamen können mit Index und Laufangabe versehen sein. Die Liste spezifiziert die Variablen, deren Werte auf einen externen Speicher auszugeben sind.

Die Sprunganweisung GO TO

Eine Sprunganweisung bewirkt, daß das Programm mit derjenigen Anweisung fortgesetzt wird, die durch die in der Sprunganweisung spezifizierte Anweisungsnummer bezeichnet wird. Es gibt drei Arten der GO TO-Anweisung: das einfache GO TO, das errechnete GO TO und das GO TO durch Zuweisung. Beim einfachen GO TO wird stets die gleiche Anweisung angesprungen, beim errechneten oder zugewiesenen GO TO wird die anzusteuernde Anweisungsnummer zuvor aus einer Reihe möglicher Anweisungsnummern spezifiziert.

Die einfache GO TO-Anweisung

Allgemeine Form

GO TO xxxxx

Dabei bedeutet xxxxx eine Anweisungsnummer. Die GO TO-Anweisung veranlaßt, daß das Programm mit der durch die angegebene Anweisungsnummer bezeichneten Anweisung fortgesetzt wird.

Der Formatcode A

Allgemeine Form

 $a A w$

Hierbei haben die Parameter folgende Bedeutung:

 a ist wahlweise anzugeben und bezeichnet als ganzzahlige Konstante ohne Vorzeichen die Anzahl der Daten, die nacheinander entsprechend diesem Formatcode übertragen werden.

w ist eine ganzzahlige Konstante ohne Vorzeichen und gibt die Gesamtlänge des Datenfeldes an.

Der Formatcode *A* wird für die Beschreibung der Daten benutzt, die als Zeichenketten zu übertragen sind. Zeichenketten können mittels des *A*-Formats in Speicherplätze eingelesen werden, die zu beliebig spezifizierten Variablen oder Feldern gehören.

Die END-Anweisung

Allgemeine Form

END

Die END-Anweisung ist eine nicht ausführbare Anweisung. Sie zeigt dem Compiler das Ende eines FORTRAN-Haupt- oder Unterprogrammes an und muß physikalisch die letzte Anweisung (Karte) eines jeden Haupt- und Unterprogrammes bilden.

Beschreibung des Programmteiles

Die erste Anweisung legt die Größe der in diesem Programm benutzten Bereiche *STEXT* und *STEXT1* fest. Jeder der Bereiche besteht aus 18 Elementen (Gruppen von je 4 alphanumerischen Teilen, z. B. *Erbr*). Die folgenden 2 Anweisungen, die die Nummern 1 und 20 tragen, bilden eine DO-Schleife, in der der ganze Inhalt des Bereiches *STEXT* in *STEXT1* übertragen wird. Anschließend wird in der Anweisung 2 ein Symptom vom Band Nr. 7 im Format 1000 in den Bereich *STEXT* eingegeben. Das Format 1000 besagt, daß es sich um 18 vierstellige Felder im *A*-Format, d. h. Text, handelt. Anschließend beginnt eine neue DO-Schleife, in der der Inhalt von *STEXT* mit dem von *STEXT1* Feld für Feld verglichen wird. In dem *IF*-Befehl werden die Textfelder wie Binärzahlen behandelt. Ist das Ergebnis größer oder kleiner als Null, weil die Texte verschieden sind, so wird, ohne die DO-Schleife bis zum Ende zu durchlaufen, sofort zur Anweisung 11 gesprungen, d. h. das Symptom wird unverändert auf das Band 8 geschrieben. Anschließend wird zur Anweisung 1 gesprungen, um für den Vergleich mit dem nächstfolgenden Symptom wieder den Inhalt von *STEXT* nach *STEXT1* zu übertragen. Hat der Vergleich 0 ergeben, sind die beiden Textfelder also gleich, so wird als nächstes die Anweisung 30 ausgeführt, die nur die DO-Schleife beendet. Sind alle 18 Feldpaare verglichen worden und gleich gewesen, handelt es sich also um zwei gleiche Symptome, so wird dies nicht noch einmal auf das Band 8 geschrieben, sondern über den Drucker, der die Dateinummer 3 trägt, ausgedruckt. Jetzt ist auch die Übertragung von *STEXT* nach *STEXT1* nicht nötig, weil ja beide Bereiche den gleichen Text enthalten. Folglich wird diesmal zur Anweisung 2 gesprungen, also das nächstfolgende Symptom eingelesen. Dieser Vorgang wiederholt sich bis zum Ende des Bandes. Das Ende wird automatisch gefunden und das Programm dadurch beendet.

Aus solchen Programmteilen, die erheblich ausgedehnter sind, setzt sich das gesamte Programmsystem, das die Maschine bei der Datenerstellung und auch bei der Datenauswertung steuert, zusammen.

Ein kurzes Blockdiagramm, das den Ablauf der computerunterstützten Diagnose schildert, ist auf S. 156 dargestellt (Abb. 38). Es ist neben der Diagnostik von Vergiftungen auch für andere Krankheiten verwendbar.

Die Dateien im Plattenspeicher bei Programmform II

Für die mit Hilfe der IBM/360 erstellten Differentialdiagnosen ist die *Aufteilung des Plattenspeichers* von Interesse. Er enthält in der II. Programmform 5 Dateien:

1. Eine Giftstoffdatei, d. h. eine Aufstellung, in der die Giftstoffe enthalten sind
2. Eine Giftstoff-Symptom-Datei
3. Eine Symptomdatei
4. Eine Symptom-Giftstoff-Datei
5. Eine Textdatei

1. Giftstoffdatei

<i>Stellen</i>	<i>Inhalt</i>
1- 4	Giftstoffnummer (gleich Satzadresse)
5-65	Giftstoffname
66-70	Summe aller Symptomgewichte
71-75	Adresse der Übergruppentexte in Datei 5
76-80	Adresse der Texte in Datei 5
81-85	Adresse der Symptome in Datei 2
86-88	Anzahl der Symptome
89-92	Nummer des »Hinweis«-Giftstoffes (auf den durch »SIEHE« hingewiesen wird)
93-97	Anzahl der Nennungen des Giftes bei Krankengeschichten (Z 1)

2. Giftstoff-Symptom-Datei

<i>Stellen</i>	<i>Inhalt</i>
1- 4	Giftstoffnummer
5-224	20 elfstellige Felder, davon enthalten die Stellen: <ul style="list-style-type: none"> 1- 5 Symptomnummer 6- 8 Gewicht (der G-S-Kombination) 9-11 Anzahl der Nennungen der G-S-Kombination bei Krankengeschichten (Z 3)
225-229	Folgeadresse in Datei 2

3. Symptomdatei

<i>Stellen</i>	<i>Inhalt</i>
1-5	Symptomnummer (= Satzadresse)
6-70	Symptomname
71-74	Anzahl der Giftstoffe
75-79	Adresse der Gifte in Datei 4
80-84	Adresse des im I exikon folgenden Symptoms von Datei 3
85	Kennzeichen für Fortsetzung des Symptomtextes
86-90	Adresse der rotierten Symptome von Datei 3
91-93	Reziproke Häufigkeit
94	Schlüssel für Vorauswahl (1 oder 0)
95-99	Anzahl der Nennungen des Symptoms bei Krankengeschichten (Z 2)

4. Symptom-Giftstoff-Datei

Stellen Inhalt

1- 5	Symptomnummer
6- 10	Folgeadresse in Datei 4
11-210	20 zehnstellige Felder. Davon enthalten die Stellen:
1- 4	Giftstoffnummer
5- 7	Gewicht (der G-S-Kombination)
8-10	Anzahl der Nennungen der G-S-Kombination bei Krankengeschichten (Z 3)

5. Textdatei

Stellen Inhalt

1- 4	Giftstoffnummer
5-69	Text
70-74	Folgeadresse in Datei 5
75	Kennzeichen für Textart. Dabei bedeuten:
1	Giftstofftexte
2	Vergiftungsquellen
3	Hinweistexte

Die Karten für den Diagnosenlauf (Programmform II)

Für die Programmteile »DIAGNOSE«, die dazu dienen, aus einer Anzahl von Vergiftungssymptomen auf die möglichen Giftstoffe zu schließen, werden eine VOR-, eine PARA- und ein bis drei SYMPTOMKARTEN benötigt (Tab. 20).

Beschreibung der Vorkarte (Vorlauf)

Feld Funktion

PAT.NR.	Patientennummer
DATUM	Untersuchungsdatum
SV	Schalter für <i>Vorauswahl</i> (1 = aus, 0 = ein)
	Wenn sich »notwendige oder einengende« Sperrsymptome in den SY-Karten befinden, werden nur solche Giftstoffe ausgewählt, denen diese »notwendigen oder einengenden« Sperrsymptome zugeordnet sind
ZAHL-K	Anzahl der nachfolgende SY-Karten Bedingung: $1 < \text{ZAHL-K} < 3$
ZAHL-G	Anzahl der zu druckenden Giftstoffe (Liste 1) Bedingung: $2 < \text{ZAHL-G} < 99$ ansonsten wird $\text{ZAHL-G} = 99$ gesetzt
ZAHL-GS	Anzahl der zu druckenden Giftstoffe mit Hinweisen und Symptomen (Liste 2) Bedingung: $1 < \text{ZAHL-GS} < \text{ZAHL-G}$ ansonsten wird $\text{ZAHL-GS} = 0$ gesetzt

KA	VOR	DATNR	DATUM	CAHL			STELLE	NAME							
				S	K	G									
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80													
KA	3	12 SYMPTOMNUMMERN FUER VORAUSWAHL													
	GE	33	33	71	72	73	74	75	76	77	78	79	710	711	712
	SI	32	34												
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80														
KA	16	SYMPTOMNUMMERN													
	SI	02	03	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80														
KA															
	AEND KA	31	32	K3	A	LEND									
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80														
KA															
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80														

Erklärungen:

- Liste 1: Liste der differentialdiagnostisch in Frage kommenden Giftstoffe.
 Liste 2: Liste der Giftstoffe mit allen Symptomen, Text über Vergiftungsquellen u. a. sowie Therapie.

Beschreibung der Parakarte (Parameter)

<i>Feld</i>	<i>Funktion</i>
G1 – G5	Gewichtsfaktoren (0–9999) Die Ausgabe der gefundenen Giftstoffe erfolgt nach fallendem Gesamtgewicht (GG), das für jedes Gift nach folgender Formel berechnet wird: $GG = G1 \cdot GS + G2 \cdot RH + G3 \cdot G + G4 \cdot SE + G5 \cdot EG$ Erläuterung siehe Tab. 21.

Tabelle 21 Erläuterung der Symbole in der Formel zur Bestimmung des Gesamtgewichts (GG)

GS = Anzahl derjenigen Symptome der SY-Karten, die dem Giftstoff zugeordnet sind (gefundene Symptome)

$$RH = \sum_{GS} rh$$

mit rh = reziproke Häufigkeit (in Datei 3)

$$G = \sum_{GS} g$$

mit g = Gewicht der G-S-Kombination (in Datei 2)

E = EADS-Signifikanzfaktor

$$EG = \sum_{GS} \frac{Z_3}{Z_2} \cdot 100$$

EG = echte Gewichte

Z_1 = Zahl der Nennungen des Giftstoffes

Z_2 = Zahl der Nennungen des Symptoms

Z_3 = Zahl der Nennungen der G-S-Kombinationen

Z_0 = Zahl aller eingegebenen Vergiftungsfälle aus Krankengeschichten

V1 – V12 *Symptome für die Vorauswahl (Sperrsymptome)*

Es können maximal 12 Symptomnummern (Teilmenge aus SY-Karten) abgelocht werden. Es werden nur solche Giftstoffe ausgewählt, die den hier angegebenen Symptomen zugeordnet sind, d. h. die Symptome Vi werden für diese Diagnose zu »notwendigen und einengenden« Sperrsymptomen (nur mit SV = »ein« wirksam).

Beschreibung der SY-Karte (Symptomnummern)

Die SY-Karte enthält maximal 16 Symptomnummern, die durch das Symptomlexikon den Symptomen eines Patienten zugeordnet sind. Für eine Diagnose können bis zu 3 Karten, d. h. bis zu 48 Symptomnummern, eingegeben werden. Blankkarten entfallen.

Sonstige Programmeigenschaften

1. Sind G1 bis G5 Null (oder Blank) und fehlen die SY-Karten, so erhält man einen Auszug vom ersten bis zum letzten Giftstoff. Setzt man bei fehlender SY-Karte

V1 = GNR 1

V2 = GNR 2 und

V3 = SEITE,

so erhält man einen Auszug von Giftstoff GNR 1 an nach aufsteigenden Giftstoffnummern, beginnend mit Blattzahl SEITE bis inklusive zum Giftstoff GNR 2.

2. Eine VOR- und eine PARA-Karte mit V 12 = 99999 beendet die Arbeit des Programms.

3. *Pausen:*

Die Eingabedaten werden z. T. vom Programm auf Richtigkeit geprüft. Tritt ein Fehler auf, so hält das Programm an mit der Konsolnachricht: »PAUSE 0000 i«

Es bedeuten:

i = 2 : Zahl K = 1, 3

i = 3 : Sämtliche Si oder SY-Karten sind ungültig.

Nach Korrektur kann wieder durch Tastendruck (EOB) gestartet werden. Die erste Karte muß eine VOR-Karte sein.

Das Programm »AENDERN« (Programmform II)

Dieses Programm dient zum Ausführen verschiedener Änderungen in den 5 Plattendateien. Die Art der Änderungen geht aus dem folgenden Text hervor. Es können Korrekturen vorgenommen, Symptome oder Giftstoffe gestrichen, Namen oder Giftstoff-Symptom-Kombinationen ersetzt werden. Es können neue Giftstoffbezeichnungen und neue Symptome hinzugefügt und auch zwei oder mehr Giftstoffe zu einer Gruppe zusammengefaßt werden. Selbstverständlich ist auch das Zufügen neuer Giftstoffe mit ihren Symptomen möglich. Pro Änderung ist eine AEND-Karte einzugeben. Den verschiedenen Änderungsarten sind die Kartenarten 1 bis 9 zugeordnet. Feldnamen der AEND-Karte, die in der folgenden Beschreibung nicht aufgeführt sind, haben keine Funktion und bleiben Blankfelder.

Änderung des Schlüssels für Vorauswahl

Feld Inhalt

KA »1«

N1 Symptomnummer

K Neuer Schlüssel für Vorauswahl kann 1 oder 0 sein.

Durch diese Änderung kann die Eigenschaft, »notwendiges oder einengendes« Sperrsymptom für jede Diagnose zu sein, dem Symptom N1 zu- (K = 1) oder abgesprochen (K = 0) werden.

Zusammenfassen von zwei Symptomen

Feld Inhalt

KA »2«

N1 Symptomnummer, die gestrichen wird

N2 Symptomnummer, die erhalten bleibt

Sämtliche Informationen über N1 werden N2 hinzugefügt. Anschließend wird der Symptomname von N1 und N1 selbst aus Datei 3 gestrichen.

Streichen einer G-S-Kombination

<i>Feld</i>	<i>Inhalt</i>
KA	»3«
N1	Symptomnummer
N2	Giftstoffnummer

Sämtliche Informationen, die die G-S-Kombination N2-N1 betreffen, werden aus den Plattendateien gestrichen.

Streichen eines Symptoms

<i>Feld</i>	<i>Inhalt</i>
KA	»3«
N1	Symptomnummer

Die Information über N1 wird aus den Plattendateien gestrichen.

Ersetzen des Namens eines Symptoms

<i>Feld</i>	<i>Inhalt</i>
KA	»4«
N1	Symptomnummer
TEXT	Neuer Symptomname (maximal 64 Stellen)

Der Name von N1 in Datei 3 wird durch TEXT ersetzt.

Ersetzen des Namens eines Giftstoffes

<i>Feld</i>	<i>Inhalt</i>
KA	»4«
N2	Giftstoffnummer
TEXT	Neuer Giftstoffname (maximal 32 Stellen)

Der Name von N2 in Datei 1 wird durch TEXT ersetzt.

Ersetzen des Gewichtes einer G-S-Kombination

<i>Feld</i>	<i>Inhalt</i>
KA	»5«
N1	Symptomnummer
N2	Giftstoffnummer
G	Neues Gewicht

Das Gewicht in Datei 2 und 4, das der G-S-Kombination N2-N1 zugeordnet ist, wird durch Gewicht G ersetzt.

Streichen eines Giftstoffes

<i>Feld</i>	<i>Inhalt</i>
KA	»6«
N1	Giftstoffnummer

Die Information über N1 wird aus den Plattendateien gestrichen.

Streichen einer Zeile

<i>Feld</i>	<i>Inhalt</i>
KA	»7«
N1	Giftstoffnummer
N2	Zeilennummer von Datei 5
A	»1« (Kennzeichen für Streichen)

KA = 7 gibt an, daß es sich um eine Änderung in Datei 5 handelt.

A bestimmt die Art der Änderung

A = 1 bewirkt Streichen der Zeile N2 aus Datei 5, die dem Giftstoff N1 zugeordnet ist.

Ersetzen einer Zeile

Feld Inhalt

KA »7«

N1 Giftstoffnummer

N2 Zeilennummer von Datei 5

A »2« (Kennzeichen für Ersetzen)

TEXT Giftstoff, Vergiftungsquelle oder Hinweis (maximal 65 Stellen)

Der Inhalt von Zeile N2 wird durch TEXT ersetzt.

Hinzufügen einer Zeile

Feld Inhalt

KA »7«

N1 Giftstoffnummer

K Kennzeichen für Textart (s. Datei 5)

A »3« (Kennzeichen für Hinzufügen)

TEXT Giftstoff, Vergiftungsquelle oder Hinweis (maximal 65 Stellen)

Der zu N1 gehörende Inhalt von Datei 5 wird um eine Zeile erweitert. Entsprechend den gültigen K-Werten 1, 2 oder 3 wird TEXT als Giftstofftext, Vergiftungsquelle oder Hinweistext aufgefaßt.

Zusammenfassen von 2 Giftstoffen

Feld Inhalt

KA »8«

N1 Giftstoffnummer, die gestrichen wird

N2 Giftstoffnummer, die erhalten bleibt

Sämtliche Informationen über N1 wird N2 hinzugefügt. Anschließend wird der Giftstoffname von N1 und N1 selbst aus Datei 1 gestrichen.

Sonstige Programmeigenschaften

Eine Blankkarte beendet die Arbeit des Programms.

Die Lexika

Aus dem Datenbestand werden zwei wesentliche Lexika erstellt, die alphabetisch geordnet sind. Es handelt sich a) um das Symptom- und b) das Giftstofflexikon.

a) Das Symptomlexikon

Das Symptomlexikon enthält die Symptomnummer, den zyklisch vertauschten alphabetischen Text und am Ende das Sortierwort. Zum besseren Auffinden von Doppelbezeichnungen, Synonyma u. a. wird ein Lexikon erstellt, in dem die Symptome nach permutierten Buchstabengruppen des Sortierwortes alphabetisch ausgegeben werden. Die Anzahl der im Datenmaterial vorhandenen Symptombezeichnungen beträgt z. Zt.

1400. Das Lexikon dient zum Heraussuchen der Symptomnummern nach den *symptoms, signs* und *tests* eines Patienten, die zur Erstellung der Differentialdiagnose eingegeben werden müssen.

b) Das Giftstofflexikon

Im alphabetisch geordneten Lexikon bezeichnen Giftstoffnamen mit Stern * Unterbegriffe eines Giftstoffes, also beispielsweise Spezialitäten. Vor den alphabetischen Begriffen befinden sich die Giftstoffnummern. Die Anzahl aller im Datenbestand vorhandenen Hauptgiftstoffnummern und -gruppen betrug 1968 über 890, insgesamt waren 3230 angegeben. 1969 waren von Spezialitäten-, Handelsnamen u. a. etwa 20000 zusammengetragen. Das Lexikon wird u. a. zum Heraussuchen der Giftstoffnummern gebraucht, wenn mit ihrer Hilfe Symptome, Vergiftungsquellen, Inhaltsstoffe, Asservate, Therapieangaben oder Spezialitätenbezeichnungen einer chemischen Verbindung nach der Giftstoffnummer ausgedruckt werden sollen.

Hiermit sind wesentliche Listen, die der Computer ordnet und erstellt, angeführt worden. Weitere Programme können die Dateien sowie Teile von ihnen ausdrucken.

Aufbau der Ausgabe der Differentialdiagnose (Programmform II)

Beim Aufbau der Daten, die bei der Diagnoseausgabe interessieren, wird so vorgegangen, daß die Nummer des Patienten (Krankenblattnummer oder ähnliches) aufgenommen wird. Es folgt das Untersuchungsdatum und die Angabe der untersuchenden Stelle. Zur Kontrolle werden dann sämtliche Symptome des Patienten alphabetisch mit den eingegebenen Symptomnummern notiert. Sind »Sperrsymptome« zugefügt worden, d. h. sind »notwendige oder einengende« Symptome gewählt worden, dann werden diese durch einen Stern * zwischen Symptomnummer und zugeordnetem Symptom gekennzeichnet. Ein Beispiel einer Diagnoseausgabe ist beigefügt (Beilage 1). Die Sperrsymptome verringern die Anzahl der möglichen diagnostischen Irrwege (siehe S. 193).

Auf dem nächsten vom Computer ausgedruckten Blatt folgen dann die Angaben über die Anzahl der gefundenen Giftstoffe, die alle mindestens eines der Symptome des Patienten aufweisen, danach die Anzahl der ausgegebenen Giftstoffe, die durch eine Karte gesteuert werden kann, darauf die Angabe der gewählten Gewichtungen der Symptome für das Gesamtgewicht. Die für die Differentialdiagnose in Frage kommenden Giftstoffnamen mit ihren Nummern werden in absteigender Reihenfolge, nach den Gesamtgewichten sortiert, ausgedruckt. Angegeben wird dann die Gesamtzahl der Symptome im Datenbestand bei dem betreffenden Giftstoff, so daß man feststellen kann, wie groß die Anzahl der beim Patienten gefundenen Symptome im Verhältnis zur Gesamtzahl der Symptome bei diesem Giftstoff ist.

Es schließt sich an:

1. Die Anzahl der gefundenen Symptome bei diesem Vergiftungsfall
2. Die reziproke Häufigkeit der Symptome
3. Die Summe der addierten subjektiv geschätzten Gewichte
4. Der EADS-Signifikanzfaktor
5. Das echte Gewicht $\frac{Z_3}{Z_2}$
6. Bezüglich der Ausgabe »Gesamtgewicht« nach der Kombination der obigen Angaben von Punkt 1 bis 5 siehe Beschreibung der PARA-Karte, S. 164.

7. Zusätzlich kann getrennt eine Ausgabe nach Vornahme einer Diskriminanzanalyse erfolgen.

Stufenweiser Aufbau der Differentialdiagnose (Programmform II)

Zur Erstellung der Differentialdiagnose werden einige dieser Ausgabemöglichkeiten nacheinander eingesetzt. Der Vorgang ist in Abb. 40 dargestellt.

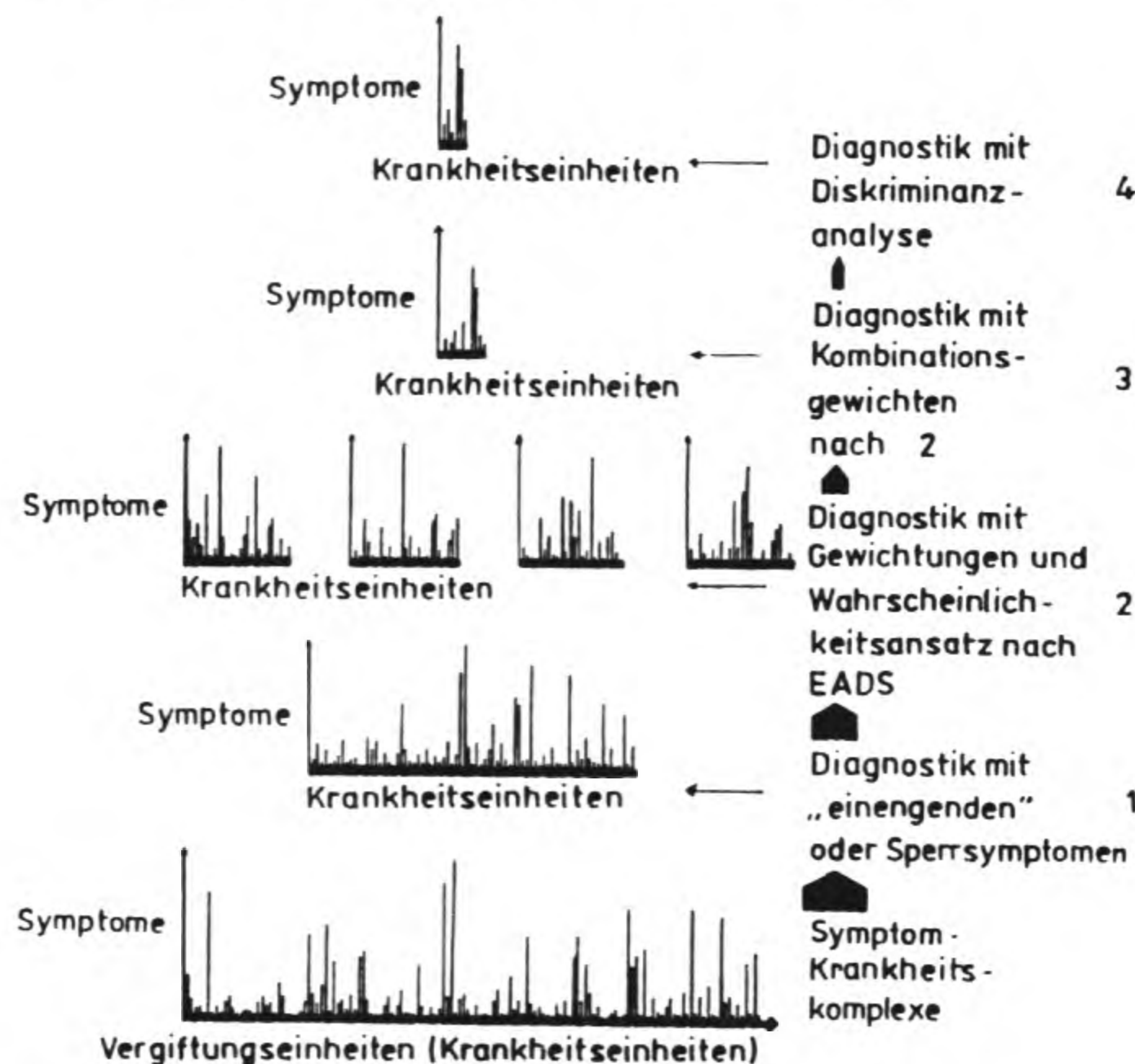


Abb. 40 Stufenweiser Aufbau der Differentialdiagnostik mit dem MEDIUC (Programmform II)

Im folgenden werden die einzelnen Schritte dieses diagnostischen Vorgehens beschrieben:

A. Ausgabe nach Sperrsymptomen:

Alle folgenden Schritte mit dem MEDIUC können durch »einengende« Symptome beeinflusst werden. Hiermit kann eine erhebliche Verkleinerung der Zahl der möglichen Diagnosen erreicht werden.

B. Ausgabe nach der Anzahl der gefundenen Symptome bei einem Patienten (GS):

Die Ausgabe der Giftstoffe, geordnet nach der Anzahl der gefundenen Symptome, kann von Wert sein. Häufig weisen aber mehrere Giftstoffe die gleiche Anzahl gefundener Symptome auf, so daß eine weitere Differenzierung mit anderen Methoden notwendig ist. Mit einem »gefundenen« Symptom können alle Giftstoffe, die dieses Symptom haben, ausgedruckt werden.

C. Die reziproke Häufigkeit (RH):

Diese Gewichtung, die von der Maschine durch vorherige Programmierung erstellt wird, geht davon aus, daß je seltener ein Symptom auftritt, desto höher sein Gewicht

innerhalb der Diagnose ist. Hier wird die Spezifität eines Symptoms zur Diagnostik herangezogen, die von der Häufigkeit seines Auftretens bei anderen Krankheiten (oder Nichtkranken) als der betrachteten abhängt (vgl. Aufbau des gesamten Datenbestandes, Programmform II, S. 149).

D. Die Addition der geschätzten Gewichte (G) führt zur nächsten Ausgabemöglichkeit für die Differentialdiagnose.

Die bisher genannten vier Methoden haben einen Vorteil: Sie sind von der aktuellen Auswertung von Krankengeschichten unabhängig, gelten also auch für seltene »Literaturfälle« und erlauben, auch diese in die Differentialdiagnose einzubeziehen. Diese vier Methoden erfüllen also eine der Forderungen SPINDELBERGERS und GRABNERS (1968), daß alle Krankheiten gleichrangig beurteilt werden. Es wurde aber zusätzlich bewußt nicht auf den Wert »subjektiver« Erfahrung, der sich in den geschätzten Gewichten niederschlägt, verzichtet.

E. Die Ausgabe nach den Werten des EADS-Signifikanzindex (E):

Er beruht auf dem Signifikanzindex BRODMANS (1960). Dieser mißt den Grad der »interdependence« einer Krankheit K_j und eines Symptoms S_i . Auf diesen Index wurde bereits auf S. 129 eingegangen. BRODMANS Signifikanzindex enthält die folgende Differenz: $P(S_i|K_j) - P(S_i)$. Falls irgendeine Krankheit K_j bei einem großen Teil der betrachteten Personen auftreten sollte, wird ein Symptom dieser Krankheit in der Personennmenge vorherrschender sein als in der gesamten »unendlichen« Personennmenge. Es ist deshalb zweckmäßig, in die Formel statt $P(S_i)$ den Ausdruck $P(S_i|K_j)$ einzusetzen. So erhält man den EADS-Signifikanzindex:

Aus BRODMANS Gleichung:	SR_{ij}	$= \sqrt{\frac{P(G_j)}{P(S_i \bar{G}_j)}} \cdot P(S_i G_j) - P(S_i \bar{G}_j)$	
		$i =$ Symptomindex	
		$j =$ Giftindex	
den Krankengeschichtszählern:	Z_0	$= \sum_j Z_{1j}$: Anzahl der gespeicherten Krankengeschichten
	Z_{1j}		: Häufigkeit von G_j in Krankengeschichten
	Z_{2i}	$= \sum_j Z_{3ij}$: Häufigkeit von S_i in Krankengeschichten
	Z_{3ij}		: Häufigkeit der Kombination G_j - S_i in Krankengeschichten
und den Definitionsgleichungen der Wahrscheinlichkeiten:	$P(G_j)$	$= \frac{Z_{1j}}{Z_0}$: Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von G_j
	$P(S_i G_j)$	$= \frac{Z_{3ij}}{Z_{1j}}$: Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von S_i (unter der Bedingung, daß der Patient an G_j erkrankt ist)
	$P(S_i \bar{G}_j)$	$= \frac{Z_{2i} - Z_{3ij}}{Z_0 - Z_{1j}}$: Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von S_i (unter der Bedingung, daß der Patient nicht an G_j erkrankt ist)

folgt

$$SR_{ij}^2 = \frac{(Z_0 \cdot Z_{3ij} - Z_{1j} \cdot Z_{2i})^2}{Z_0 \cdot Z_{1j} (Z_0 - Z_{1j}) (Z_{2i} - Z_{3ij})}$$

Daraus und aus der Definitionsgleichung des EADS-Signifikanzindex:

$$E_j = \frac{\sum_i V_1 \cdot V_2 \cdot SR_{ij}^2}{\sum_i V_2 \cdot SR_{ij}^2}$$

i läuft über alle Symptome des Patienten

V₁ ist + 1, wenn S_i-G_j-Kombination in Datei

V₁ ist - 1, wenn S_i-G_j-Kombination nicht in Datei

V₂ ist - 1, wenn $\frac{Z_{3ij}}{Z_{2i}} < \frac{Z_{1j}}{Z_0}$

V₂ ist + 1, wenn $\frac{Z_{3ij}}{Z_{2i}} \geq \frac{Z_{1j}}{Z_0}$

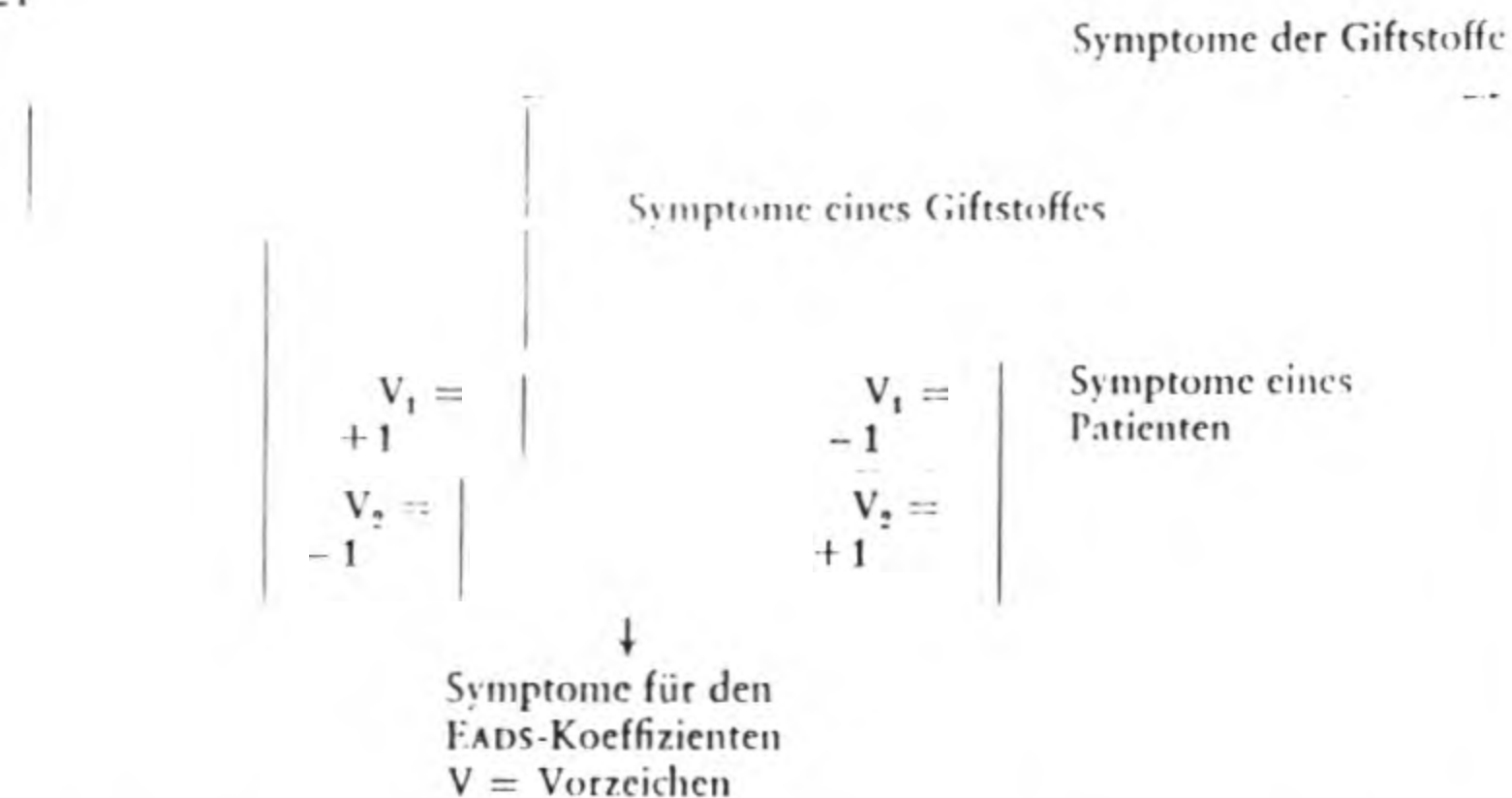
folgt der Zusammenhang zwischen E_j und den Krankengeschichtszählern:

$$E_j = \frac{\sum_i V_1 \cdot V_2 \cdot \frac{(Z_0 \cdot Z_{3ij} - Z_{1j} \cdot Z_{2i})^2}{Z_{1j} \cdot Z_{3ij}}}{\sum_i V_2 \cdot \frac{(Z_0 \cdot Z_{3ij} - Z_{1j} \cdot Z_{2i})^2}{Z_{2i} - Z_{3ij}}}$$

Sämtliche Zähler, die für die Berechnung des EADS-Koeffizienten benötigt werden, befinden sich in unseren Dateien.

Bildlich dargestellt ergibt sich für die Bestimmung nach EADS folgendes (Tab. 21):

Tabelle 21



Jedes Symptom des Patienten liefert einen A-Wert, der positiv oder negativ sein kann. Im Programm werden nach den Symptomen des Patienten alle Giftstoffe nach EADS berechnet, die für die Diagnose in Frage kommen. Die mögliche Division durch 0 bei P (S_i|K_j) wird vermieden.

Für jeden Giftstoff ergibt sich nach den Symptomen des Patienten ein Wert, der nach EADS aus den Krankengeschichten berechnet wird. Dieser wird dann wie die Gewichte anderer Art behandelt, also in absteigender Reihenfolge ausgegeben. Der EADS-Signifikanzindex kann die Größen von minus 1 bis plus 1 haben. Zur besseren Übersicht wurde er auf Werte von 0 bis 2000 gesetzt. In den Krankengeschichten bisher nicht aufgetretene und damit nicht eingegebene Symptome sowie Angaben aus der Literatur können in dem EADS-Signifikanzfaktor nicht berücksichtigt werden. Dagegen üben die Sperrsymptome einen Einfluß aus.

F. Die Ausgabe nach dem echten Gewicht $\frac{Z_3}{Z_2}$ (EG):

Das bedeutet, daß die Häufigkeit der Gift-Symptom-Kombination dividiert wird durch die Häufigkeit des Auftretens des Symptoms. Es handelt sich also um die relative Häufigkeit des Giftes innerhalb des Symptoms.

G. Kombination der Angaben 1-5 (GG):

Schließlich ist, wie erwähnt, eine Kombination der Angaben unter 1 bis 5 zu einem Gesamtgewicht vorgesehen, das an letzter Stelle ausgegeben wird. Als wertvoll erwies sich die Kombination: Sperrsymptome, 5mal EADS-Signifikanzfaktor $+ 1 \times \frac{Z_3}{Z_2}$, die für die Diagnostik beibehalten wurde.

H. Ausgabe nach der Diskriminanzanalyse:

Die Diskriminanzanalyse als Methode erlaubt bei vorliegender Existenz von zwei oder mehr Populationen und vorhandenen Stichproben von Individuen aus jeder von diesen, irgendwelche neuen Individuen der richtigen Population zuzuteilen, wenn nicht bekannt ist, aus welcher der Populationen die Individuen stammen. Beispielsweise kann es sich um Patienten mit verschiedenen Krankheiten handeln. Es muß dafür eine Formel aufgestellt werden, die die Möglichkeit bietet, neuerkrankte Patienten aufgrund ihrer Daten den bekannten und unterscheidbaren Krankheiten zuzuordnen. Anders ausgedrückt ist die Diskriminanzanalyse eine Methode, um Individuen, an denen je n Größen $(x_1, x_2, \dots, x_n) = \partial^T$ gemessen wurden, m vorgegebenen Gruppen (Populationen) P_1, P_2, \dots, P_m so zuzuordnen, daß »Fehlzuordnungen« auf ein Minimum reduziert werden. Bei dieser Reduzierung werden im allgemeinen die Kosten der einzelnen Fehlzuteilungen und »A-priori-Wahrscheinlichkeiten« berücksichtigt.

Vernachlässigt man die Kosten, d. h. setzt sie als gleich voraus, bezeichnet die Verteilung des Vektors für die einzelnen Gruppen mit p_i (∂) $i = 1, \dots, m$ und die zugehörigen A-priori-Wahrscheinlichkeiten mit q_i , so wird der R_n der Meßgrößen durch die Zuordnungsvorschrift $\partial_o \rightarrow G_i$, falls

$$(1) \quad \frac{q_i p_i (\partial_o)}{\sum_k q_k p_k (\partial_o)} = \max_j \left(\frac{q_j p_j (\partial_o)}{\sum_k q_k p_k (\partial_o)} \right),$$

in m erschöpfende Gebiete G_i so eingeteilt, daß die Zuordnung optimal ist.

Nimmt man für die p_i eine Normalverteilung mit gleicher Kovarianzmatrix an, außerdem alle q_i als gleich, so erhält man aus (1) für den Fall zweier Gruppen die bekannte lineare Diskriminanzfunktion nach FISHER. Die Auswertung der Methode auf mehrere Gruppen wird von ANDERSON (1962) und RAO (1952) ausführlich behandelt. Es wird dabei jedoch stets an der Gleichheit der Kovarianzmatrix festgehalten, und auch die gebräuchlichen Computerprogramme enthalten diese Voraussetzung. MELTON (1963) hat auf den oft beträchtlichen Informationsgewinn durch die Anwendung ungleicher Kovarianzmatrizen hingewiesen.

Da sich im Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz (Direktor Prof. Dr. Dr. S. KOLLER), Herr Dipl.-Math. VICTOR mit der Anwendung der Diskriminanzanalyse auf mehrere Gruppen beschäftigte, wurde in Zusammenarbeit das Material dieser Methode angepaßt und die Diskriminanzanalyse angewendet. Sie entspricht eigentlich von ihrem Ansatz her dem differentialdiagnostischen Vorgehen des Arztes am besten.

Das Datenmaterial bestand aus 684 Vergiftungsfällen der Berliner Krankenblätter, für die jeweils eine Liste der festgestellten Symptome vorlag. Es traten insgesamt etwa 500 Symptome auf, so daß der Vektor tatsächlich aus 500 Komponenten bestehen würde, von denen jede nur die Werte 0 oder 1 annehmen könnte. Die p_i wären demnach Multinomialverteilungen mit $500^2 = 250\,000$ Klassen. Es ist illusorisch, die Wahrscheinlichkeiten aller dieser Klassen aus noch so großen Stichproben schätzen zu wollen und damit die Berechnung des Ausdruckes (1) mit den theoretisch richtigen p_i .

Um die Voraussetzungen der Diskriminanzanalyse zu erfüllen, mußten somit mehrere binomisch verteilte Größen zusammengefaßt werden. Theoretisch ist die Zusammenfassung unkorrelierter Merkmale vorzuschlagen, da nach dem zentralen Grenzwertsatz die Summe solcher Größen asymptotisch normalverteilt ist und auch sehr schnell gegen die Normalverteilung konvergiert. Jedoch kann bei entgegengesetzten Vorzeichen der Mittelwertdifferenzen der zusammengefaßten Variablen in den einzelnen Gruppen diese Zusammenfassung einen erheblichen Informationsverlust mit sich bringen. Die Zusammenfassung von in allen Gruppen gleichartig und eng korrelierten Merkmalen führt zwar zu schiefen Verteilungen, der Informationsverlust kann aber geringer sein. Um die prinzipielle Anwendbarkeit der Methode beim Vorliegen von Alternativdaten zu untersuchen, wurde bei der Zusammenfassung der Symptome ein Kompromiß eingegangen und sowohl eng korrelierte als auch unabhängige Merkmale zusammengelegt.

Die ursprünglich vorhandenen, nicht für eine Diskriminanzanalyse vorgesehenen quantitativen oder kategorialen Daten waren zunächst einheitlich auf Alternativmerkmale reduziert. Ein Versuch mit diesen Alternativdaten erschien lohnend. Eine Summation führte schließlich zu 40 in die Diskriminanzanalyse eingehende Variable.

Das verwendete Programm berechnet für jede Gruppe eine eigene Kovarianzmatrix und geht damit in Formel (1) ein. Die so erhaltene Funktion ist allerdings nicht mehr linear, aber ihre Berechnung auf dem Computer stellt keine Schwierigkeit dar. Erste Einsätze des Programms von LANGF u. Mitarb. (1968) sowie DUDECK u. Mitarb. (1963) bestätigten den von MELTON (1963) angegebenen Informationsgewinn. Um die Möglichkeiten nicht allzusehr einzuschränken, benutzt das Programm externe Speicher. Zwar muß dadurch ein Anwachsen des Zeitbedarfes in Kauf genommen werden, das Programm wird aber praktisch unbeschränkt einsatzfähig. Es können bis zu 50 Gruppen getrennt werden, wobei bis zu 100 Variable zugelassen sind.

Die auf Band erstellten Daten wurden nach Giftstoffnummern sortiert, wobei sich zunächst 69 »Gruppen« ergaben, von denen jedoch 43 jeweils nur einen Fall umfaßten. Sieben Gruppen enthielten mehr als 10 Fälle, weitere vier mehr als fünf Fälle. Da die Diskriminanzanalyse bekannte Kovarianzmatrizen voraussetzt, muß eine einigermaßen genaue Schätzung dieser Matrizen gewährleistet sein, was nur für große Fallzahlen erwartet werden kann. Deshalb wurde ausschließlich mit den sieben am stärksten besetzten Gruppen gearbeitet. Nach PIPBERGER u. Mitarb. (1968), die bereits Diskriminanzanalysen mit Alternativdaten durchgeführt hatten, ist mit einer Stabilisierung der Diskriminanzanalysenformel erst bei 300 Fällen pro Gruppe zu rechnen.

Durch weitere Zusammenfassung zu 20 Variablen wurde versucht, eine Verbesserung der Ergebnisse zu erzielen. Jedoch verzerrte die »fast singuläre« Kovarianzmatrix der

siebenten Gruppe (Meprobamat und ähnliche Substanzen) das Ergebnis so stark, daß diese für die ersten Untersuchungen außer acht gelassen wurde.

Für die restlichen sechs Gruppen (Nichtbarbiturat-, Barbiturat-, Kohlenoxyd-, Äthylalkohol- und Schlafmittel- kombiniert, leichte Schlafmittel- sowie Äthylalkoholvergiftungen) ergab sich eine befriedigende Trennung. Lediglich die ersten drei Gruppen überschritten sich noch. Anschließend wurde für diese drei Gruppen eine Diskriminanzanalyse mit allen 40 Variablen durchgeführt und dabei eine sehr gute Trennung erzielt. Die Anwendung der Diskriminanzanalyse auf die schwachbesetzten Gruppen scheiterte also hauptsächlich daran, daß bei Verwendung der Symptomzusammenfassung zu 40 Variablen für manche dieser Variablen keines der eingehenden Symptome auch nur in einem einzigen Fall der Gruppe vorkam. Daraufhin wurde anhand von Histogrammen für alle Variablen aller Gruppen eine neue Zusammenfassung auf 35 Variable erstellt, von der man annehmen durfte, daß in allen Gruppen alle Variablen Werte ungleich 0 annehmen. Die schwach besetzten Gruppen konnten vollständig abgetrennt werden, und die Trennung bei den verbleibenden drei besonders stark besetzten Gruppen (Nichtbarbiturat-, Barbiturat- und Kohlenoxydvergiftungen) war gut (Tab. 23). Höhere Variablenzahlen wurden also im Verlauf sinnvoll reduziert.

Da fast alle Variablen linksschief verteilt waren, wurden alle Diskriminanzanalysen auch mit logarithmischer Transformation durchgeführt. Der Gewinn war zwar nicht groß, aber doch ersichtlich. Außerdem beeinflusste die Transformation die Zuteilung neuer Fälle mit vorher berechneter Diskriminanzanalyseformel günstig. Soweit die Diskriminanzanalyse.

Nach der Differentialdiagnose können auf Wunsch – wie unter »Aufbau des Datenbestandes« beschrieben – die Giftstoffe in der Reihenfolge ihrer Ausgabe in der Differentialdiagnose mit allen Symptomen, Hinweisen usw. ausgedruckt werden. Beim Patienten gefundene Symptome sind dabei mit dem Hinweis »eingetragen« in Form zweier Sterne * * versehen worden. Man kann aufgrund dieser Angaben nach noch nicht beobachteten, nach ihrer angegebenen Wertigkeit aber wichtigen Symptomen und Laborproben forschen, die Symptomatik des Patienten vervollständigen und sich über mögliche Komplikationen informieren. Auch ein Therapievorschlagn ist enthalten, ebenso Angaben über Menge und Art von Asservaten, Vergiftungsquellen, die letale Dosis usw. (Liste 2). Aus dieser Liste 2 können nach den Angaben über die relative Häufigkeit der Symptome eines Patienten (hinter dem Sortierwort ausgedruckt) solche als mögliche Sperrsymptome herausgesucht werden, die beispielsweise am wenigsten häufig im Datenbestand des Computers sind. Sie können in einem zweiten Datenlauf eventuell als zusätzliche Sperrsymptome benutzt werden. Wie im Datenbestand schließen sich auch hier das subjektiv geschätzte Gewicht und die Zähler Z2 und Z3 an.

Zeitdauer für die Stellung einer Diagnose (Programmform II)

Die Zeitdauer für die Stellung einer computerunterstützten Diagnose setzt sich zusammen aus

- a) der Vorbereitungszeit für den Datenlauf, d. h. das Heraussuchen der Symptomnummern und das Ablochen dieser Nummern, Dauer etwa 10 Minuten,
- b) der Zeit für das Laden des Programms und die Erstellung der Matrizen, Dauer 1 Minute,
- c) der Zeit für den Datenlauf. Er benötigt ohne Diskriminanzanalyse etwa 1 Minute und 15 Sekunden.

Die Anwendung der IBM/360-50 verkürzte diese Zeiten beträchtlich, so unter anderem für den unter Punkt c) erwähnten Datenlauf auf 40 Sekunden.

Die verschiedenen Möglichkeiten der Auskünfte (Programmform II)

Der MEDIUC ermöglichte folgende Auskünfte über Vergiftungen:

- a) Den Versuch einer Diagnosestellung bei nicht bekanntem Giftstoff und bekannten Symptomen eines Patienten.
- b) Eine dazugehörige Differentialdiagnose.
- c) Nach Ausdrucken der Differentialdiagnose bei den wichtigsten in Frage kommenden Giftstoffen die Beschreibung der gesamten Symptomatik dieser Vergiftungen, der möglichen Vergiftungsquellen usw.
- d) Die Angabe der Therapie. Die Beantwortung einer Anfrage wegen der Behandlung einer Vergiftung bei bekanntem Giftstoff kann so vor sich gehen, daß der bekannte Giftstoff direkt über seine Nummer aus dem Giftstofflexikon im Computer angesprochen wird und alle Daten über diesen Giftstoff, auch die Therapie, ausgedruckt werden. Die Zeit hierfür beträgt wenige Sekunden.
- e) Auskünfte über Zusammensetzungen eines Haushaltsmittels. Auch das Ausdrucken von Giftstoffbezeichnungen, beispielsweise Spezialitätennamen, die zu einer chemischen Verbindung gehören, wird innerhalb von Sekunden nach Eingabe der Giftstoffnummer möglich.
- f) Auskünfte unter anderem über Vergiftungsquellen.
- g) Angaben über die Häufigkeit des Auftretens einzelner Symptome.

Für die Zukunft wurde geplant, nach einer Vervollständigung der Dateien auch noch zusätzliche weitere Auskünfte zu geben (Programmform III).

Ergebnisse der Datenläufe (Programmform II)

Nachdem Mitte 1967 die Ausgabe der Differentialdiagnose

1. nach der Anzahl der gefundenen Symptome,
2. nach der reziproken Häufigkeit der Symptome und
3. nach der subjektiven Gewichtung derselben

möglich war, wurde ein erster Datenlauf auf der Grundlage des vorhandenen Literaturdatenbestandes mit 22 Vergiftungen durchgeführt*. Mit den eben beschriebenen Gewichtungen und »einengenden« Symptomen wurde in 68% der Fälle der richtige Giftstoff an erster Stelle der Differentialdiagnose ausgegeben. Wenn man die erste und zweite Stelle der Ausgabelisten der Differentialdiagnosen in Betracht zieht, ergaben sich 78% (die Angabe in Prozent ist bei der relativ kleinen Zahl gewagt, aber bei Vergleichen übersichtlicher). Die besten Ergebnisse dieses ersten Testlaufes hatte die Ordnung der differentialdiagnostisch in Frage kommenden Giftstoffe nach der Summe der reziproken Häufigkeit der Symptome. Die Liste der Differentialdiagnosen war mit dieser Anordnung vollständiger und exakter, als sie das menschliche Gedächtnis liefern kann. Die Zeitdauer zur Erstellung einer Differentialdiagnose von beispiels-

* Diese Unterlagen wurden zum Teil liebenswürdigerweise von den Herren Chefärzten Prof. Dr. J. SCHIRÖDER und Prof. Dr. H. H. OTT des Bürgerhospitals, Stuttgart, zur Verfügung gestellt.

weise 99 ausgegebenen Giftstoffen betrug für den Computer **weniger** als eine Minute. Hiermit war in bezug auf die Diagnosestellung von Vergiftungen ein gewisser Einschnitt erzielt. Eine Verbesserung der bisher erhaltenen Ergebnisse sollte dadurch versucht werden, daß die Symptomatik echter klinischer Vergiftungsfälle, jeweils den bestimmten vergiftenden Agentien zugeordnet, in den Computer eingegeben wurden. Wenn man dieses mit mehr als tausend Vergiftungen durchführte, sollte man in bezug auf die Häufigkeit der Symptome bei einzelnen Vergiftungen, im Gegensatz zu den bisher benutzten geschätzten, zu echten Gewichten kommen. Hierdurch schien eine Verbesserung der Prozentzahlen der richtig bestimmten computerunterstützten Diagnosen möglich.

Ende des Jahres 1967 folgten Datenläufe mit den Symptomen von 32 Vergiftungsfällen. Sie waren nicht im Datenbestand des Computers enthalten. Die Verteilung der Vergiftungen dieser abgeschlossenen Krankenblätter des Archivs der Toxikologischen Abteilung der I. Medizinischen Universitätsklinik Berlin, setzt sich wie folgt zusammen:

Tabelle 22

Schlafmittel	18
Kohlenoxyd akut	5
Äthylalkohol akut	2
E 605	1
Kleesalz	1
Thallium	1
Pilzvergiftung	1
Sublimat	1
Tetrachlorkohlenstoff	1
Chinin	1
Gesamt	32

Der vorhandene Datenbestand basierte auf Literaturdaten und eingegebenen Krankengeschichten des Berliner Archivs der dortigen Toxikologischen Abteilung der I. Medizinischen Universitätsklinik. Die besten Ergebnisse wurden mit dem Gewicht $\frac{Z3}{Z2}$ mit

»Sperrsymptomen« erhalten. Nichtbarbiturat- und Barbituratvergiftungen wurden als »Schlafmittel« nicht getrennt betrachtet. Die richtige Diagnose stand an erster Stelle der Liste der Differentialdiagnosen in 23 von 32 Fällen (72%), an zweiter Stelle in weiteren fünf Fällen, so daß sich die richtige Diagnose bei der Ausgabe an erster oder zweiter Stelle in 28 Fällen (88%) fand. An vierter Stelle wurden zwei richtige Vergiftungsdiagnosen gefunden. In den ersten vier differentialdiagnostisch ausgegebenen Möglichkeiten waren also 94% der richtigen Diagnosen zu finden.

Von der Methodik her betrachtet, folgten in der Güte der ausgegebenen richtigen Diagnosen die geschätzten Gewichte. An erster Stelle wurden 17 richtige Diagnosen ausgegeben (53%), an zweiter Stelle sieben, so daß sich insgesamt in erster und zweiter Position 24 (75%) der gesamten 32 Diagnosen befanden.

Als drittbeste Methode für die Ausgabe der richtigen Diagnosen empfahl sich die Ordnung der Giftstoffe nach der reziproken Häufigkeit. An erster Stelle wurde die richtige Diagnose 13mal (41%) ausgegeben und an zweiter Stelle 11mal (34%). Auch hier ergibt sich eine Gesamtzahl von 75% der Diagnosen, die an erster oder zweiter Stelle ausgedruckt wurden.

Die Ausgabe der differentialdiagnostisch in Frage kommenden Giftstoffe nach der Anzahl der gefundenen Symptome geordnet, ergab die richtige Diagnose an erster Stelle

12mal (38%), an zweiter Stelle 11mal (34%), d. h. die richtige Diagnose lag in 72% an erster oder zweiter Stelle.

Die Trennschärfe der Computerausgabe nach der Anzahl der gefundenen Symptome und der reziproken Häufigkeit war schlechter als die nach der Ausgabe der geschätzten Gewichte und besonders dem Quotienten $\frac{Z_3}{Z_2}$. In etwa zwei Drittel der Fälle fan-

den sich bei den schlechteren Computerausgaben mehrere Giftstoffe mit der gleichen Gewichtung. Die Maschine hatte hier keine weiteren Differenzierungsmöglichkeiten.

Im April 1968 war die Programmierung für den EADS-Signifikanzfaktor beendet. Die Datenläufe mit den gleichen 32 Vergiftungsfällen aus dem Archiv der Toxikologischen Abteilung im Krankenhaus Westend, Berlin, zeigten, daß mit diesem mathematischen Ansatz eine Verbesserung der Diagnostik erreicht war. Dieser Faktor mit berücksichtigten Sperrsymptomen führte den richtigen Giftstoff in 88% an die erste Stelle der Ausgabe, aber es wurden mit gleicher Wahrscheinlichkeit zwischen 1 und 7 Diagnosen ausgedruckt. Eine weitere Differenzierung war notwendig.

Für diese bot sich das echte Gewicht $\frac{Z_3}{Z_2}$ an. Das Gesamtgewicht des Wahrscheinlichkeitsfaktors und des eben genannten Quotienten wurde so zusammengestellt, daß der EADS-Faktor mit fünf multipliziert und zu dem Quotienten addiert wurde. Mit dieser Anordnung wurde, unter Anlegung eines strengen Maßstabes, in 26 von 32 Fällen (81%) die richtige Diagnose in der Ausgabe an erster Stelle – getrennt durch das Gesamtgewicht von den anderen – erhalten (siehe Tab. 26).

An erster und zweiter Stelle wurden mit diesem Ansatz 91% der Fälle richtig diagnostiziert. Auch die restlichen Fälle befanden sich in der Differentialdiagnose, und zwar an sechster und neunter Stelle. Der Prozentsatz richtiger Diagnosen ist als gut zu betrachten. Er wird sich verschlechtern, wenn Aufnahmebefunde zur Diagnostik herangezogen werden und nicht die Befunde abgeschlossener Krankenblätter. Er sollte sich dann etwa in der Größenordnung der Anzahl richtiger Krankheitsdiagnosen (der Grundleiden) eines Ärzteteams bewegen. Die differentialdiagnostische Liste ist bei dem Vorhandensein aller Diagnosen in dieser Liste unter den ersten 10 angegebenen Vergiftungen mit dem menschlichen Gehirn nur unter großen Schwierigkeiten, aber niemals in der gleichen Zeit, nachzuvollziehen. Das Modell mit der computerunterstützten Diagnostik von Vergiftungen hatte sich bewährt.

Auch eine Diskriminanzanalyse wurde mit den Berliner Krankenblättern durchgeführt. Tab. 23 zeigt die Ergebnisse mit verschiedenen Variablenzahlen, mit und ohne logarithmische Transformation. Hierbei wurden die Krankenhausfälle den Gruppen Nichtbarbiturat-, Barbiturat- und Kohlenoxydvergiftungen zugeordnet. Die Ergebnisse wurden für die eigentliche Zuteilung neuer Vergiftungsfälle zu den Gruppen benötigt.

Tabelle 23

Anzahl d. Variablen	Transformation	Nicht-Barbituratvergiftung	Schwere Barbituratvergiftung	Kohlenoxydvergiftung	insgesamt
		Anteil der richtig zugeordneten Fälle			
		1. Gruppe	2. Gruppe	3. Gruppe	
40	nein	91,0%	86,0%	95,0%	90,0%
40	ja	92,0%	90,0%	95,0%	91,8%
35	nein	87,5%	89,5%	93,5%	89,6%
35	ja	90,5%	93,5%	96,0%	91,4%

Die übrigen drei Gruppen (Äthylalkohol- und Schlafmittelvergiftungen kombiniert, leichte Schlafmittelvergiftungen sowie Äthylalkoholvergiftungen) wurden ohne Ausnahme richtig zugeordnet.

Als wesentliches Ergebnis ist festzuhalten, daß die Gebiete der sechs Gruppen im Raum der gebildeten Variablen sich fast nicht überschneiden und somit *gut trennbar* sind. Die zur Übersicht hergestellten Histogramme zeigten für alle Variablen und Gruppen stark überlappte Verteilungen, so daß der erzielte Trenneffekt nicht auf eine Variable zurückgeführt werden kann. Begrenzte Datenreduktion kann bessere Trennung bewirken.

Durch ein neues Programm »DISKRiminanzanalysen-AUSwertung« wurde zusätzlich die Möglichkeit geschaffen, nach Durchführung der Diskriminanzanalyse neue Patienten mit Hilfe der vorher berechneten Kovarianzmatrizen, Mittelpunktsvektoren und Determinanten zuzuordnen. Für diese genannten Größen wurde ein Band erstellt.

Das Verfahren wurde zunächst auf 25 der 32 bei allen Methoden herangezogenen Berliner Testfälle angewendet, die zu den sieben diskriminierbaren Gruppen gehörten.

Das Ergebnis der Zuteilung war überraschend schlecht. Benutzte man die Diskriminanzanalyseformel für 26 Variable, um alle 6 Gruppen zu trennen, so wurde von den sieben Fällen der Gruppe Alkohol- und Kohlenoxydvergiftungen nur ein einziger richtig zugeteilt. Alle weiteren Untersuchungen wurden daher auf die ersten besonders stark besetzten drei Gruppen beschränkt, da die Vermutung nahe lag, daß die kleine Fallzahl diesen Effekt bewirkt. Hierbei handelte es sich um die Vergiftungen mit Nichtbarbituraten, Barbituraten und Kohlenoxyd. Jedoch konnten auch mit 40 Variablen von den drei gut besetzten Gruppen nur 60% richtig zugeteilt werden. Die logarithmische Transformation ergab zwar keine Verbesserung der Zuteilungsquote, aber die Wahrscheinlichkeiten der richtigen Gruppen wurden meist angehoben. Von den 17 Fällen der beiden am besten besetzten Gruppen Nichtbarbiturat- und Barbituratvergiftungen wurden 12 (70%) richtig zugeordnet. Die dritte Gruppe, es handelt sich um Kohlenoxydvergiftungen, verschlechterte das Ergebnis wesentlich.

Neuere Ergebnisse der Diskriminanzanalyse mit den Krankendaten aus München bestätigen die oben beschriebenen mit Berliner Unterlagen.

Ob die Zuteilung neuer Fälle, d. h. die eigentliche Diagnostik, wesentlich von der Fallzahl der Gruppen beeinflusst wird, wurde folgendermaßen überprüft: Aus jeder der drei gut besetzten Gruppen wurden etwa 10% der Fälle herausgenommen.

Tabelle 24

	insgesamt	weggelassen	Rest
1. Gruppe	224	22	202
2. Gruppe	150	15	135
3. Gruppe	76	8	68
Summe	450	45	405

Mit dem Rest wurde eine Diskriminanzanalyse durchgeführt und die 45 entnommenen »Testfälle« mit der dabei entstandenen Diskriminanzanalyseformel zugeteilt. Von besonderem Interesse war hierbei, daß sich die Kovarianzmatrizen in Abhängigkeit von der Fallzahl der Gruppen verschieden stark veränderten (Tab. 25).

Bei den Gruppen 4, 5 und 6 (Äthylalkohol- und Schlafmittelvergiftungen kombiniert, leichte Schlafmittelvergiftungen sowie Äthylalkoholvergiftungen) wurde der Einfluß der Reduktion auf die Determinanten ebenfalls bestimmt.

Das Ergebnis bestätigte die Vermutung, daß der Einfluß der Fallzahl auf die Kovarianzmatrix erheblich ist, sobald der Gruppenumfang nicht genügend groß ist. Auf die

Tabelle 25

Anzahl der Variablen	Transformation	Anteil der richtig zugeordneten Fälle	
		1. u. 2. Gruppe	3 Gruppen
40	nein	68,0%	58,0%
40	ja	73,0%	68,0%
35	ja	76,0%	69,0%

bereits zitierten, gleichartigen Feststellungen PIPBERGERS u. Mitarb. (1968) sei hingewiesen. Bei Verwendung von Alternativdaten und so vielen Variablen werden wenigstens 100 Fälle benötigt werden, um die Kovarianzmatrix annähernd zu schätzen. Daraus ergibt sich, daß erst bei Gruppenumfängen von weit über 100 erwartet werden kann, daß die bei der Diskriminanzanalyse erzielte Zuteilungsquote auch bei der Zuordnung neuer Fälle annähernd zu erreichen ist.

Der Einsatz der Diskriminanzanalyseformel in der Vergiftungsdiagnostik kann deshalb nur für gut besetzte Gruppen in Erwägung gezogen werden. Es ist jedoch durchaus sinnvoll, auch bei schwächer besetzten Gruppen die Diskriminanzanalyse durchzuführen, um die Trennbarkeit der Gruppen zu überprüfen.

Danach wurden die in München im Krankenhaus Rechts der Isar ausgewerteten 825 Krankenblätter, kombiniert mit den Literaturdaten, zu Datenläufen mit dem MEDIUC mit 31 Testfällen aus dem Berliner Krankengeschichtsarchiv herangezogen. Ausgewertet ist hier nur das Gesamtgewicht der Kombination: Sperrsymptome, echtes Ge-

wicht $\frac{Z3}{Z2}$ und EADS-Koeffizient: Die richtigen Diagnosen lagen an erster Stelle 21mal

(68%), an erster und zweiter Stelle 28mal (90%). Damit war das Ergebnis schlechter als mit den Berliner Testfällen an dem Datenbestand, der sich aus Berliner Material und Literatur zusammensetzte.

Testläufe mit 24 Fällen aus der Münchner Toxikologischen Abteilung, die ebenfalls nicht im Datenbestand aufgenommen waren, ergaben mit den Angaben des Münchner Materials und dem Literaturbestand die richtige Diagnose an erster Stelle 23mal (96%). Der nicht richtig diagnostizierte Fall lag an vierter Stelle der ausgegebenen Differentialdiagnosen.

Schließlich wurden Testläufe mit der Kombination aller Informationen, d. h. Literaturangaben, Berliner und Münchner Krankengeschichten – insgesamt 1546 Fälle im Datenbestand – mit allen Fällen aus Berliner und Münchner Material gemeinsam durchgeführt (56 Testfälle):

Richtige Diagnosen an erster Stelle ergaben sich 47mal (84%).

Richtige Diagnosen an erster und zweiter Stelle ergaben sich 51mal (91%), siehe Tab. 26.

Da der Arzt auch weniger Symptome an seinem Patienten feststellen kann, als bei unseren Testfällen vorhanden sind, wurde untersucht, wie sich das Weglassen von Symptomen auf die Richtigkeit der computerunterstützten Diagnostik auswirkt. Zunächst wurden bei allen 56 Testfällen je zwei zufällig ausgewählte Symptome der Patienten weggelassen. Es war ein Absinken der Treffsicherheit um 7% zu beobachten, was auf weggelassene »Sperrsymptome« zurückzuführen ist.

Teilte man die Symptomatik von Testfällen zufällig in drei gleiche Anteile weiter auf, ergab sich – mit der Betrachtung jedes einzelnen Drittels als »Fall« – eine Fehldiagnose in einem Sechstel der »Teilfälle«. Die fehlende Diagnose war aber noch in der differentialdiagnostischen Liste angeführt.

Auf Methoden, die sich nicht bewährt haben, wird in der Diskussion kurz eingegan-

Tabelle 26 Ergebnisse der Datenläufe

Prozentzahl der richtigen Diagnosen des MEDIUC mit verschiedenen Methoden bei 32 abgeschlossenen Vergiftungsfällen mit dem Datenbestand: Literatur und Vergiftungsfälle des Krankengeschichtsarchivs der Toxikologischen Abteilung der L. Med. Universitätsklinik Berlin

	1. Ausgabe nach der Anzahl der gefundenen Patienten- symptome	2. Ausgabe nach der reziproken Häufigkeit der Symptome mit Sperrsymptomen	3. Ausgabe nach geschätzten Gewichten mit Sperrsymptomen	4. Ausgabe nach Gewicht $\frac{Z3}{Z2}$ mit Sperr- symptomen	5. Ausgabe kom- biniert nach den Methoden 6 + 4 in der Form: Sperrsymptome, $5 \times EADS + \frac{Z3}{Z2}$	6. Ausgabe nach dem Wahr- scheinlichkeits- ansatz nach EADS mit Sperrsymptomen	7. Ausgabe nach der Diskrimi- nanzanalyse
Richtige computerunter- stützte Diagnose an erster Stelle der differential- diagnostischen Liste in 38 %		41 %	53 %	72 %	81 %	88 % aber gleiche Wahrscheinlich- keit für 1-7 Diagnosen	etwa 70 % bei den am besten besetzten Giftstoffgruppen Nichtbarbiturate und Barbiturate
Richtige Diagnosen des MEDIUC an erster und zweiter Stelle der differential- diagnostischen Liste in 72 %		75 %	75 %	88 %	91 %	91 %	-

Tabelle 26 (Fortsetzung)

	Ausgabe kombiniert nach den Methoden 6 + 4 in der Form: Sperrsymptome, $5 \times \text{EADS} + \frac{Z3}{Z2}$
Ergebnisse der Datenläufe mit 31 Berliner Testfällen an eingegebener Literatur und den Vergiftungsfällen der Toxikologischen Abteilung des Krankenhauses Rechts der Isar in München	Richtige Diagnose des MEDIUC an erster Stelle der differentialdiagnostischen Liste in 68 %
	Richtige Diagnosen des MEDIUC an erster und zweiter Stelle der diagnostischen Liste in 90 %
Ergebnisse der Testläufe mit 24 Fällen der Münchner Toxikologischen Abteilung an den Angaben aus Literatur und 825 Münchner Krankenblättern	Richtige Diagnose des MEDIUC an erster Stelle der differentialdiagnostischen Liste in 96 %
Ergebnisse der Datenläufe mit allen 56 Testfällen aus Berlin und München und dem Gesamtdatenbestand: Literatur, eingegebene Krankengeschichten der Berliner und Münchner Toxikologischen Abteilungen	Richtige Diagnose des MEDIUC an erster Stelle der differentialdiagnostischen Liste in 84 %
	Richtige Diagnosen des MEDIUC an erster und zweiter Stelle der differentialdiagnostischen Liste in 91 %

Tabelle 27 An den ersten (bis zu 3) Stellen wurden an Differentialdiagnosen bei den 56 Testfällen ausgegeben

Barbituratvergiftung schwer	35mal
Nichtbarbituratvergiftung	31mal
Kohlenoxydvergiftung akut	25mal
Äthylalkohol/Schlafmittelvergiftung kombiniert	19mal
Äthylalkoholvergiftung akut	11mal
Äthylalkohol/Analgetikavergiftung kombiniert	10mal
Alkylphosphatvergiftung	6mal
Knollenblätterpilzvergiftung	4mal
Trichloräthylenvergiftung akut	3mal
Thalliumvergiftung	2mal
Tetrachloräthylenvergiftung	2mal
Botulismus	1mal
Seifenvergiftung	1mal
Tetrachlorkohlenstoffvergiftung	1mal
Oxalsäurevergiftung	1mal
Quecksilbervergiftung akut	1mal
Chininvergiftung	1mal
Barbituratvergiftung leicht	1mal
Lochelvergiftung	1mal
Giftschlangenbiss	1mal

gen werden. Hierzu gehören der NEYMAN-Quotient, das Produkt reziproke Häufigkeit mal geschätztes Gewicht für jedes Symptom, die Normierung der geschätzten Gewichte und eine Änderung des echten Gewichts in der Form $Z3/Z2-Z3$.

Bevor wir uns entschließen konnten, eine Testung im größeren Feld zu wagen, wurden u. a. folgende Prüfungen vorgenommen: Die erwähnten 56 Vergiftungsfälle mit gesicherten Diagnosen (abgeschlossene Krankengeschichten) wurden nachdiagnostiziert. Danach wurden die zwei zufällig ausgewählten Symptome aus den Eingabedaten der 56 Testfälle weggelassen. Das System war dabei relativ stabil.

Dann wurde weiter untersucht, welchen Einfluß bei den 56 Testfällen die *symptoms*, d. h. die subjektiven Angaben des Patienten, die *signs*, d. h. die Untersuchungsbefunde des Arztes und die *tests*, die Laborergebnisse zusammen mit Röntgen-, Ekg, EEG-Befunden usw., auf die computerunterstützte Diagnostik haben. Die Zahl der vom Computer auszugebenden Differentialdiagnosen wurde auf 40 willkürlich begrenzt. Von den 56 Testfällen fanden sich nur bei 14 Vergiftungen zwischen 1 bis 4 subjektive Angaben. In 6 Fällen (43%, wobei bei diesen kleinen Zahlen die Angaben in Prozent nur zu Vergleichszwecken erfolgen), war die richtige Diagnose mit den wenigen *symptoms* an erster Stelle ausgegeben worden. In weiteren 3 Fällen war sie an dritter Stelle ausgedrückt, insgesamt unter den ersten 3 ausgegebenen Diagnosen in 9 Fällen (64%). Die weiteren Vergiftungen waren bis auf 2 in der ausgegebenen Liste der Differentialdiagnosen enthalten.

Signs waren mit Zahlen zwischen 5 und 32 bei allen 56 Vergiftungsfällen gefunden worden. An erster Stelle wurden in 45 Fällen (80%) richtige Diagnosen ausgegeben, an zweiter Stelle weitere 7 (13%), eine Vergiftung wurde in der differentialdiagnostischen Liste unter 40 auszugebenden Diagnosen nicht gefunden.

Zog man nur die *tests* für den MEDIUC heran, fanden sich in 54 Fällen 1 bis 25 Angaben. Die computerunterstützte Diagnostik mit den Ergebnissen dieser *tests* führte in 27 Fällen (50%) zum Ausdruck der richtigen Diagnosen an erster Stelle der differentialdiagnostischen Liste, an erster und zweiter Stelle waren es 33 Fälle (61%). Drei

Fälle (6%) der richtigen Diagnosen waren nicht in der Liste, die – wie bereits erwähnt – auf 40 auszugebende Differentialdiagnosen begrenzt war.

Auch die drei – jeweils nach der reziproken Häufigkeit bei den 56 Berliner und Münchner Testfällen – häufigsten Patientensymptome wurden zur Erstellung einer Differentialdiagnose herangezogen. In 29 Fällen (52%) sind die richtigen Diagnosen an erster Stelle angegeben worden und in 33 Fällen (ca. 60%) an erster und zweiter Stelle der differentialdiagnostischen Liste. 7 richtige Diagnosen (12%) wurden unter den ersten 20 ausgegebenen Differentialdiagnosen mit den drei häufigsten Symptomen nicht gefunden. Sperrsymptome wurden bei diesem Versuch nicht gewählt.

Bei den entsprechenden Datenläufen mit den jeweils drei seltensten Symptomen wurde die richtige Diagnose ebenfalls in 29 Fällen (52%) an erster Stelle ausgegeben, an erster und zweiter Stelle aber 39 Fälle (ca. 70%). Unter 20 ausgegebenen Differentialdiagnosen wurden 5 richtige Diagnosen (ca. 9%) nicht gefunden. Sperrsymptome wurden natürlich auch hier nicht festgelegt.

Damit ist das Ergebnis des Versuches einer Diagnostik mit seltenen Symptomen etwas besser – wie es eigentlich zu erwarten ist – als mit häufigen Symptomen. Jedoch zeigt die geringe Differenz der Ergebnisse an, daß sowohl unspezifische als auch seltene Symptomatik bei der Erhebung am Patienten nicht vernachlässigt werden sollte.

Erwähnt werden muß, daß bei einer Zahl möglicher Diagnosen von etwa 1100 die Wahrscheinlichkeit der Stellung einer richtigen Diagnose 1/1100 beträgt.

Prozentzahlen sind auch hier bei der geringen Besetzung der Gruppen nur zum besseren Vergleich angegeben.

Die Umstellung auf das operating system mit einer Programm-erweiterung (Programmform III)

Während der Umstellung auf das *operating system* (OS) wurde eine erneute Erweiterung des MEDIUC in Angriff genommen (Programmform III). Bei der geplanten Auskunftserteilung bei Vergiftungen waren nur zu einem kleineren Prozentsatz Anfragen diagnostischer Art zu erwarten. Häufig ist der Giftstoff bekannt. Andere Fragen stehen hier im Vordergrund, etwa Therapievorschlüsse, letale Dosis u. ä. (vgl. Giftinformationszentralen, S. 204).

Im Hinblick darauf wurde eine teilweise Neuorganisation notwendig. Hierbei blieben die Krankheitsdatei (hier Giftstoffdatei) und die Symptomdatei mit den zugehörigen Kreuzdateien erhalten; neu organisiert wurde dagegen die sog. Text- oder Spezifikationsdatei (Datei 5), die Erläuterungen zu den einzelnen computerunterstützten Diagnosen beinhaltet. Hierunter sind beispielsweise zu verstehen: Angaben über Synonyma, Spezialitäten, chemische Zusammensetzung der Giftstoffe, Vergiftungsquellen, gefährdeter Personenkreis, Therapie, Applikationsform sowie Resorption und Ausscheidung, Nachweise, Zubereitungsformen, Dosierungen, nicht zur Toxikologie gehörende Differentialdiagnosen usw. Die verschiedenen Angaben wurden einem Vorschlag von VON CLARMANN folgend mit dekadisch-hierarchischen Schlüsseln versehen, die einerseits den Inhalt der Angabe kennzeichnen, andererseits erlauben, gezielt aus der Fülle der Informationen bestimmte Teilbereiche bei einem Datenlauf auszuwählen.

Zusätzlich zu dieser Kennzeichnung und Gliederung der Einzelinformationen wurde der Zugriff von den Giftstoffgruppen auf die Spezifikationsdatei geändert und der umgekehrte Zugriff von den Spezifikationen auf die Giftstoffgruppen, bei denen sie vorkommen, ermöglicht. Das heißt, daß für die Relationen Giftstoff/Spezifikation und Spezifikation/Giftstoff ähnliche Kreuzdateien angelegt wurden wie für die Relationen

Giftstoff/Symptom bzw. Symptom/Giftstoff. Hierdurch ist ein lückenloser Zugriff von jeder Information in einer der 3 Textdateien auf alle zugehörigen Informationen in den beiden anderen Textdateien gewährleistet, z. B. von einem Symptom auf den Giftstoff, von dort auf alle zugehörigen Spezialitäten oder von einer Spezialität auf den Giftstoff und von dort auf die zugehörigen Symptome und/oder sämtliche sonstigen zu diesem Giftstoff gehörenden Spezifikationen.

Zur Ausnutzung der neuen Möglichkeiten, die sich aus der geschilderten Konzepterweiterung ergaben, wurde das Diagnostikprogramm so gestaltet, daß man jetzt mit einer zusätzlichen Steuerkarte, der sog. Schlüsselkarte, bestimmte Teilbereiche aus den vorhandenen Informationen auswählen kann. Hierzu bestehen 3 Möglichkeiten:

1. Man erhält einen Gesamtausdruck aller zu einer »Diagnose« gespeicherten Spezifikationen, wenn man in der sog. Schlüsselkarte keine Angaben macht. Von dieser Möglichkeit wird man bei der Erstellung diverser Lexika Gebrauch machen.
2. Man erhält nur die zu einem Giftstoff gehörenden Informationen, deren Schlüssel denen entspricht, die auf der sog. Schlüsselkarte vermerkt sind. Diese Möglichkeit läßt zu einer Diagnose beispielsweise nur die normale Dosierung eines Arzneimittels oder die Therapie ausdrucken.
3. Es besteht umgekehrt die Möglichkeit, nur die zu einer Giftstoffgruppe gehörenden Informationen ausdrucken zu lassen, deren Schlüssel *nicht* denen entspricht, die auf der sog. Schlüsselkarte vermerkt sind. Dieses Verfahren erlaubt, bestimmte Informationsbereiche auszuklammern, z. B. die Synonyma oder chemische Formeln.

Im Hinblick auf Spezialaufgaben wurden weitere Auskunftsmöglichkeiten geschaffen: Der Kreis der vom MEDIUC zu untersuchenden Diagnosen kann auf wenige begrenzt werden. Dieser Zusatz bietet sich an, wenn man – ähnlich wie bei einer stufenweisen Diskriminanzanalyse – den Einfluß von Einzelsymptomen oder Symptomkombinationen zweier oder mehrerer Diagnosen untersuchen will. Angewendet werden kann diese Einrichtung aber auch dann, wenn gesichert erscheint, daß nur zwei oder drei Krankheiten – hier potentielle Giftstoffe – überhaupt in Betracht kommen, und man näher abklären will, welche der angenommenen Möglichkeiten die wahrscheinlichste ist.

Ferner wurden zur Ergänzung der statistischen Methoden weitere logische Verfahren herangezogen: Über die schon oben angeführten »Sperrsymptome« hinaus, bietet die Erweiterung des Programms nunmehr die Möglichkeit, für jede einzelne Diagnose »Und«/»Oder«/»Nicht« – Symptomkombinationen zu formulieren (entsprechend der BOOLE-Logik) und auf die Einhaltung dieser Bedingungen durch die beim Patienten beobachteten Symptome zu prüfen. Über ein ähnliches Verfahren zur Unterstützung des Arztes bei der Erstellung von Differentialdiagnosen berichteten P. BAUER u. Mitarb. (1968). Dadurch ist es möglich, für die Stellung der Diagnose A das Vorhandensein der Symptome a b c (logische »Und«-Kombination, sog. Konjunktion), ferner das Vorhandensein eines der Symptome d e f g (logische »Oder«-Kombination, sog. Disjunktion), schließlich das Nichtvorhandensein der Symptome h i k (logische »Nicht«-Kombination, sog. Negation) zu verlangen.

Um die geschilderten Möglichkeiten verwirklichen zu können, wurde eine neue Datei angelegt. Diese Datei für logische Bedingungen (Datei 8) ist nicht durch eine Kreuzdatei mit den entsprechenden Diagnosen (Giftstoffgruppen) verbunden, sondern nur durch einen einfachen Adreßverweis (sog. Addresspointer). Einen Überblick über den zu der neuen Diagnosekonzeption gehörenden Dateienbestand gibt Abb. 41.

Die genannten Änderungen am Auskunftsprogramm waren nicht unter Beibehaltung der ursprünglichen Konzeption zu verwirklichen. Das als Form II geschilderte MEDIUC-Programm – seit der Umstellung auf Computer der 3. Generation kontinuierlich fortentwickelt – bestand aus einem Einzelprogramm für die eigentliche computerunter-

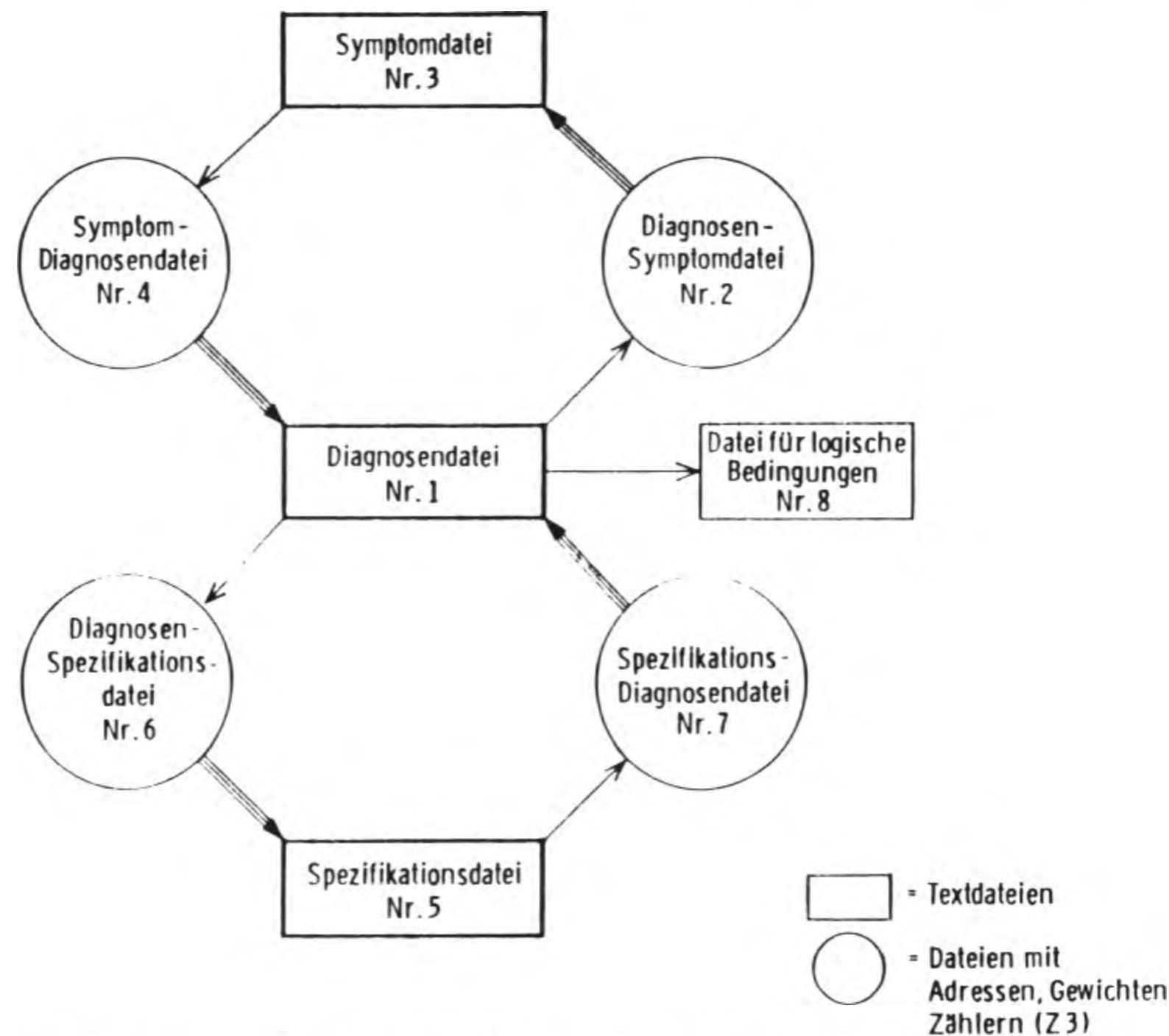


Abb. 41 Organisation der Dateien für den MEDIUC und Auskünfte (Programmform III)

stützte Diagnostik und verschiedenen, ebenfalls als Einzelprogramm erstellten Dienstprogrammen. Diese Konzeption stieß bei Erweiterungen und Änderungen zunehmend auf Schwierigkeiten, vor allem auch im Hinblick auf den Kernspeicherbedarf. Bei der Umprogrammierung wurden daher alle logisch trennbaren Funktionen als selbständige Unterprogramme formuliert. Das eigentliche Programm für den MEDIUC enthält jetzt:

A. Ein Hauptprogramm, das lediglich Steuerfunktionen übernimmt und im wesentlichen aus Verzweigungen und Unterprogrammaufrufen besteht.

B. Eine Reihe von selbständigen Routinen, die von allen Diagnostikprogrammteilen gemeinsam benutzt werden. Es handelt sich im einzelnen um folgende Programme:

B. 1. DATEI dient der Verwaltung der in Abb. 41 zur Diagnostik heranzuziehenden 8 Dateien. DATEI übernimmt sämtliche Funktionen wie Lesen, Schreiben, Ändern, Löschen, Auffüllen freigewordener Plätze und Datenkontrolle. Bei den Kreuzdateien werden auch die selbständige Bildung von Fortsetzungssätzen mit dazugehörigen Adressen bzw. die selbständige Aufbereitung gelesener Fortsetzungssätze und ihrer Adressen übernommen. Dieses Dienstprogramm erspart einerseits dem Benutzer, sich in die Dateiorganisation einzuarbeiten, hilft Fehler zu vermeiden und gestattet andererseits ohne Programmänderung für den MEDIUC die Anfügung neuer Dateien oder die bedarfsweise Umstrukturierung der bestehenden. Außerdem ist eine weitgehende Unabhängigkeit von der Art des Plattendatenträgers erreicht worden. Dieses komplexe und umfangreiche Programmsystem DATEI beinhaltet folgende Unterroutinen:

- B. 1. 1. ASUCH für die Adressenbildung unter **Zuhilfenahme eines Adressregisters**. Das Register entsteht u. a. bei der Buchführung **über gelöschte Sätze**.
- B. 1. 2. MBDDSL für das Löschen eines Satzes **einschließlich aller Fortsetzungssätze** und der Buchführung über freigewordene Plätze.
- B. 1. 3. MBDDAT für Hilfsfunktionen bei der Adressierung, die mit dem Aufbereiten der Kreuzdateien – insbesondere beim Erweitern oder Verringern der angegebenen Adressen, dem sog. *update* – beim Lesen oder Schreiben zusammenhängen.
- B. 2. MBDTFE für die Speicherung von evtl. im Programmverlauf auftretende Fehlermeldungen auf eine Hilfsdatei. Sie werden bei **Bedarf** geschlossen ausgedruckt. Anhand der von Fall zu Fall ausgegebenen Fehlermeldungslisten kann kontrolliert werden, welche Datenfehler die Einzelmeldungen verursacht haben.
- B. 3. MBADZV für die Steuerung des Druckers und die Ausgabe der vorgeschriebenen Über- und Unterschriften.
- C. Unterroutinen, die im Gegensatz zu den unter B aufgeführten Programmen, speziell für die »DIAGNOSTIK« notwendige Funktionen haben. Es sind teils Einzelprogramme, teils kleinere Steuerprogramme, die ihrerseits von weiteren Unterroutinen Gebrauch machen. Alle Routinen benutzen einheitlich die unter B. genannten Hilfsprogramme.
- C. 1. MBDDIN initialisiert verschiedene, gemeinsam von allen Programmen benutzte Spezifikationen, beispielsweise Angaben über die Ein-/Ausgabegeräte, die nur programmintern benötigten, sonst nicht in Erscheinung tretenden Hilfsdateien, die Länge der Datenvektoren usw. Durch das Zusammenfassen der verschiedensten Programmparameter in einer **abgetrennten** Unterroutine ist bezüglich der Ein-/Ausgabeeinheiten, Dateikonzeption und des Kernspeicherbedarfs eine weitgehende Flexibilität des gesamten Programmsystems erreicht.
- C. 2. MBDDKI liest und interpretiert Steuerkarten, **prüft auf Einhaltung der Regeln**, übergeht fehlerhafte Karten, ist in der Lage, **das Programmende** zu erkennen usw.
- C. 3. MBDDMP prüft die eingegebenen Zahlen des Symptomschlüssels anhand der Kennziffer nach Modulo 1–10 und bewirkt bei **Erkennen fehlerhafter Eingabedaten** einen Rücksprung in die vorhergenannte Routine.
- C. 4. MBDTSY druckt nach den eingegebenen Symptomnummern zur Kontrolle eine Liste der Symptome eines Patienten unter **Kennzeichnung der Vorauswahlsymptome**.
- C. 5. MBDDBG erlaubt auf Wunsch die Auswahl der **zu diesem Diagnosedurchlauf in Betracht kommenden Differentialdiagnosen** entsprechend den Spezifikationen in einer Steuerkarte. Hier handelt es sich um den **Programmbau-stein**, der es – wie oben geschildert – gestattet, die **vollständige differentialdiagnostische Liste** auf einige vorausgewählte Differentialdiagnosen zu beschränken.
- C. 6. MBDDTB enthält das Kernstück der durch Computer unterstützten Diagnostik, nämlich die Berechnung der Diagnose-Symptom-Matrizen. Es entspricht in der Leistung den auf S. 168 ff. geschilderten Möglichkeiten.
- C. 7. MBDDGB ist für die Gesamtgewichtsberechnung **entsprechend den Spezifikationen** in den Steuerkarten zuständig. (Vgl. Einzelheiten der Gesamtgewichtsbildung, S. 164).
- C. 8. MBDDDS interpretiert die Ausgabe der zuletzt angeführten Routine und bil-

det daraus die Liste der differentialdiagnostisch in Frage kommenden Krankheiten, die Grundlage der sog. Liste 1.

Hierzu benutzt sie die Unterroutine

- C. 8. 1. MBADGS, die die Differentialdiagnosen entsprechend dem in MBDDGB berechneten Gesamtgewicht sortiert.
- C. 9. MBDTLI steuert die Ausgabe der sog. Liste 1, d. h. der differentialdiagnostischen Tabelle (S. 164, 223).
Hierzu benutzt das Programm folgende Hilfsprogramme
- C. 9. 1. MBDDBO prüft für jede einzelne der auszugebenden Differentialdiagnosen, ob die logischen Bedingungen (Datei 8) durch die beim Patienten beobachteten Symptome erfüllt sind. Diese Ergebnisse der »Und-«, »Oder-«, »Nicht-«-Prüfungen werden getrennt markiert.
- C. 10. MBDTL 2 steuert die Ausgabe der sog. Liste 2 (S. 164, 174 und S. 225).
Hierzu bedient es sich folgender Unterroutinen:
- C. 10. 1. MBDDD 5 für die Ausgabe aller in Datei 5 (Text- oder Spezifikationsdatei, S. 183) enthaltenen Daten. Die oben geschilderten Möglichkeiten bezüglich der Auswahl bestimmter Einzelinformationen (S. 184) wurden durch folgende Routine geschaffen:
- C. 10. 2. MBDDST für die Interpretation, der in einer Steuerkarte, der sog. Schlüsselkarte, mitgegebenen Informationen über den Umfang der Daten, die in der sog. Liste 2 aus der Datei 5 ausgegeben werden sollen.
- C. 10. 3. MBDDD 3 für die Ermittlung und Ausgabe der zu einer Differentialdiagnose gehörenden Symptome. Bei Bedarf wird kontrolliert, ob die auszugebenden Symptome beim Patienten beobachtet wurden. Die beim Patienten vorhandenen werden mit Sternen in Liste 2 markiert.
- C. 11. MBDTING für die Ausgabe der nach Diagnosen geordneten Liste der Symptome, die beim Patienten beobachtet wurden, aber bei jeder einzelnen vorgeschlagenen Differentialdiagnose nicht vorkommen, sog. »nichtgefundene Symptome«. Die Diagnosen und Symptome werden hier in Schlüsselzahlen angegeben. Die zugehörigen Texte sind aus der Liste der eingegebenen Patientensymptome und der differentialdiagnostischen Liste (Liste 1) zu ersehen.

Für den diagnostischen Vorgang im MEDIUC ergeben sich aus diesen Angaben – in Abwandlung der Darstellung in Abb. 40 – die zusätzlichen Möglichkeiten, die unter 1a und 3a in Abb. 42 dargestellt sind.

Für die Programmform III geänderte Kartenarten und Schalter

Die Erweiterung des Programms bedingte auch die Einführung neuer Schalter und eine Änderung der Kartenarten. Eine Übersicht über die Veränderungen ist auf dem Kartenarten-Übersichtsblatt 2 zusammengestellt (Tab. 28).

Eine Beschreibung der Vorkarte und Schlüsselkarte, die zum Verständnis notwendig ist, folgt anschließend. Die PARA- und SY-Karten bleiben gegenüber der letzten Version (Programmform II) unverändert und sind nicht angeführt.

1. Beschreibung der Vorkarte

Feld	Funktion
VORKZ	Steuerzeichen

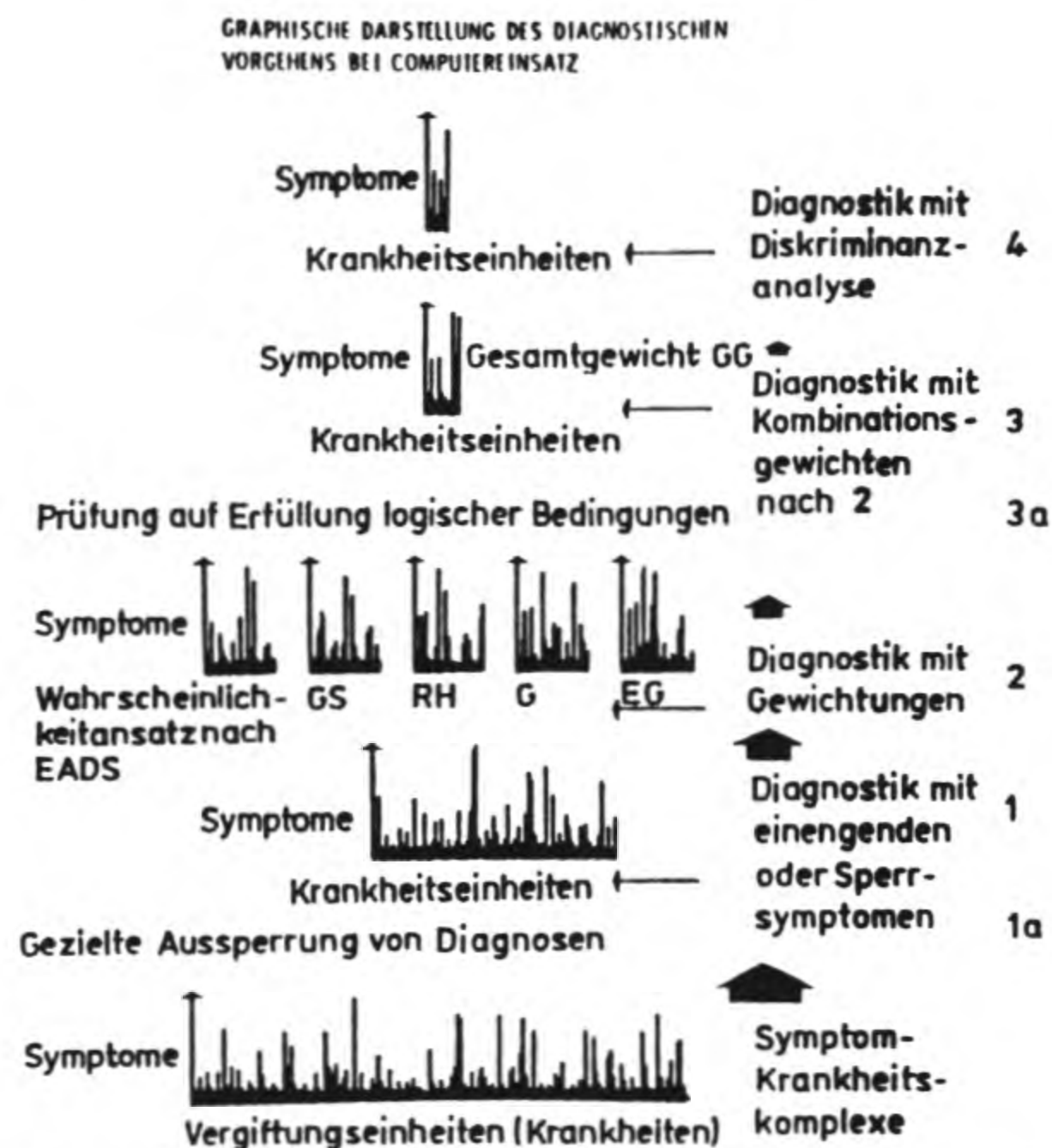


Abb. 42 Zu Zeit im Betrieb befindliches System für den MEDIUC. In Abänderung von Abb. 40 sind neu hinzugekommen 1a) gezielte Aussperrung von Diagnosen und 3a) Prüfung auf die Erfüllung logischer Bedingungen (Programmform III)

= : ruft Diagnoseprogramm
 = 9 beendet Diagnoseprogramm

PATNR Patientenummer
 DATUM Untersuchungsdatum
 SCHALTER

- 1 Schalter für »Vorauswahl« (Sperrsymptome)
 = 0 »Vorauswahl« bleibt unberücksichtigt
 = 1 wenn »Vorauswahl«-Symptome in der PARA-Karte oder Symptome in den SY-Karten angegeben sind, denen in der Symptomdatei das Zeichen für Vorauswahl zugeordnet ist, werden nur solche Giftstoffe ausgewählt, bei denen diese »Vorauswahl«- oder »Sperrsymptome« vorkommen
- 2 Anzahl der nachfolgenden SY-Karten
- 3 Anzahl der zu druckenden Diagnosen (Giftstoffe) in Liste 1, wobei die angegebene Zahl zwischen 1 und 99 liegen muß
- 4 Anzahl der zu druckenden Diagnosen (Giftstoffe) mit Hinweisen und Symptomen (Liste 2) mit Sperrsymptomen
- 5 Anzahl der zu druckenden Diagnosen (Giftstoffe) mit Hinweisen und Symptomen (Liste 2) ohne Sperrsymptome
- 6 = 0: Normale Diagnostik mit dem MEDIUC
 = 1: Rein lexikalischer Ausdruck der Diagnosen (Giftstoffe) mit Hinweisen und Symptomen (Liste 2)

KARTENARTEN-ÜBERSICHTSBLATT 2

KA VOR	FÄHR.	DATUM	SCHALTER	STELLE	NAME
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56
KA					
SCHL					
KA					
PARA					
KA					
SY					
KA					
KA					

13 SCHLUESSEL-OEER 13 GIFTSTOFFNUMMERN

12 SYMPTOMNUMMERN FUER VORAUSWAHL

16 SYMPTOMNUMMERN

Tab. 28

- 7 = 0: Keine logische Prüfung bei den auszugebenden Differentialdiagnosen (mit der BOOLE-Datei)
 = 1: Logische Prüfung bei den auszugebenden Differentialdiagnosen (mit der BOOLE-Datei)
- 8 = 0: Kein Ausdruck der »nicht gefundenen Symptome«
 = 1-9: Ausdruck der »nicht gefundenen Symptome (wahlweise) bei den ersten 1-9 ausgegebenen Differentialdiagnosen
- 9 = 0: Seit dem letzten Diagnoselauf sind keine Änderungen des Datenmaterials erfolgt
 = 1: Seit dem letzten Diagnoselauf sind Änderungen des Datenmaterials erfolgt: Neubildung der Diagnosen- bzw. Giftstoffnummern und Zählertabellen notwendig
- 10 Reserve
- STELLE Name der anfragenden Stellen
- NAME Name des Patienten

2. Beschreibung der Schlüsselkarte

KSF Funktionsschalter:

= 0: Es werden alle in Frage kommenden Giftstoffe in die Differentialdiagnose einbezogen; bei Ausgabe von Liste 2 werden alle Schlüssel berücksichtigt

= 1: Nur die auf der Schlüsselkarte angegebenen Schlüssel werden beim Ausdruck der Liste 2 berücksichtigt. Ist beispielsweise nur der Schlüssel für Therapie angegeben, wird lediglich der Therapievorschlag in Liste 2 ausgedruckt

= 2: Es werden beim Ausdruck der Liste 2 nur die Schlüssel berücksichtigt, die nicht auf der Schlüsselkarte aufgeführt sind. Sind beispielsweise die Schlüssel für chemische Formeln und Synonyma angegeben, werden diese in Liste 2 nicht aufgeführt

= 3: Für die Differentialdiagnose werden nur die Giftstoffe (mögliche Diagnosen) berücksichtigt, die auf der Schlüsselkarte aufgeführt sind

= 4: Für die Differentialdiagnose werden alle Giftstoffe (mögliche Diagnosen) mit Ausnahme derjenigen berücksichtigt, deren Nummern auf der Schlüsselkarte vermerkt sind

KLIST Schlüssel- bzw. Giftstoff-(Diagnosen-)Nummern (je nach KSF)

KSF = 0: KLIST bleibt leer

KSF = 1 oder 2: KLIST enthält Schlüsselzahlen

KSF = 3 oder 4: KLIST enthält Giftstoff-(Diagnosen-)Nummern.

3. Für die PARA- und SY-Karten gilt das auf S. 164 und den folgenden ausgeführte. Beispiele für die Möglichkeiten, die Programmform III bietet, sind in Beilage 2 am Ende des Buches angegeben.

Über die Zeitdauer für Datenläufe mit Programmform III s. Seite 227.

Diskussion

Einleitung

In der Diskussion wird nach den eigenen Ergebnissen zunächst auf die aus verschiedenen Quellen stammenden Daten eingegangen, beginnend mit der Literatur. Danach folgt die Besprechung der Symptome und ihrer Verarbeitung mit verschiedenen Methoden. Anschließend wird auf Verbesserungsmöglichkeiten hingewiesen. Am Schluß werden die Vergiftungen als Modell der Diagnostik von Krankheiten besprochen.

Eigene Ergebnisse

Die Testläufe zeigen, daß – wie bei einem Ärzteteam – mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auch durch den MEDIUC eine Diagnose gestellt werden kann. An erster Stelle in der computerunterstützten Differentialdiagnose lagen bei allen Versuchen auch bei ungünstiger Konstellation, ohne Berücksichtigung der Ergebnisse der Diskriminanzanalyse, 68 bis 96 % der richtigen Diagnosen. Die richtige Diagnose wurde in über 90 % an erster *und* zweiter Stelle der differentialdiagnostischen Liste gefunden. Man wird damit rechnen können, daß auch bei einer computerunterstützten Differentialdiagnose anderer Krankheiten die richtige Diagnose an erster bis dritter Stelle der Ausgabefolge in über 90 % liegt. Die Anzahl richtiger, d. h. an erster Stelle ausgegebener Diagnosen dürfte sich dann in Größenordnungen zwischen über 40 bis über 90 % bewegen, je nach

- a) der Güte des Datenbestandes und der Zahl der bereits eingegebenen Krankengeschichten,
- b) der angewandten Methodik zur Trennung der Diagnosen,
- c) der Exaktheit und Vollständigkeit der Erhebung der *symptoms, signs* und *tests* beim Patienten.

Meist wird sie bei Beachtung dieser Vorbedingungen in der Höhe liegen, in der Ärzte richtige Diagnosen zu stellen pflegen. Der MEDIUC erfüllt damit die an ihn gestellten Forderungen. Die Liste der Differentialdiagnosen ist relativ umfassend, und die ermittelten Auskünfte der entstandenen Datenbank für Vergiftungen sind vielfältig. Haben die Testfälle den gleichen Ursprung wie das Material, das als Datenbestand im Computer ist, dann sind die Ergebnisse der Diagnostik besser, als bei ungleichem Materialursprung. D. h. benutzt man Münchner Testfälle an Münchner Material, ist wegen der Einheitlichkeit der Erhebungsbogen und der gleichen »Schule« in bezug auf Patientenuntersuchungen ein solches Ergebnis zu erwarten. Der negative Einfluß der Sammelstatistik (Berliner *und* Münchner Krankengeschichten) wird durch die Vergrößerung der gespeicherten Fallzahl weitgehend kompensiert. Das Gesamtmaterial ist für die weitere Arbeit aber vorzuziehen, weil dadurch mehr Diagnosen mit Zählern besetzt und damit Wahrscheinlichkeits- und Trennansätzen zugänglich werden.

Die Eingabe von Literaturdaten

Die zur Erstellung der Eingabedaten benutzte Literatur gehört bis auf wenige Ausnahmen – beispielsweise LEWIN (1929) – zu der empfohlenen Literatur für die Bibliotheken der Informations- und Behandlungszentren für Vergiftungen. Vergleiche der

Symptomatik, die auf den Karten der Kommission für »Erkennung, Verhütung und Behandlung von Vergiftungen beim Bundesgesundheitsamt Berlin« aufgeführt ist, mit der vom Verfasser ergaben – soweit die Symptome dort angeführt waren – weitgehende Übereinstimmung. Wenn Symptome aus Werken, die strenger Kritik nicht standhalten, entnommen sind, dann wird diese Symptomatik durch Symptome der Patienten nicht angesprochen werden und keinen Schaden anrichten können. Zusätzlich sind die Symptome durch Zusammenlegen, Ausscheiden der Synonyma, Umgestaltung des Textes und ähnliches so verändert worden, daß sie nur wenig oder gar nicht mehr dem Ursprungstext entsprechen.

Die gespeicherten Symptome

Auf die Abhängigkeit oder Unabhängigkeit der Symptome untereinander wurde nicht geachtet. Sie wurde nur bei der Gruppeneinteilung für die Diskriminanzanalyse berücksichtigt. Man würde auf jeden Fall zu weit gehen, wenn man folgert, man dürfe keine korrelierten Symptome in der computerunterstützten Diagnostik verwenden. Hohe Korrelation mit anderen Symptomen reicht allein nicht aus, um ein Symptom aus der Gesamtliste herauszunehmen.

Die Frage, welche Gifte das Symptom »Bewußtlosigkeit« haben, wird zur Zeit vom MEDIUC mit 295 Stoffgruppen beantwortet. Die Datenmenge im Symptomverzeichnis ist noch etwas umfangreich. Eine Reduzierung der Symptomzahl ist wünschenswert. Hier könnte eine mathematische Analyse von Wert sein.

In Übereinstimmung mit WAGNER (1969) ist festzustellen, daß aber erst nach Vorliegen einer genügend großen Datenbank im Computer an die Untersuchung gegangen werden kann, welche Daten unproduktiv sind und unter welchen Umständen man darauf verzichten kann. Die Symptome der Krankenblätter werden sich bei größeren Zahlen korrigierend auf die Literatureingaben auswirken.

Man kann der Meinung sein, daß *symptoms*, *signs* und *tests* nicht sicher genug definiert und ihre Parameter nicht genau abgesteckt sind. Eine saubere Diagnostik setzt aber exakte Unterlagen voraus. Was bedeutet es beispielsweise, wenn man eine Meningealzacke bei einem Vergiftungsfall beobachtet? Das Symptom ist doch vieldeutig! Mit diesen Fragen wird jeder, der sich mit dem Computereinsatz in der Medizin beschäftigt, konfrontiert. Manche Autoren haben sich in eine Symptomatik der harten Daten geflüchtet, um dieser undefinierten Symptome zu entgehen. Sie waren auch auf die Unabhängigkeit der Symptome untereinander bedacht. Der dadurch bedingte Informationsverlust war aber wohl größer als der erstrebte Gewinn an Sicherheit.

Der Computerausdruck der bei den einzelnen Differentialdiagnosen nicht gefundenen Symptome eines Patienten gibt die Möglichkeit, einen weiteren Datenlauf mit diesen Symptomen zu machen und sich so dem Problem der Zweitkrankheiten zu nähern.

Die subjektive Schätzung der Gewichte der Symptome kann durch eine Diskriminanzanalyse konkretisiert werden, indem zwischen Gruppen gut diskriminierende Symptome oder ihre Kombinationen höher gewichtet werden als andere. Diese Arbeit ist geplant. Außerdem könnten die Ergebnisse dieser Untersuchung zur Definition hinreichender Symptomkombinationen im Sinne der Arbeitsgruppe von FELLINGER (1968) dienen.

Nach Erprobung aufgegebenen Ansätze

Wegen ungünstiger Ergebnisse am vorliegenden Material wurden folgende Ansätze nach Erprobung wieder verlassen:

1. Normierung des geschätzten Gewichts durch Bildung eines Quotienten aus dem Gesamtgewicht aller Symptome und dem Gewicht der Patientensymptome.
2. Die Summe aller Produkte aus reziproker Häufigkeit und geschätztem Gewicht der einzelnen Patientensymptome ($R_1 \times G_1 + R_2 \times G_2 \dots R_n \times G_n$).
3. Die Summe der Quotienten der Häufigkeit eines Symptoms beim Giftstoff und der Häufigkeit desselben Symptoms bei allen übrigen Giftstoffen $\frac{Z_3}{Z_2 - Z_3}$.
4. Der NEYMAN-Index in folgender Form:
Verhältnis der Wahrscheinlichkeit der gefundenen Symptome eines Patienten bei einer Krankheit zur Wahrscheinlichkeit der gleichen Symptome beim Rest, d. h. bei den an dieser Krankheit nicht Leidenden.
Er ergab an diesem Gesamtmaterial nur in 41% die richtige Diagnosenausgabe an erster Stelle, an erster und zweiter Stelle in 61%.

Diagnostischer Wert der symptoms, signs und tests

Von den Fachgebieten, die sich mit der Psyche beschäftigen und daher weitgehend von *symptoms* abhängig sind, bis zu den Augenärzten, die fast ganz auf *signs* bauen können, ist die Skala des Wertes der Symptome weit gespannt.

Bei unseren getesteten Vergiftungsfällen gibt es nur relativ wenig subjektive Angaben (*symptoms*). Sie fehlen natürlich bei Bewußtlosen ganz. Den größten diagnostischen Wert haben die *signs*, die Untersuchungsergebnisse des Arztes mit 80% richtig ausgegebenen Diagnosen. Für die Zukunft wird es eine zusätzliche Aufgabe sein, festzustellen, welche *symptoms*, *signs* und *tests* wirklich besonders gut zwischen Vergiftungen diskriminieren. Daraus ergibt sich die weitere Fragestellung, die beispielsweise mit Hilfe der Diskriminanzanalyse angegangen werden kann, nämlich welche Vergiftungen lassen sich wirklich voneinander diagnostisch trennen? Mit der Diskriminanzanalyse gelang dieses zwischen schweren Barbiturat- und Nichtbarbituratvergiftungen. Auch die Kombinationsvergiftung Äthylalkohol-Schlafmittel war von den Vergiftungen mit den Einzelkomponenten trennbar. Seltene Symptome haben sich diagnostisch als etwas wertvoller als unspezifische erwiesen.

Schwierigkeiten machte beispielsweise die Diagnostik von Vergiftungen, die als »toxische Gastroenteritis« bezeichnet werden. Gute Ergebnisse ließen sich hier nicht mit dem MEDIUC erzielen. Es gibt aber auch mehrere unterschiedliche Erkrankungen, die unter dieser Bezeichnung zusammengefaßt werden, wie beispielsweise Staphylokokkeninfektionen, Pilzvergiftungen und andere toxische Prozesse. Diese müßten zunächst einmal auf ihre Trennbarkeit und Einheitlichkeit untersucht und dann als mögliche Einzelkrankheiten dem Computer eingegeben werden, ehe sie richtig zu diagnostizieren sind – eine Aufgabe für die Zukunft. Wesentlich sind beispielsweise zur Stellung der Diagnosen, die unter »Gastroenteritis« zusammengefaßt werden, die unterschiedlichen Latenzzeiten von der Infektion bis zur Manifestation.

Sperrsymptome = einengende Symptome

Gut in der kritischen Wertung der Diskriminierung der Krankheitseinheiten haben sich die sogenannten »einengenden« oder »notwendigen Sperrsymptome« bewährt. Werden bei Vorliegen »Krämpfe« als Sperrsymptome benutzt, werden nur diejenigen Vergiftungen berücksichtigt, die in ihrem Krankheitsbild auch Krämpfe haben. Kombi-

niert man zwei oder drei dieser »einengenden« Symptome, erreicht man sehr schnell eine kleine Zahl möglicher Diagnosen. Die Zahl möglicher Irrwege in der Diagnostik wird jedoch durch sie vermindert. Bei der Angabe mehrerer Sperrsymptome für einen Diagnosevorgang handelt es sich eigentlich um die Benutzung von BOOLE-»Und«-Kombinationen. Die Programmierung der übrigen logischen Kombinationen ist ebenfalls erfolgt. Sie sollten eine weitere Verbesserung der Prozentzahlen richtiger Diagnosen bewirken können. Man kann zusätzlich diskutieren, ob man mit einigen wenigen Aufzweigungen eines »Hauptsymptoms« – vor dem eigentlichen wie bisher durchgeführten Diagnoselauf – nicht zu besseren Ergebnissen kommen könnte. Das würde also beispielsweise bedeuten, daß man bei dem Symptom »Anämie« fragt: hyperchrom, hypochrom? – und damit bereits eine Einteilung der Anämie vornimmt, die man noch mit weiteren Verzweigungen durch andere Symptome aufteilt und erst dann das hier benutzte Programmsystem des MEDIUC heranzieht. So käme ein Kurzdialog vor dem bisherigen einzeitigen Vorgehen zustande.

Diskriminanzanalyse

Vom geometrischen Standpunkt aus repräsentieren die Diskriminanzfunktionen, die mehrere Populationen trennen, $(p-1)$ -Hyperflächen in p Dimensionen. Wenn mit mehr als zwei Populationen gearbeitet wird, wird der Mittelwert im allgemeinen nicht kollinear sein. Wir können jedoch feststellen, daß sich durch die Schnittpunkte der Flächen gleicher Wahrscheinlichkeiten bestimmte Hyperebenen als Diskriminator benutzen lassen.

Die Untersuchung hat, wie bei PIPBERGER u. Mitarb. (1968), gezeigt, daß qualitative Daten für die Diskriminanzanalyse benutzt werden können. Dies ist wichtig, da in der Medizin *symptoms, signs* und *tests*, häufig als Alternativdaten, für die Diagnostik mit ausschlaggebend sind. Es ist jedoch sicher, daß die Aufnahme von quantitativen oder kategorialen Daten und die Aufstockung der Fallzahl der schwach besetzten Gruppen zu einer Verbesserung der Ergebnisse beitragen werden.

Die gleiche Quote richtiger Zuteilung kann man bei Anwendung einer Diskriminanzanalyseformel auf neu zuzuteilende Fälle nur dann erwarten, wenn die Kovarianzmatrizen bekannt sind, bzw. genügend genau bestimmt wurden. Für $N \rightarrow \infty$ muß die berechnete Kovarianzmatrix gegen die tatsächliche konvergieren und tut es auch meist rasch gegen den tatsächlichen Wert. In unserem Fall ist die Konvergenz jedoch schlecht, und darin liegt die hauptsächliche Erklärung der Ergebnisse. Als Ursachen für die schlechte Konvergenz seien angeführt:

- a) Verletzung der Voraussetzung der Stetigkeit der Variablen. Hier sind eigentlich nur die Gitterpunkte des R_n besetzt.
- b) Die Art der Daten, die nur Alternativmerkmale berücksichtigt. Der Wert Null kann sowohl das Nichtvorliegen eines Symptoms als auch die Nichtberücksichtigung bedeuten. Eine Symptomliste ist daher vom Beobachter abhängig.
- c) Der Einfluß der Verteilung: Die Verbesserung der Form der Verteilung durch die logarithmische Transformation läßt erkennen, daß auch dieser Einfluß vorhanden ist, jedoch kann die Transformation nicht Abhilfe schaffen, da sie nicht allein zur Normalverteilung führt, wie mit VIKTOR festzustellen ist.

Die sechs untersuchten und besonders gut mit dem Berliner Krankengeschichtsmaterial besetzten Gruppen sind im Raum der gebildeten Variablen gut trennbar, und die Punktwolken überschneiden sich nicht wesentlich. Das Ergebnis ist erfolversprechend. Es wird sich empfehlen, auf die verwendete Diskriminanzanalyse in der Vergiftungs-

diagnostik weiter hinzuarbeiten. Die am besten besetzten Gruppen der Nichtbarbiturat- und Barbituratvergiftungen wurden in 73%, nach Durchführung einer Transformation mit 35 Variablen in 76% getrennt. Vielleicht können später auch Schlafmittel- und Kohlenoxydvergiftungen besser voneinander getrennt werden. Zur Zeit sind die Kovarianzmatrizen jedoch noch nicht genügend genau bestimmt, so daß dieses Verfahren für die allgemeine Vergiftungsdiagnostik noch nicht in Frage kommt. Ihr Einsatz könnte sich jedoch gezielt für wenige, vielleicht klinisch schwer trennbare Gruppen eventuell unter Hinzunahme einiger leicht bestimmbarer medizinischer Größen empfehlen. Die Methode erlaubt die Feststellung der diagnostischen Wertigkeit der Symptome.

Die Diskriminanzanalyse wurde bisher nur mit den Unterlagen der Toxikologischen Abteilung der I. Medizinischen Universitätsklinik, Berlin, durchgeführt. Nach der jetzt vorhandenen Auswertung auch von Krankengeschichten der Toxikologischen Abteilung des Krankenhauses Rechts der Isar, München, ergeben sich Fallzahlen in den ersten vier Gruppen von über 400 bis 100, in zwei weiteren Gruppen über 80. Mit diesen Zahlen werden erneut Diskriminanzanalysen durchgeführt werden. Die höhere Besetzung der Gruppen läßt bessere Ergebnisse erhoffen.

Der Wahrscheinlichkeitsansatz nach Eads

Der Signifikanzfaktor bewertet kleine Besetzungszahlen der Giftstoffe mit Krankengeschichten relativ hoch. Er ergab trotz dieser Schwäche in der Kombination mit Sperr-

symptomen und dem echten Gewicht $\frac{Z_3}{Z_2}$ einen Prozentsatz richtiger Diagnosen, der

beim gesamten Krankengeschichtsmaterial mit allen Testfällen in der Größe der entsprechenden richtigen Diagnosezahlen liegt, die ein Ärzteteam bei Krankheiten (Grundleiden) erreicht, wenn man diese Arbeit als Modell für die Diagnostik von Krankheiten ansieht.

Korrelation der verschiedenen Gewichtungen

Zwischen den einzelnen Gewichtungen und dem Wahrscheinlichkeitsansatz besteht eine enge Korrelation. Verwandte Vergiftungen stehen mit gleichen Zahlenwerten eng zusammen. Bei anderen spezifischen Vergiftungen sind größere Zahlensprünge zu dem an nächster Stelle ausgegebenen Giftstoff zu beobachten. Selbst die schwierige Unterscheidung zwischen Schlafmittel- und akuter Kohlenoxydvergiftung gelang in einem erheblichen Prozentsatz.

Aufbau der Diagnostik

Die Kombination verschiedener Methoden in einem Programm erlaubt es, einerseits die höhere Trennschärfe der statistischen Ansätze für die Fälle zu benutzen, für die dem Computer bereits Krankengeschichten eingegeben sind, andererseits für die Differentialdiagnose auch die Literatureingabe dem Benutzer zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus ermöglicht der MEDIUC eine sinnvolle Kombination logischer und statistischer Methoden zur Kompensation ihrer Vor- und Nachteile. Der Vorteil der Methoden, die logische Entscheidungskriterien zur computerunterstützten Diagnosefindung benutzen, ist, daß sie alle Krankheiten gleichrangig beurteilen und innerhalb

der Symptome auf eine Gewichtung verzichten, sofern die Symptome nicht schon die eigentliche Krankheit definieren«; denn »nur dann kann der Computer dem Arzt eine wesentliche Hilfe bringen, wenn er auch seltene und unerwartete Krankheiten zur Diskussion bringt« (SPINDELBERGER u. GRABNER 1968). Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Krankheit für die Diagnose bleibt also beim Individuum unberücksichtigt. Das Symptombild des gerade untersuchten Patienten als eines statistisch unabhängigen Individuums wird mit dem aus der »Erfahrung« definierten logischen Symptommuster der einzelnen Diagnosen zur Deckung gebracht. Hierbei kann es geschehen, daß das Symptommuster des Patienten überhaupt nicht untergebracht werden kann, ebenso aber, daß es auf mehrere Krankheiten zutrifft. Der Hauptwert dieser Verfahren liegt wohl in einer ausgezeichneten differentialdiagnostischen Liste, die den Arzt zu weiterem Nachdenken und zu weiteren Untersuchungen anregt. Damit ist diese Methode für die klinische Anwendung vielversprechend, wahrscheinlich ist sie aber bei Screening-Untersuchungen breiter Bevölkerungsgruppen den statistischen Ansätzen unterlegen.

Die statistischen Methoden bieten dem Benutzer noch einen anderen wichtigen Vorteil: Sie lassen sich durch sog. »Kostenzuteilung« so steuern, daß beispielsweise »falsch-negative« Diagnosen (das entspricht dem Übersehen einer beim Patienten bestehenden Krankheit) dann auf ein Minimum reduziert werden, wenn diese Krankheit gefährlich, aber einer rechtzeitigen Therapie zugänglich ist. Diese Technik der »Kostenzuteilung« läßt sich beispielsweise vorzüglich bei Vorsorgeuntersuchungen, dem sog. »health check up« benutzen. Es geht ja hierbei darum, wichtige Frühdiagnosen nicht zu übersehen.

Die Diagnostik in dieser Arbeit ist, soweit etwas darüber bekannt ist, dem ärztlichen Vorgehen weitgehend angepaßt. Im Prinzip ist hier zunächst einerseits mit wenigen »notwendigen« Sperrsymptomen eine starke Einengung der Möglichkeiten vorgenommen, andererseits mit besonderen Gewichtungen vorhandener Symptome, unter anderem einem hohen Gewicht seltener oder spezifischer Symptome, weiter getrennt worden. Im Gegensatz zur bisherigen Literatur über den MEDIUC wurde in dieser Arbeit mit der Gesamtheit der bekannten Symptom-Krankheits-Kombinationen, also sowohl den weichen als auch den harten Daten, gearbeitet. Der Wahrscheinlichkeitsansatz nach EADS und der Zähler $\frac{Z3}{Z2}$ werden durch »Literatursymptome« nicht beeinflusst, jedoch wirken Sperrsymptome sich aus. Diskriminanzanalysen wurden mit den wertvollen Alternativdaten durchgeführt.

Die Richtigkeit der Aussage

Die Anzahl der richtigen Diagnosen hängt vor allem davon ab, wie gut die Erhebung der *symptoms, signs* und *tests* durch die Untersucher am Krankenbett ist. Man kann weder von einem Arzt noch von der Maschine Auskünfte verlangen, die nicht in der Frage enthalten sind. Eine ungenügende Erhebung der Symptomatik verschlechtert bei Vergiftungen die Anzahl richtiger Diagnosen und vergrößert die Zahl möglicher Differentialdiagnosen. Eine gute Erhebung führt dagegen zu besseren Aussagen. Hier wird die erzieherische Seite der Maschinendiagnostik deutlich.

Bessere Ergebnisse lassen sich sicher auch dadurch erzielen, daß man die Güte der Eingabedaten hebt, indem man prospektive Aufzeichnungen der Vergiftungsfälle im Hinblick auf die Computerauswertung vornimmt. Die hier benutzten Krankengeschichten der Berliner und Münchner Archive der Toxikologischen Abteilungen waren

dafür nicht vorgesehen. Man wird die Ergebnisse auch dadurch verbessern können, daß man Erhebungsbogen für Symptome bei Vergiftungen in der gleichen Form benutzt, wie sie in dieser Arbeit für die Auswertung der Krankenblätter hergestellt wurden. Durch dieses Vorgehen erhält man bei Erhebung am Patienten und Auswertung im Computer gleiche Symptome. Ein Lernprozeß, den das Programm durch Nachfüttern von Fällen mit sicheren Diagnosen ermöglicht, sollte ebenfalls die Sicherheit der Diagnostik erhöhen. Bisher wurde bei der Symptomatik meist nur auf die Tatsache eingegangen: Ereignis vorhanden/nicht vorhanden. Auch hier sind Verbesserungen durch die Einführung der nicht zu Alternativdaten umgewandelten skalaren Größen möglich.

Nicht aus der eingegebenen Literatur, aber aus den benutzten Krankengeschichten geht hervor, daß bisher nur Vergiftungen von Erwachsenen im Datenbestand sind. 60% der Vergiftungen treten aber bei Kindern auf. Es ist daher notwendig, entsprechende Krankenblätter einzugeben.

Eine eventuelle Zusammenlegung und damit Neueinteilung zu eindeutig diagnostizierbaren Vergiftungen wird nach Vornahme der Diskriminanzanalyse bzw. Faktorenanalyse zur Klärung der Frage ihrer Differenzierbarkeit ebenfalls das Ergebnis verbessern.

Randunschärfe in der Diagnostik

Das Symptom »Bewußtlosigkeit« beispielsweise kann bei Vergiftungen, aber auch bei anderen Krankheiten auftreten. Weil in dieser Arbeit bisher nur Vergiftungen in den Datenbestand aufgenommen worden sind, kommt es zu einer Randunschärfe. Man könnte es überspitzt so ausdrücken: Es fehlt ja noch die gesamte innere Medizin, außer den Vergiftungen! Sollte man die gesamte innere Medizin in den Computer eingespeichert haben und für die Diagnostik heranziehen können, wird es Fälle geben, bei denen es sich um einen Übergang zur neurologischen Symptomatik handelt. Hat man neurologische Symptome, beispielsweise eines »Ischias«, nicht im Datenbestand und ein Patient kommt mit einem eindeutigen Ischias-Syndrom zur Diagnostik, kann es vorkommen, daß aus den übrigen Symptomen eine »Gallenblasenentzündung« diagnostiziert wird, nicht aber »Ischias«. Solange die gesamte Medizin nicht in einem Computer gespeichert ist, sind immer wieder Randunschärfen möglich. Bei einigen Vergiftungen werden daher in Liste 2 nicht toxikologische Differentialdiagnosen angeführt. Es handelt sich nach KOLLER (1969a) um ein sog. offenes System. Wenn Symptome eines Patienten bei den als wahrscheinlich ausgegebenen Giftstoffen fehlen, ist entweder bei hoher Wertigkeit dieser Symptome die Diagnose einer Vergiftung sehr fraglich oder es liegt eine Zweitkrankheit vor.

Berücksichtigung der Vergiftungsstadien

Bei Vergiftungen handelt es sich um ein dynamisches Geschehen. Die Stadien einer Thalliumvergiftung sind allgemein bekannt. Im Datenbestand, der dieser Arbeit zugrunde liegt, sind akute und chronische Vergiftungen insoweit sinnvoll getrennt worden. Eine Einteilung in Stadien hat aber nicht stattgefunden. Man muß die Frage stellen, ob diese Einteilung für die Computardiagnostik notwendig ist: Wenn sämtliche Symptome einer Vergiftung in der Datenanlage vorhanden sind und ein Patient kommt in einem bestimmten Stadium einer Vergiftung zur Aufnahme, so wird der Computer sich nach der Symptomatik dieses Patienten alle Symptome aus den in Frage kom-

menden Giftstoffen herausuchen, in welchem Stadium der Vergiftung der Patient sich auch befindet. Die Diagnose wird unabhängig vom Stadium der Vergiftung gestellt werden können.

Vergiftungen als Modell der computerunterstützten Diagnostik von Krankheiten

Warum wurden Vergiftungen zu diesem Modell herangezogen? Handelt es sich nicht um ein unbrauchbares Modell? Vergiftungen zeigen wegen der geringen Variation der Reaktionsmöglichkeiten des menschlichen Organismus eine sich weit überschneidende Symptomatik. Sie müßten für jeden Diagnostiker, auch für den mit einer Computerunterstützung arbeitenden, schwierig zu trennen sein. Es liegen für Vergiftungen bisher auch keine ausreichenden statistischen Daten vor.

Vergiftungen haben aber den Vorteil, daß sie häufig eindeutig, sei es durch chemische Nachweise der Giftstoffe oder – mit einem größeren Unsicherheitsfaktor – durch gefundene Packungen neben dem Vergifteten diagnostiziert werden können. Nach GROSS (1969) treten in der inneren Medizin zu etwa 70% der Patientenzahlen Mehrfachdiagnosen auf. Da im ersten Absatz dieser Arbeit auf die Häufigkeit von Fehldiagnosen in der Medizin hingewiesen wurde, wären mehrfache Krankheitsdiagnosen schlechter geeignet, den Beweis für die Richtigkeit von Computerdiagnosen zu liefern. Autopsien würden mit ihren gesicherten Diagnosen nur Krankheits-Symptom-Matrizen liefern, die schwersten, letal ausgegangenen Krankheitsfällen entsprechen. Dadurch wäre die Symptomatik etwas einseitig.

Zu den Angaben über Vergiftungsquellen und dergleichen muß betont werden, daß natürlich alle Aussagen wie die letale Dosis, maximale Arbeitsplatzkonzentration und ähnliches mit einem Unsicherheitsfaktor belastet sind. Sie geben aber wichtige Anhalte für den behandelnden Arzt. Man könnte genauso gut sagen: Es gibt keine allgemein bindende Sättigungsdosis für ein Medikament. Jeder hat seine individuelle Dosis. Wäre man konsequent, dürfte man keine Angaben über diese Größen machen. Zur Orientierung sind sie aber nicht zu umgehen. Leider fehlen diese wichtigen Angaben oft in der Literatur.

Weitere zu diesem Thema interessierende Fragen sind im Abschnitt über die Notwendigkeit der Einrichtung von Informationszentralen für Gifte diskutiert.

Notwendige weitere Arbeiten

In der Zukunft kann – es ist eine Fleißaufgabe – erreicht werden, daß beispielsweise Angaben der Inhaltsstoffe von Medikamenten, wie sie in der Roten Liste vorhanden sind, in die Dateien aufgenommen werden. Die Größe der Speichermöglichkeiten der Datenverarbeitungsanlagen läßt diese Erweiterung ohne Schwierigkeiten zu. Die hauptsächlichlichen Differentialdiagnosen eines Gebietes müssen aber im Datenbestand vorhanden und ansprechbar sein. Eine ›Vollständigkeit‹ der Daten wird sich nur sehr langsam erreichen lassen.

Wie bereits erwähnt, sind die ›Krankheitsgruppen‹ bei den Giften relativ gut durch die Bestimmung der vergiftenden Agentien festgelegt. Es ist aber fraglich, ob beispielsweise Äthylalkoholvergiftungen von Kombinationsvergiftungen, wie ›Äthylalkohol und Schlafmittel«, außer mit der Diskriminanzanalyse, getrennt werden können. Va-

liumvergiftungen wurden in der differentialdiagnostischen Computerliste immer relativ tief, an erster Stelle meist »Nichtbarbituratvergiftung« ausgegeben. Auch dies kann als ein Zeichen gewertet werden, daß Valiumvergiftungen durch den Computer oder auch klinisch von Nichtbarbituratvergiftungen nicht zu trennen sind. Valiumfälle wurden daher bei der Auswertung der Liste 1 mit Schlafmittelvergiftungen zusammengefaßt. Die Gruppen sind aber in dieser Liste getrennt ausgedruckt.

Auch Symptome von Krankheiten können mit dem gleichen Programm ohne Schwierigkeiten verarbeitet werden. Eine Vervollständigung des Datenbestandes durch Krankheiten des Magen-Darm-Traktes ist in Vorbereitung. Hier sollte die bereits vorgesehene Unterteilung der Symptome in *symptoms*, *signs*, *tests*, Röntgen- und biopsische Untersuchungen stattfinden. Man könnte die Wahrscheinlichkeit der Diagnose bereits nach der Feststellung der subjektiven Symptomatik festlegen und sehen, ob sie für die Krankheitsdiagnose ausreicht, und eventuell auf die übrigen Untersuchungen verzichten. Reicht die Wahrscheinlichkeit der Diagnose nicht aus, wird man sich der *signs* und *tests* bedienen, um sie erneut festzustellen. Bei diesem Vorgehen könnten dem Patienten eingreifende Untersuchungen mit Röntgenstrahlenbelastung oder Biopsien erspart werden. Im Hinblick auf die Belastung des Patienten, auf die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und auch auf den Kostensektor würden sich dadurch Einsparungsmöglichkeiten finden lassen.

Bei der hier beschriebenen Programmierung ergeben sich Schwierigkeiten bei Mehrfachdiagnosen. Die erwähnten Methoden, die u. a. LEDLEY angibt, haben den Vorteil, Mehrfachdiagnosen zu ermöglichen, dafür den Nachteil, daß eine große Zahl Krankheiten für den Datenbestand wegen der Menge der Kombinationsmöglichkeiten der gewichteten, möglichst harten Daten kaum zu erhalten und zu verarbeiten ist. Die von uns vorgesehene erneute Verarbeitung redundanter Symptome kann dieses Problem lösen helfen; sie werden daher als sogenannte nichtgefundene Symptome getrennt ausgegeben.

Ein noch nicht angeschnittenes Problem stellt die Anfügung weiterer Teile der Medizin an die bisherigen Dateien für den MEDIUC dar.

Mit statistisch untermauerten Wahrscheinlichkeitsansätzen erhält man immer eine »wahrscheinlichste« Diagnose. Sie wird bei der Diagnostik im Gebiet der Toxikologie nur richtig sein können, wenn es sich tatsächlich um eine Vergiftung handelt. Wenn nun, wie erwähnt, die Symptomatik der Erkrankungen des gastroenterologischen Fachgebietes hinzukommt, könnten in der Differentialdiagnostik Vergiftungen und Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes sich in vielen Fällen unnötig mischen. Es ist also empfehlenswert, eine Trennung der Erkrankungen in die genannten Gebiete vor der Ausgabe der Differentialdiagnose durch den MEDIUC vorzunehmen. Als Möglichkeiten für das Vorgehen bieten sich u. a. an:

1. *Symptoms*, *signs* und *tests*, die nur im Gebiet der Gastroenterologie und nicht in der Toxikologie auftreten. Diese können nach Markierung zur Trennung benutzt werden.
2. Die vorwiegende Lokalisation einer Symptomatik kann herangezogen werden. Beispielsweise dürften Erkrankungen des Mundes nur selten mit – von einer Vergiftung herrührenden – Dickdarmsymptomatik einhergehen u. ä.
3. Mit Hilfe der Diskriminanzanalyse können besonders gut zwischen den verschiedenen Gebieten diskriminierende Symptome herausgesucht und zur Trennung benutzt werden.
4. Man könnte versuchen, sämtliche Vergiftungen bzw. Erkrankungen auf dem Gebiet der Gastroenterologie als einheitliche »Superkrankheiten« aufzufassen und sie voneinander trennen.

5. Wenn man hinter den *symptoms, signs* und *tests* jeweils **sämtliche** Erkrankungen angibt, die diese Erscheinungen haben, kann man versuchen, sie nach **Wahrscheinlichkeiten** voneinander zu trennen.

Hier ist noch Neuland für den MEDIUC zu betreten. Allein die Erstellung der notwendigen Dateien dürfte nach Schätzungen von REISSNER (1967) 500–600 Mannjahre in Anspruch nehmen!

Sind konventionelle Methoden durch automatisierte Informationsübertragungsverfahren abgelöst worden, kann ein Stop des Informationsflusses oder gar ein Informationsverlust unabsehbare Folgen haben. Je komplexer die Anlage und je vielfältiger der Programmkatalog, desto größer die Möglichkeit des Auftretens von Störungen (REICHERTZ 1969).

FORTRAN als Programmiersprache gibt die Möglichkeit einer einfachen Umstellung auch auf andere Maschinentypen. Der Kernspeicheraufwand ist in der unteren Stufe des MEDIUC mit den geschätzten Gewichten relativ klein. Er nimmt für den EADS-Signifikanzindex zu und ist noch stärker ausgeprägt bei der Diskriminanzanalyse. Die Verwendung von Bändern für die Diagnostik würde zuviel Zeit benötigen, so daß ein direkter Zugriff notwendig erscheint, wie er bei Platten und Trommeln möglich ist. Eine Beschleunigung der Diagnostikläufe hat sich durch größere Maschinen ergeben. Eine *overlay structure* der Programme kann den Kernspeicherbedarf in erträglichen Grenzen halten (s. S. 231).

Die ärztliche Verantwortung und Maschinendiagnose-Gläubigkeit

Da Ferndiagnosen nicht angebracht sind, bleibt bei der Auskunft mit dem MEDIUC der behandelnde Arzt verantwortlich für den Kranken und entscheidet, ob er die Auskunft annimmt, danach handelt oder sie verwirft. Keinem diagnostizierenden Arzt und keinem Laborinstitut wird angeraten, den Prozentsatz ihrer richtig diagnostizierten Ergebnisse von Kommissionen überprüfen zu lassen, wozu sich jederzeit die Möglichkeit bieten würde. Labordaten bedeuten beispielsweise in der Enzym- oder Serumdiagnostik häufig direkt »die Diagnose«. Forderungen dieser Art werden aber an die mit Computer arbeitenden Ärzte gestellt – ein Präzedenzfall! Die verantwortungsvoll Handelnden selbst nennen die Listen der von Computern ausgegebenen möglichen Differentialdiagnosen sehr richtig und vorsichtig eine Gedächtnisstütze, eine Hilfe für den Arzt. Sie sprechen nicht wie selbstverständlich sonst von ihren Diagnosen, die sie als richtig unterstellen. Zu unterstützen ist die Forderung, daß die Krankheits-Symptom-Matrizen für die Differentialdiagnosen des MEDIUC so vollständig sein sollten, daß keine wichtigen fehlen (KOLLER 1969a). Andererseits wäre zu überlegen, ob man bei dieser notwendigen, aber leider nicht immer eingehaltenen Zurückhaltung der mit Computerhilfe in der Diagnostik Tätigen noch zusätzliche Forderungen stellen sollte, die auch auf andere ärztliche Tätigkeiten ausgedehnt werden könnten! Hängt es doch von den Computerunterlagen benutzenden, am Krankenbett tätigen Ärzten ab, die ihre Patienten allein kennen, ob sie – wie bereits erwähnt – die Ergebnisse des Computers annehmen. Genau wie die Laboratoriumsbefund-Gläubigkeit abgelehnt wird, kann man eine Maschinendiagnose-Gläubigkeit anprangern.

Zunächst sollten die Computermöglichkeiten zur Erprobung eingesetzt werden, um dadurch am Ende alle an eine computerunterstützte Diagnostik zu stellenden Forderungen zu erfüllen. Auf die bereits im Hinblick hierauf vorgenommenen Tests mit unserem Programm wurde auf S. 179 hingewiesen. Die Hauptfrage bei der Computerdiagnostik,

wie bei der allgemeinen überhaupt, lautet: Wieviele Krankheiten haben ähnliche *symptoms, signs* und *tests* und wieviele kann man voneinander sicher trennen? Ist es nötig, alle zu trennen? – wobei der Hauptgrund ein wichtiger therapeutischer Unterschied zwischen den Krankheiten sein muß.

Die hier vorgelegten Ergebnisse wurden erhalten, ohne auf prospektive Krankenblattbehandlung zu warten, ohne darauf zu warten, daß der Computer eine Form erreicht, die den medizinischen Bedürfnissen mehr entgegenkommt, als es bis jetzt der Fall ist. Sie wurde angegangen, ohne daß eine medizinische Sprache besteht, die der Computertechnik angepaßt ist. Sie wurde angegangen, ohne daß Labordaten so angelegt sind, daß sie genügend sichere Informationen bieten. Kurz, sie wurde angegangen zu einer Zeit, in der noch nichts dafür sprach, daß größere Aussichten auf diesem Gebiet bestanden, zu Ergebnissen zu kommen, die verwertbar sein könnten.

Da der Denkprozeß bei der medizinischen Diagnosebildung bisher nicht bekannt ist, kann er auch nicht in den Begriffen eines Computerprogramms dargestellt werden. Sehr hoffnungsvoll hat sich in dieser Richtung von NEUMANN geäußert. Eines Tages stellte im Institut für Advanced Study in Princeton eine Dame im Auditorium die Frage: »But, of course, a mere machine can't really think, can it?« Obwohl VON NEUMANN versucht hatte, dies mit einer Geste abzutun, blieb die Dame bei ihrer Frage. So drehte er sich um und sagte: »Look here. You insist that there is something a machine cannot do. If you will tell me precisely what it is that a machine cannot do, then I can always make a machine which will do just that.« Auf die Frage, ob eine Maschine wirklich denken kann, soll aber hier nicht eingegangen werden.

Hüten muß man sich davor – KURTZKE (1967) hat darauf hingewiesen – daß die Benutzung von Computern zur Wiedergabe von Schlußfolgerungen führt, die sich aus dem Text nicht ableiten lassen. Die Computer erfordern sicher mehr Vorsicht bei der Versuchsanlage und Fehlerkontrolle der Datenverarbeitung als nichtelektronische Maßnahmen, da die Originaldaten auf die Dauer für eine detaillierte Wiedergabe häufig zu umfangreich sind und die »Black-box«-Eigenschaft des Computers die Zwischenstufen zwischen *input* und *output* weitgehend verbirgt. KURTZKE meint, daß ein elektronisches Wiederauffinden von Daten aus Krankengeschichten, die in Umgangssprache abgefaßt sind, in Routineanlagen undurchführbar ist; ebenfalls erscheint ihm eine umfassende Computerdiagnostik unerreichbar. Er meint, am Beispiel der multiplen Sklerose gezeigt zu haben, daß die Reaktionsmöglichkeiten des Körpers auf verschiedenartigste Noxen allzu beschränkt sind, um genügend unterscheidbare klinische Zeichen und Symptome bzw. Symptombilder für eine Computerauswertung hervorzubringen. Gegen diese Anschauung sprechen unter anderem die Ergebnisse dieser Arbeit. Prinzipiell ist es besser, vor theoretischen Erörterungen eine ausreichende Versuchsanordnung festzulegen und entsprechende Versuche zu machen, als sich Spekulationen hinzugeben oder gar einen Versuch aus nicht experimentell belegten Gründen zu unterlassen.

Arzt und Computer

»Heute kann man unter den Ärzten zwei Gruppen unterscheiden, deren Einstellung das allgemeine Verhalten gegenüber elektronischen Datenverarbeitungsanlagen wiedergibt: Die einen erwarten von diesen Geräten mehr, als sie zu leisten in der Lage sind, die anderen »halten nichts davon«. Letzteres tritt besonders dann ein, wenn versucht worden ist, ein bestimmtes Problem mit dem Computer zu bearbeiten und die Erstellung und Testung des Programms wesentlich mehr Zeit in Anspruch genommen hat als man erwartet hat. Denn obwohl der Begriff des Programmierens geläufig ist, findet man doch immer wieder die Vorstellung, daß man die Daten einfach in die Maschine hineinfüttert und die gewünschten Ergebnisse herausbekommt.

Eine ablehnende Einstellung wird manchmal auch dadurch begünstigt, daß, wenn endlich die Ergebnisse verfügbar sind, die statistischen Analysen nicht mehr sagen als man vorher bereits gewußt hat (in diesem Falle ist die Frage berechtigt, ob der Einsatz eines Elektronenrechners sinnvoll gewesen ist). Die Meinungen werden prononcierter, sobald das Problem der Computerdiagnostik erwähnt wird. Übergroßer Enthusiasmus und krasse Ablehnung sind nicht selten. Die Ablehnung wird dadurch begünstigt, daß die ersten Versuche einer computerunterstützten Diagnostik zwangsläufig zunächst stümperhaft erscheinen« (REICHERTZ 1967).

Bei der Anwendung von Computern in der Diagnostik und Therapie kann es sich nur um eine Unterstützung für das Gedächtnis des Arztes handeln. Während der Arzt sich heutzutage in schwierigen Fällen in einem Lehrbuch berät oder viel Literatur von Hand heraussuchen muß, kann der Computer ihm die gewünschten Unterlagen in wenigen Minuten zur Verfügung stellen. Er kann darüber hinaus Gewichtungen, Wahrscheinlichkeitsaussagen und Diskriminanzanalysen vornehmen. Der Arzt wird aber durch den Computer weder ersetzt noch überflüssig gemacht. Er muß seine Anamnese, Inspektion, Palpation, Auskultation, Röntgen, Labor- und bioptischen Untersuchungen nur exakter und vollständiger vornehmen, möglichst nach Erhebungsbogen, weil dadurch die Sicherheit der Aussage des MEDIUC steigt. Es liegt auch an ihm, die Programmbefehle und den Datenbestand festzulegen. Es diagnostiziert also auch mit dem Computer der Arzt! Er muß weiter den *output* des Computers bewerten. Daß eine Computerunterstützung für den Arzt von Wert ist, kann nach den Ausführungen in dem Kapitel über Fehldiagnosen nicht fraglich sein. CLENDERING u. HASHINGER (1947) sagen beispielsweise: »Wie soll ich mich gegen die Unvollständigkeit schützen, die ich nicht kenne? Aber es ist mir aus Erfahrung bekannt, daß die am brilliantesten Diagnostizierenden in meiner Bekanntschaft diejenigen sind, die sich an die meisten Möglichkeiten erinnern und sie feststellen.« Hier kann der Computer helfend eingreifen.

FEINSTEIN (1967) meint, der Kliniker fürchtet, daß der Computer die Kunst der klinischen Medizin zerstören könne. Der Computer würde aber nur die Kunstsprache, den Mystizismus, die Intuition, die nicht untermauerten Entscheidungen und den trügerischen Teil der Wissenschaft zurückdrängen, die heute als klinische »Kunst« betrachtet werden. Dagegen würde die subtile sensorische Perzeption, die intellektuelle Einbildungskraft und emotionale Sensitivität, die für den Umgang mit den Kranken und die klinische Behandlung des Patienten notwendig sind, nicht vom Computer ersetzt werden können. Wohl aber wird der Arzt ihm alle Tätigkeiten übertragen, die die Maschine besser ausführen kann als er selbst. Er wird vielleicht nicht selbst einen Computer für sich haben, aber viele Kollegen können sich zusammenschließen zu einem Zweckverband oder aber, wie heute beim Telefon, Computerzeiten für *teleprocessing* in Rechenzentren mieten. Nach LEIBER (1969) wird sich der Computer zwischen Arzt

und Patienten schieben, aber nur wie eine Brille, ein Stethoskop oder ein Lehrbuch. U. a. könnte die Auffassung des ärztlichen Denkens und Handelns als Kunst – das einleitende Motto deutet dies an – zusammen mit einigen anderen Ursachen ein Hemmnis für die Einführung der Informations-Technologie in die Medizin sein.

Häufiger wird die Tatsache angeführt, daß manche Patienten und Krankheiten ganz einfach nicht auf unpersönliche Behandlung reagieren! Die Maschine soll sich nicht zwischen den Arzt und Patienten stellen, sie kann ihm Arbeit abnehmen, ihm seine Tätigkeit erleichtern und dadurch mehr Zeit für das persönliche Gespräch zur Verfügung stellen. Wird das aber in Zukunft der Fall sein?

Sicher kann durch das Fortschreiten der Technik eine immer mehr um sich greifende Hilflosigkeit mancher Mediziner gewissen Situationen gegenüber auftreten, wenn sie sich ihrer technischen Hilfsmittel beraubt sehen (BEIER u. GLASZ 1962). Wenn sich aber die Zahl der Fehldiagnosen und damit auch ein Teil der Fehlbehandlungen von Patienten reduzieren ließe, wäre diese Unannehmlichkeit durchaus in Kauf zu nehmen. Nach dem heutigen Stand der Technik kann man kaum erwarten, daß die Installation eines Computers in einer Klinik zur Geldersparnis führt. Ansätze für eine Kostensparnis bieten sich auf den Gebieten der echten, bisher nicht verwirklichten Kostenberechnung, der Menüplanung, des Nichtvergessens von erbrachten Leistungen durch bessere Erfassung, durch kürzeren Klinikaufenthalt u. a. Man erhält eine Verbesserung des Informationsflusses, schnelleres Arbeiten und Einsparung von manueller Schreibeinheit um 50% (RANKIN 1968) beispielsweise durch Laborautomation oder den automatisierten Arztbrief. Dieses kommt natürlich auch den Patienten zugute, ist aber nicht in Mark und Pfennig auszudrücken.

Die Notwendigkeit der Einrichtung von Informationszentralen für Gifte mit Computerunterstützung

Die allgemeine Zunahme der Vergiftungen hat dazu geführt, daß in vielen Ländern Auskunftstellen eingerichtet wurden oder geplant sind. Als eine der modernsten Auskunftstellen für Vergiftungen gilt das vom Schweizerischen Apotheken-Verein eingerichtete »Toxikologische Informationszentrum« in Zürich. Innerhalb des ersten Jahres erreichten dieses Zentrum mehr als 3000 Telefonanrufe. 74% aller Anrufe kamen von Privat- oder Krankenhausärzten, nur 16% von Laien. Ähnlich wie in den USA zeigte sich auch in der Schweiz, daß rund 60% aller Vergiftungen bei Kindern unter 5 Jahren auftreten, berichtet die »Weltumschau« in der Allgemeinen Homöopathischen Zeitung. Eine im Herbst 1965 herausgegebene Schrift (KARLSSON) weist darauf hin, daß die Anzahl der Fälle von zufälligen Vergiftungen in den letzten 20 Jahren fortlaufend zugenommen hat. Es ist anzunehmen, daß in jedem Jahr in Schweden mit einer Bevölkerung von 7,6 Millionen mehr als 4000 Fälle von zufälligen Vergiftungen bei Kindern unter 5 Jahren vorkommen. Der Hauptgrund für das Anwachsen der Häufigkeit der Vergiftungen ist die rasche Zunahme der Anzahl von Arzneimitteln und chemischen Präparaten für den Hausgebrauch. In Schweden gibt es zwischen 40 000 und 50 000 mehr oder weniger toxische Haushaltspräparate und die Zahl der Arzneimittel, die in Form von überzuckerten Dragees zu erhalten sind, übersteigt 3000. Jedes einzelne Präparat mag zu irgendeiner Zeit von einem Kind aufgenommen werden und eine Vergiftung hervorrufen.

Bei Kindern sind Gipfel in dem Eintreten der Vergiftungen zwischen 9 und 11 Uhr vormittags und 16 und 17 Uhr nachmittags zu erkennen (KARLSSON 1965). Ähnliche Feststellungen hat man auch in den USA gemacht. Die Anfragen bei Vergiftungen betrafen Haushaltsmittel mehr als doppelt so häufig wie Arzneimittel. Anfragen, die Vergiftungen durch Pflanzen zum Anlaß hatten, waren wiederum nur halb so häufig wie Anfragen, die sich auf Arzneien bezogen. In Schweden verfügt die Auskunftzentrale über 7000 Karten chemischer Präparate, Arzneimittel und Pflanzen. Eine Datenverarbeitung mit Computer ist vorgesehen.

Die Häufigkeit der Anrufe hat in dem schwedischen Giftinformationszentrum von 1960 an kontinuierlich zugenommen. 1964 wurden etwa 4500 Anrufe im Jahr registriert. Ein Schlußrapport einer schwedischen Expertengruppe, »SIURA« genannt, wurde Ende 1967 in Schweden herausgegeben. Hier wird einerseits ausführlich über die Statistik einer Giftinformationszentrale und über die Datenbehandlung mit dem KWIC-Index berichtet*.

Über einige Aspekte der Vergiftungen im Kindesalter berichtet HENSEL (1968) in einer Dissertation.

Kein einzelner Arzt kann über die Substanzen Bescheid wissen, die in Präparaten enthalten sind, über ihre Toxizität, die Symptome und Behandlung. Daher ist die Notwendigkeit von Informationszentralen offensichtlich.

Zur Auskunftserteilung verwendete Karteien sind nach KOLLER (1968) – von einer gewissen Größe der Kartei ab – unhandlich, und sie haben den Nachteil, daß eine einmal falsch eingeordnete Karte praktisch für immer verloren ist. Aus diesen Gründen bietet sich der Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung an. Dazu kommt eine größere Flexibilität der Abfragemöglichkeiten durch den Computer. Die elektronische

* Fräulein B. KOLMODIN bin ich für die Überlassung der Unterlagen zu Dank verpflichtet.

Datenverarbeitung wird unumgänglich, wenn versucht werden soll, Ärzten in unklaren Vergiftungsfällen eine Gedächtnisstütze für ihre Diagnostik anzubieten.

Schnellnachweise sind nur bei einem kleinen Teil von Vergiftungen möglich, beispielsweise bei Kohlenoxydvergiftungen oder bei anderen ausatembaren Stoffen mit Hilfe der Dräger-Röhrchen, wobei aber nicht zu übersehen ist, daß beispielsweise der Kohlenoxydgehalt im Blut wieder normal sein kann, obwohl Bewußtlosigkeit weiter besteht.

Die meisten Anfragen bei Giftinformationszentralen beschäftigen sich etwa mit den Fragen:

Welche Inhaltsstoffe hat das inkorporierte mögliche Gift? Ist die verschentlich oder absichtlich genommene Dosis giftig? Was ist dagegen zu tun?

Häufige Anfragen betreffen die von Kindern eingenommenen, sichtbar zur Erinnerung an die tägliche Dosis herumliegenden Antibabypillen oder inkorporierte Haushaltsmittel (PIRTKIEN 1969b).

Wegen der Menge der erwähnten, als Giftstoffe in Frage kommenden Substanzen, über die Angaben teilweise noch nicht gespeichert oder vorhanden sind, werden die Auskünfte mit dem Computer für die nähere Zukunft nicht vollständig sein können. Es müssen aber die notwendigen Speicherplätze für zusätzlich einzugebende Teile der Dateien vorgesehen und organisiert sein. Ausdrücke dieser Dateien nach sinnvollen Ordnungsprinzipien vorgenommen, ermöglichen zusammen mit verschiedenen Lexika Auskünfte ohne direkte Einschaltung einer Maschine.

Der Programmaufbau muß bei Anfragen, die einen bekannten Giftstoff zur Grundlage haben, einen sofortigen Zugriff zu den einzelnen Dateien ermöglichen. Die Auskunftserteilung erfordert daher die Organisation der Dateien auf Magnetplatten, da entsprechende Bänder eine längere Suchzeit mit Abspulen eines ganzen Bandes bedingen könnten. Die Auskünfte mit den beschriebenen, jeweils dem Giftstoff zugeordneten Dateien A) für den MEDUC und B) für die anderen Auskünfte lassen sich mit den gleichen Programmteilen geben. Das Diagnostikprogrammsystem kann also auch für das Aufsuchen und Ausdrucken der unter B) genannten Unterdateien benutzt werden. Ebenso können die Eingaben neuer Daten in die Dateien A) und B) und auch das ausgedehnte Programm »AFENDERN« für beide Dateisysteme benutzt werden – eine erhebliche Arbeitersparnis durch einheitliche Organisation. Diese Programme erlauben das Hinzufügen von neuen Giftstoffen mit allen Symptomen und sonstigen Angaben, Gewichten und Zählern, die Zusammenlegung zweier Giftstoffe, das Streichen eines Giftstoffes mit allen zusätzlichen Angaben, das Streichen eines Symptoms oder einer Zeile und das Ersetzen einer Zeile durch einen anderen Text usw. Dadurch ist eine Vergrößerung und Pflege der Dateien möglich.

Die schnellen Veränderungen des Marktes für Arzneien, Haushaltsmittel und sonstige Industrieprodukte bedingen eine fortlaufende Beschäftigung mit den Dateien, um nach möglichst weitgehendem Finarbeiten der vorhandenen Angaben einigermaßen den Änderungen des Angebotes zu folgen. Hierbei bietet sich eine Arbeitsteilung der Giftinformationszentralen an. Jede Auskunftsstelle sollte ein bestimmtes Gebiet bearbeiten. Nach Computerauswertung können die Arbeitsergebnisse an alle koordiniert zusammenarbeitenden Informationsstellen vervielfältigt weitergeleitet werden.

Unter zu einem Teil realisierten Bedingungen kann sich die Giftinformation mit Computerunterstützung wie folgt abspielen:

1. Handelt es sich um Auskünfte, die beispielsweise die toxische Dosis, die Inhaltsstoffe eines Haushaltsmittels, die Therapie bei bekanntem Giftstoff u. ä. zum Inhalt haben, dann kann diese Auskunft mit den Standardlexika und Dateiausdruck-

ken erteilt werden. Diese sind per Programm vom Computer erstellt und ausgedruckt worden.

2. Handelt es sich dagegen um Auskünfte, die mit Lexika und Ausdrucken nicht zu beantworten sind, muß der Computer eingesetzt werden, der eine flexible »Kombinatorik« erlaubt. Hierbei kann es sich beispielsweise um folgende Fragen handeln: Welche Giftstoffe bewirken Leberschäden, welche Haarausfall? Durch welche Gifte ist ein Maler gefährdet? Bei Fragen dieser Art müssen Teile des Diagnostikprogramms angewendet werden. Es wird bei der Frage nach der Gefährdung des Malers die Nummer für Maler aus einem Lexikon eingegeben und die Datei für den gefährdeten Personenkreis auf der Platte in Sekunden abgefragt. Dadurch erhält man die Angabe, mit welchen Giftstoffen diese Berufsgruppe in Berührung kommen kann. Die in Frage kommenden Substanzen werden dann ausgedruckt. Bei der Anfrage »Leberschaden« oder »Haarausfall« wird die gesamte Differentialdiagnose dieser Symptome ausgegeben. Die gleichzeitige Eingabe eines zweiten oder dritten Symptoms wird die Differentialdiagnose beeinflussen. Dadurch kann ein programmierter Unterricht für Studenten auf diesem Gebiet ermöglicht werden, wenn ein Dialogsystem vor das Diagnoseprogramm geschaltet wird. Schließlich kann auch der ganze MEDUC in Tätigkeit treten und eine Liste der bei der Gesamtsymptomatik aufzuführenden differentialdiagnostischen Möglichkeiten ausdrucken, ebenso auch die gesamten Angaben über die einzelnen Giftstoffe.

Im Idealfall ist die Giftinformationszentrale über eine Leitung mit einer Schreibmaschine (einem sogenannten *terminal*) oder einem Schirmbildgerät mit Tastatur »*real time*«, d. h. im direkten Zugriff, mit dem Computer verbunden. Diese Anordnung erfordert eine Maschine, die die Möglichkeit bietet, Programmprioritäten festzulegen, laufende Programme zu unterbrechen und den Kernspeicher zeitweise zu räumen (*roll out, roll in*).

Es ist aber auch folgende Anordnung möglich: Bei Anfragen, die, wie erwähnt, nicht mit den durch den Computer erstellten Lexika und Ausdrucken beantwortet werden können, müssen die beschriebenen Steuerkarten gelocht werden. Sie enthalten vor allem den Namen der anfragenden Stelle, die Nummer des Patienten und die Symptom- oder Zeilennummern der für die Anfrage einzugebenden Lexikonnummern. Die Angaben für die Lexika, wie Symptome oder Deskriptoren, erhält die Informationsstelle von dem anfragenden Arzt. Unmittelbar nach der Anfrage wird die Bereitstellung eines Kernspeicheranteils eines Computers (einer *partition* einer IBM/360-50) im Rechenzentrum beantragt, die innerhalb weniger Minuten bis maximal einer halben Stunde erfolgen kann. Während dieser Zeit kann die Durchgabe der oben genannten Angaben für die Steuerkarten an das Rechenzentrum erfolgen, wo die Karten abgelocht werden. Um Übermittlungsfehler weitgehend auszuschließen, werden besondere Sicherungen eingeführt, u. a. Modulo 10 (IBM Form 79953). Danach erfolgt der Datenlauf und die Rückmeldung der Ergebnisse an die Auskunftstelle, die sie nach Prüfung an den Anfragenden weitergibt (PIRTKIEN 1969b). Der Einsatz eines *terminal* ist für ein *teleprocessing* von uns erfolgreich erprobt worden (s. S. 231).

An Laien werden nur notwendige Sofortmaßnahmen mitgeteilt, beispielsweise bei peroralen Vergiftungen: Trinken von Salzwasser, bei Kindern mit Himbeersaft, um das Gift einerseits zu verdünnen und andererseits zum Erbrechen zu reizen. Im übrigen werden sie auf die notwendige ärztliche Versorgung hingewiesen.

Ausblick

KOLLER (1969b) meint in einem Aufsatz, der sich mit der Frage beschäftigt, wann ein MEDIUC für die Praxis anwendungsreif ist, daß eine Vorstellung darüber entwickelt werden muß, ob eine Computerhilfe in der Diagnostik bei verschiedenen Zentren unterschiedliche Ergebnisse bringen soll und darf. Auch wenn sie im großen und ganzen übereinstimmen, könnten doch bei Eingabe der Symptome desselben Kranken in verschiedenen Systemen merkliche Unterschiede in den Wahrscheinlichkeiten oder in der Reihenfolge der Diagnosenwertung zutage treten.

Zur Vergiftungsdiagnose speziell meint KOLLER: »In der Diskussion wird oft gesagt, für die häufigen und jedem Arzt in der Symptomatologie geläufigen Krankheiten sei keine Computerhilfe erforderlich (hierzu sei auf die Anzahl der Fehldiagnosen hingewiesen; d. Verf.), man brauche sie nur für ungewöhnliche und schwer zu diagnostizierende Krankheiten.« Das erscheint durchaus plausibel. Als das wichtigste Beispiel hierfür ist nach KOLLER die Vergiftungsdiagnostik zu nennen. Hier liege zweifellos ein ganz besonders geeigneter Problemkomplex vor. Die Eignung beruht auf folgenden Fakten:

- a) Es gibt eine für den Einzelnen längst nicht mehr überschaubare Fülle von Vergiftungsmöglichkeiten mit Giften, die im Haushalt, in landwirtschaftlichen und industriellen Betrieben im Gebrauch sind. Die Phantasienamen lassen die Wirkstoffe nicht erkennen.
- b) Es sind sehr umfangreiche Karteien erforderlich, um die Zusammensetzung der Mittel, die Identifizierungsmerkmale, die Nachweisverfahren, die möglichen Giftstoffsynonyme in Zeit- und Dosisabhängigkeit und die Behandlung zu Auskunftszwecken schnell zur Hand zu haben.
- c) Im Ernstfall gibt es sehr viele verschiedenartige Informationssituationen mit unterschiedlichem Auskunftsbedürfnis. Manchmal ist ein Handelsname bekannt, manchmal das Aussehen der Tablette oder nur das Symptombild. Oft will man nur wissen, ob das Präparat schädlich sein kann und ob und welche vorbeugenden Maßnahmen man treffen muß, wobei das Präparat nicht immer sicher definiert wird. In anderen Fällen muß aus dem Symptombild zunächst die Diagnose abgeleitet werden (KOLLER).

Bei dieser Vielfalt der möglichen Such- und Zusammenstellungsprozesse ist eine elektronische Datenverarbeitung die geeignetste Arbeitsmethode. Wenn diese Aufgaben erst einmal in einem Programm bewältigt sind und die außerordentliche Dateneingabe in das Speichersystem vollzogen ist, wird hier ein unentbehrlicher EDV-Anwendungsbereich erschlossen sein. KOLLER (1969b) führt dann weiter aus:

»Zuverlässigkeit in der Computerauskunft heißt natürlich nicht, daß von der Maschine lauter richtige Diagnosen gestellt werden sollen; dazu ist sie ja gar nicht da. Man soll sich aber auf die Vollständigkeit der in die engere Wahl einbezogenen Differentialdiagnosen und gegebenenfalls auf ihre Abstufung zum Beispiel nach Wahrscheinlichkeiten verlassen können. Keinesfalls darf eine wichtige Differentialdiagnose fehlen. Diese Forderung ist für die Anwendungsreife eines diagnostischen Systems schlechthin unabdingbar. Aber gerade hier bestehen ernste praktische Schwierigkeiten.« Hiermit meint KOLLER (1969b), daß es beispielsweise bei der Diagnostik von Vergiftungen Voraussetzung ist, daß es sich überhaupt um eine Vergiftung handelt. Wie erwähnt, bezeichnet er ein solches System als ein offenes. Anders ist es, wenn abgeschlossene Systeme vorliegen, wie bei der Ekg- und Labordiagnostik. Fachgebietsdiagnostik mit Computerunterstützung könnte danach unmöglich werden. Die Computeranwendung verlangt grundsätzlich ein perfektioniertes System. Ähnlich äußerte sich

KOLLER auch in Bad Nauheim auf dem 16. Biometrischen Kolloquium im Februar 1969. Nur nach Prüfung der Diagnosen-Symptom-Matrizen und zahlreichen überwachten Kontrollen, bei denen eine festgelegte Fehlerquote nicht überschritten wird, kann ein Computersystem zur allgemeinen diagnostischen Auskunftserteilung zugelassen werden.

Die Diagnose ist ein wertender Vergleich der beim Kranken erhobenen Befunde mit Beschreibung von – oder Erinnerung an – Symptomkombinationen, die als Krankheitseinheiten gesehen werden. Als Differentialdiagnose wird die Aufzählung von mehreren in Frage kommenden Krankheiten in der Reihenfolge der Wahrscheinlichkeit ihres Vorliegens bezeichnet (REICHERTZ 1966). Es besteht heute kein Zweifel daran, daß der Computer eine gute differentialdiagnostische Liste erstellen kann, besser als sie das menschliche Gedächtnis je in dieser Kürze der Zeit und Präzision hervorbringen kann. GUSTAFSON (1963) meint, daß es wichtiger sei, eine vollständige Liste der differentialdiagnostischen Möglichkeiten vom Computer erstellt zu bekommen als die richtige Diagnose.

GUSTAFSON u. THROCKMORTON (1965) veröffentlichten einen aufschlußreichen Vergleich über die Diagnostik von vier Ärzten bei Herzfehlern im Vergleich zur Computerdiagnose:

Tabelle 29

	1. Auswahl, korrekte Diagnose	2. Auswahl, korrekte Diagnose	Erwähnt in d. Differential- diagnose	nicht erwähnt	Durchschnitts- wert
4 Ärzte Checkliste	36	11	17	36	1,47
Computer Checkliste	44	11	33	11	1,89

In diesem Artikel meinten GUSTAFSON u. THROCKMORTON, daß hochspezialisierte Ärzte eine größere Anfangsgenauigkeit in der Diagnostik als der Computer haben, daß aber der Computer weniger Fehler macht.

Es besteht kein Zweifel, daß man mit einem Computer Diagnostik betreiben kann. Die Problematik, die beim MEDIUC für die Zukunft im Vordergrund steht, ist die des modus procedendi. Die computerunterstützte Diagnostik ist aber im weiteren Rahmen der allgemeinen zukünftigen Entwicklung in der Medizin zu sehen, so daß hier ein kurzer Ausblick gestattet sei. Prospektive Aussagen über eine Zeit, die in der ungewissen Zukunft liegt, sind natürlich mit einem unbestimmbaren Unsicherheitsfaktor belastet. Sie können nur spekulativer Natur sein. Es handelt sich – um ein Gleichnis zu benutzen – um einen Schrotschuß, von dem möglicherweise einige Kügelchen Treffer sein können.

Man kann aber der Ansicht sein, daß der Arzt in Zukunft sich mehr Wissen wird aneignen müssen, und zwar besonders auf dem Gebiet der Naturwissenschaften. Programmierbares Lernen wird dadurch notwendig werden. Die Technik wird überhaupt neue Bereiche der ärztlichen Tätigkeit erobern und damit den stärker technisch orientierten Arzt kreieren.

Eine der zukunftssträchtig erscheinenden Einrichtungen hat COLLEN (1963, 1964, 1965) mit seiner Institution in der Nähe von San Franzisko mit Hilfe der Kaiser-Foundation geschaffen. Ausführlich wurde davon auf S. 132 ff. berichtet.

Eine »cluster care« in Form von Ambulatorien, die eine Gruppenpraxis mit optimaler Ausnutzung der teuren Apparaturen ist, läßt eine computergesteuerte »Fließbandmedizin« überhaupt erst wirtschaftlich erscheinen. In einem Leitartikel des *British Medical Journal* wird im Mai 1964 ausgeführt, daß man hofft, die Ärzte werden im Stande sein, den Gebrauch des Computers zu lernen und ihre eigenen Programme zu schreiben, da Mediziner leichter das Programmieren erlernen können, als ein sich mit Elektronik befassender Ingenieur die Medizin.

Auf dem Gebiet der Röntgendiagnostik wird weiter automatisiert werden. Die Durchleuchtung beispielsweise kann durch Fernbedienung und Aufzeichnung der Ergebnisse auf Filme oder Ampex entpersönlicht werden. Nach einer Beschreibung von REICHERTZ (1967) sitzt der befundende Radiologe der Zukunft vor einer speziellen, mit Kathodenstrahlröhre (IBM 2760) versehenen Ein-/Ausgabe-Vorrichtung, die mit dem Computer für einen Dialog in Verbindung steht. Er bestimmt durch ein Signal, um welche radiologische Untersuchungsmethode es sich handelt. Es können dann bei den BROLIN- und LODWICK-Versuchen (gynäkologische Radiologie, nach REICHERTZ 1967) in einem Diapositiv die möglichen pathologischen Befunde dargestellt werden. Der befundende Arzt wählt das entsprechende Bild, das dann vom Computer in den üblichen Text umgesetzt wird. Bei einem anderen System werden dem befundenden Radiologen zunächst die verschiedenen anatomischen Lokalisationen, die die entsprechende Untersuchungsmethode umfaßt, dargestellt. Er wählt das Gebiet aus, das er beschreiben möchte, und erhält dann eine Tabelle mit den möglichen pathologischen Befunden. Eine weitere Tabelle ermöglicht ihm die Auswahl zusätzlich beschreibender Ergänzungen (bösartig, gutartig, klein, groß usw.). Ist eine Region oder Läsion beschrieben worden, kann wieder die anatomische Tabelle angefordert werden usw. Zum Schluß wird dem Radiologen sein aus den einzelnen Informationen zusammengesetzter Befund vorgeführt. Er kann letzte Korrekturen oder zusätzliche Vorschläge machen. Die röntgenologischen Befunde können in präziser, gleichlautend codierter Form erhalten und gespeichert werden. Weiterhin können sie direkt durch zusätzliche Fernausgabeeinrichtungen sofort an die entsprechenden Stationen weitergegeben werden. Dadurch wird manchmal der Patient noch nicht auf der Station angekommen sein, wenn dort bereits sein Befund vorliegt. Das in den USA in Entwicklung befindliche *Clinical Decision Support System* (CDSS) geht bei gleicher Anlage darüber weit hinaus und will, wie erwähnt, dem Arzt Routinen, wie Anamnese, Auswahl der *tests*, Arztbriefe und anderes, abnehmen.

Die Isotopentechnik wird einen größeren Raum in der Diagnostik einnehmen, wenn mehr Atommeiler billiges Material mit sehr kurzen Halbwertszeiten über kürzere Entfernung vom Verbraucher zur Verfügung stellen werden. Stellt sich beispielsweise ein Organ oder eine Läsion mit einem Isotop nur mit einem anderen Organ zusammen dar und läßt sich dieses Organ mit einer unterschiedlichen Substanz allein markieren, kann die Aktivität des gesunden oder nicht interessierenden Organs vom Summationsbild abgezogen und das interessierende Gebiet vom Computer herausgearbeitet werden (REICHERTZ 1967). Der Computer wird auch in der Berechnung der Strahlenbelastung verstärkt eingesetzt werden.

Die Erhaltung der Homöostase, bei der Computer die notwendigen Infusionen berechnen, um Entgleisungen schnell wieder auf die Norm einschwingen zu lassen, wird eine größere Rolle spielen. Auch bei der Eliminationstechnik werden Computer im Laboratorium eingesetzt werden. Die Dauerüberwachung an Regelgeräten wird bei akuten Krankheiten schwerer Art die Norm sein. Neben der Homöostase wird die Gesundheit durch die Funktionstüchtigkeit von Organen bedingt. Der Organersatz wird dabei einen immer breiteren Raum einnehmen müssen.

Im öffentlichen Gesundheitsdienst werden Computer für die Prophylaxe, die mehr im

Vordergrund stehen wird als heute, eingesetzt werden. Bei der medikamentösen Behandlung werden die Computer die Häufigkeit von Medikamentschäden mit berücksichtigen. Risikofaktorenregister werden die Patienten schützen helfen.

Die Anzahl der Fehldiagnosen in den Kliniken liegt bei den Grundkrankheiten – wie einleitend ausgeführt wurde und bereits in einer Zeitschrift zu lesen war – bei etwas über 20%. Verbesserungen werden sich dadurch ergeben, daß mehrere Untersucher mit einheitlichen Erhebungsbogen unabhängig voneinander untersuchen und die Ergebnisse aufeinander abstimmen. Fehlerkontrollen und Vorschlagslisten durch Computer u. a. bei und für Laborbestimmungen werden eingebaut sein, und es könnten von wenigen Ausnahmen abgesehen, Diagnosen von Automaten gestellt und interpretiert werden. Alle Unterlagen eines Patienten von der Geburt an werden über ein vom Computer gesteuertes Informationszentrum jederzeit überall erhältlich sein. Auch die Literatur wird vom Computer gespeichert und auf Abruf bereit gehalten werden. Wie weit sich das völlig integrierte Krankenhaus-Informationssystem (KIS) etwa mit einem appointment system durchsetzen wird, ist fraglich, während man dem Laboratoriums-Informationssystem (LIS) Zukunftsaussichten einräumen darf. Eine Diagnostikhilfe mit einem Computer ist dann von Wert, wenn sie die Zahl der richtigen Diagnosen eines Arztes bzw. eines Teams übersteigt, oder bessere Listen für differentialdiagnostisch mögliche Erkrankungen ausgibt, als Ärzte sie erstellen können. Der erzieherische Wert der Computer ist nicht zu unterschätzen, verlangen sie doch zur Lieferung guter Ergebnisse die Einfütterung exakter und vollständiger Daten.

Daß dem Patienten und dem Arzt dadurch Untersuchungen erspart werden können, daß man die computerunterstützte Diagnostik zunächst mit den subjektiven und dann den objektiven Symptomen vornimmt und sich zu der Anwendung von tests, Röntgenuntersuchungen, bioptischen Untersuchungen erst entschließt, wenn die »Computardiagnostik« deren Notwendigkeit ergeben hat, wurde bereits erwähnt. Ein Computer kann dabei zu einer Diagnostik mit einer möglichst kleinen Zahl von Schritten führen.

Eine zukünftige Diagnostikzentrale für die gesamte Medizin im Sinne eines MEDIUC würde eine große Zwilling-Zentraleinheit haben, die im Dreischichtenbetrieb Tag und Nacht durchgehend arbeitet. Literaturstudium und Verarbeitung der Daten prospektiv geplanter Krankenblätter durch eine große Datenaufbereitungsabteilung werden den Datenbestand für den Computer immer auf den neuesten Stand bringen. Eine Programm-bibliothek ermöglicht die Datenauswertung in jeder angestrebten Form.

Auch niedergelassene Ärzte eines größeren Bezirkes sind dann per Telefon, Funk, Fernschreiber oder terminals anderer Art an die Zentraleinheit angeschlossen (vgl. S. 104 ff.)

Nach ihrer Verarbeitung können die Ergebnisse dem Benutzer durch verschiedene Methoden zur Verfügung gestellt werden, zum Beispiel durch Sprechausgabe, optische Anzeige, Drucker und Datenein-/ausgabestationen mit Telefonleitungsanschlüssen.

Soweit ist es aber noch nicht. Über Ansätze ist der Computereinsatz für den niedergelassenen Arzt noch nicht hinausgewachsen! Für kleinere Krankenanstalten bis ca. 1200 Betten empfiehlt sich nicht die Anschaffung eines Computers der geforderten Größenordnung bei den heutigen Preisen für Computer und ihrer großen Verarbeitungsgeschwindigkeit. Die Maschine würde nicht ausgelastet werden.

Es bietet sich aber die Möglichkeit, daß sich mehrere Krankenhäuser zu einem gemeinnützigen Zweckverband zusammenschließen und eine Anlage gemeinsam fahren. Eine andere Institutionalisierung – die wohl ökonomischste – könnte mit einem kleinen Satelliten in Form eines Prozeßrechners im Krankenhaus arbeiten, um Labor-, Ekg-, EEG-, nuklearmedizinische und Lungenfunktionsdaten sowie die Dokumentations- und Verwaltungsdaten im Krankenhaus zu erfassen und zu verarbeiten. Ein Teil

dieser Informationen muß *on line* verarbeitet werden. Denken wir an die Ekg-Auswertung bei Notfällen, an die Daten der Intensivpflege, an Laborwerte aus dem Autoanalyser, dem Flammenphotometer u. ä., wo elektrische Signale auftreten, die direkt verarbeitet werden können und müssen. Die große Anzahl der Daten bei der Analog-Digital-Umwandlung macht ihre Reduktion vor einer Fernübertragung notwendig. Diese dann entscheidenden Werte können im Teleprocessing-Verfahren an eine große Zentraleinheit gegeben werden, die für eine Stadt oder einen Landbezirk arbeitet. Hier können kernspeicher- und rechenintensive Arbeiten durchgeführt werden. Die Zentraleinheit kann für die reine Rechenzeit angemietet werden. Die Kosten für die Leitungen sind dabei wirtschaftlich erträglich. So gibt es viele Möglichkeiten, am Fortschritt zu partizipieren, den der Computer für die Medizin bedeuten kann.

Ein Beispiel könnte vorhandene Entwicklungstendenzen für den niedergelassenen Arzt aufzeigen:

Eine Gruppenpraxis und eine Einzelpraxis bei London sollen demnächst mit einem Computer der Universität Essex verbunden werden. Es sollen Angaben über die Krankengeschichten gespeichert und Hinweise für die Diagnose und Behandlung auf Fernsehschirmen im Sprechzimmer gegeben werden. Dabei soll sich in dem 3 Jahre dauernden Experiment zeigen, ob dem Arzt Schreibarbeit erspart werden kann. Die Kosten werden 1,5 Mill. DM (ein Zuschuß des Gesundheitsministeriums ist vorgesehen) betragen (Dtsch. Ärztebl. 65 (1968) 2686).

»Es kann heute kein Zweifel mehr sein, daß Datenverarbeitungssysteme dem Arzt in Wissenschaft, Diagnostik und Therapie, aber auch bei größeren Aufgabenkreisen (wie der Kontrolle volksgesundheitlicher Entwicklung) eine Hilfestellung geben können, wie es bisher nicht vorstellbar war; ich bin überzeugt, daß in wenigen Jahren ein moderner wissenschaftlich-klinischer Betrieb ohne die Hilfe derartiger Anlagen kaum mehr denkbar sein wird« (FELLINGER 1968).

Folgende Forderungen stellen Ärzte häufig an die Computerhersteller für die Zukunft:

1. Der »Klinikcomputer« sollte eine leicht durch Ärzte anwendbare Programmiersprache haben. Bisher wurde mehr an kommerzielle oder an mathematisch-naturwissenschaftliche Belange gedacht als an medizinische!
2. Er sollte schnellen Zugriff, On-line-Arbeit mit *time-sharing* ermöglichen, auch Laborwerte verarbeiten können und wegen der derzeitigen Kosten nur 64 K Speichergröße haben.
3. Er kann langsamer in der Verarbeitung der Daten, dafür aber billiger sein!
4. Es sollten vom Hersteller in standardisierter Sprache gehaltene Dateien der *symptoms, signs* und *tests* und Krankheitsbezeichnungen angeboten werden und nicht nur Programme zur Verarbeitung der Daten. Skelette (Programme) ohne Muskeln und Haut (Dateien) sind uninteressant. Die Hersteller könnten damit auch viel für eine einheitliche Nomenklatur in der Medizin tun, sind aber wohl überfordert!
5. Die Ein- und Ausgabemöglichkeiten sollten ebenfalls den medizinischen Bedürfnissen stärker angepaßt werden.
6. Alte und neue Computergenerationen sollten in bezug auf Programme und Betriebssysteme kompatibel sein. Neue Systeme sollten in die alten einzubauen sein.
7. Wenn es gelänge, Betriebssysteme zu entwickeln, die aufgrund von Fragen und der Dateneingabe zu arbeiten beginnen, statt durch Programme gesteuert zu werden, wäre ein großer Fortschritt erzielt.

GRAUL u. FRANKE (1969) bringen einen zum Teil ähnlichen Ausblick in Form einer Zusammenstellung einer futurologischen Vorausschau auf die Jahre 1985/1990 sowie

2000. Für das Jahr 1985 wird angegeben, daß Computer auf allen Gebieten der Medizin eingesetzt werden, von der Forschung bis zur sog. Computerdiagnostik. Mit dieser Computerisierung der Medizin wird zwangsläufig eine zunehmende Automatisierung aller medizinischen Bereiche verbunden sein. Die individuelle Diagnose wird extrem selten. Darüber hinaus werden Automaten- und Computeranwendungen die Medizin stark beeinflussen im Hinblick auf programmiertes Lernen. Datenbanken sowie automatische Fremdsprachenübersetzungen u. a. m. werden vorhanden sein. 1990 wird eine private ärztliche Behandlung nicht mehr stattfinden. Sie geht nach Art der Fließbandarbeit vonstatten. Die Honorierung erfolgt entweder durch eine staatliche Pauschale oder durch das Angestelltengehalt. Die Berufsselbständigkeit der Ärzte wird aufgegeben. Eine Krankenhausverwaltung, die ihr Rechnungswesen ohne Computer abwickelt, ist nicht mehr denkbar. Außerdem werden die Anwendungen des KIS erwähnt.

Die beste Strategie für die Therapie wird vom Computer ausgewählt. Auch der niedergelassene Arzt wird partizipieren. Viele Ärzte werden biomedizinische Ingenieure sein.

Für das Jahr 2000 wird die Kontrolle des menschlichen Verhaltens durch Erziehung und Propaganda vorausgesagt, sowie eine Manipulierbarkeit durch elektrische Stimulation des Gehirns, schließlich eine Computerisierung und Automatisierung der gesamten Medizin mit dem Beginn einer Symbiose zwischen Mensch und Maschine.

Auf dem Gebiet der Computeranwendung in der Medizin arbeiten in der Bundesrepublik bereits viele Stellen ohne voneinander zu wissen. Ein Zusammenschluß auf dem Gebiet der Datenbanken und der computerunterstützten Diagnostik könnte Mehrfacharbeiten ersparen und würde schnelleres Vorwärtkommen durch Arbeitsteilung ermöglichen. Sollten diese Vorteile nicht reizvoll genug sein?

Die elektronische Datenverarbeitung dürfte neben dem Rad das universellste Werkzeug des Menschen sein. Die EDV wirkt nicht wie das Rad als mechanische Arbeitserleichterung, sondern als maschinelle Verstärkung der menschlichen geistigen Fähigkeiten. Sie entlastet von Routine-Arbeiten und speichert die Ergebnisse für das menschliche Gehirn. Daher wird sich keine Klinik, keine ärztliche freie Praxis, die konkurrenzfähig bleiben will, dem Einsatz der EDV entziehen können. Der Abstand zu den Kliniken oder Praxen, die sich frühzeitig mit dieser Problematik beschäftigt haben, wird sonst zu groß. Der Gedanke, bereits Erarbeitetes von anderen zu übernehmen, ist angenehm, führt aber nicht zur vordersten Linie des eben Erreichten, sondern zum Hinterherhinken. Ein größerer Erfolg wird auch nicht dadurch zu erreichen sein, daß einige wenige Interessierte in Fakultäten, Kliniken und anderen Gremien sich für die EDV einsetzen. Alle Betroffenen sollten sich soweit mit den Problemen beschäftigen, daß sie die Anwendungsmöglichkeiten durch ihr Grundwissen verstehen, wenn möglich schätzenlernen und beurteilen können. Die meisten Fehlentscheidungen kommen durch Mangel an Information zustande.

Literatur

- Abel, H.: Maschinelle Auswertung von Elektrokardiogrammen. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 25.-27. Okt. 1967, Bad Liebenzell
- Acheson, E. D.: Medical record linkage. *Meth. Inform. Med.* 8 (1969) 1
- Ackerman, E.: Computers and medical research: past, present and future. *Mayo Clin. Proc.* 39 (1964) 815
- Adam, W. E.: Erfassung und Bearbeitung der Daten in der Nuklearmedizin. IBM Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 22.-24. Januar 1969a, Bad Liebenzell
- Adam, W. E.: Einsatzmöglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung in der Nuklearmedizin. I. Diagnostik-Woche, 6.-10. Juni 1969b, Karlsruhe
- Adey, W. R.: Spectral analysis techniques and pattern recognition methods for electroencephalographic data. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Aisen, P.: Some problems in copper metabolism. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Albrecht, P.: Einführung in das analoge Rechnen. 16. Biometrisches Kolloquium, 20.-22. Febr. 1969, Bad Nauheim
- Anderson, T. W.: An introduction to multivariate statistical analysis. Wiley & Sons, New York 1962
- Angst, J., R. Battegay, D. Bente, P. Berner, W. Broeren, F. Cornu, P. Dick, M. P. Engelmeier, H. Heimann, K. Heinrich, H. Heimchen, H. Hippus, W. Döldinger, P. Schmudlin, W. Schmitt, P. Weiß: Das Dokumentations System der Arbeitsgemeinschaft für Methodik und Dokumentation in der Psychiatrie (AMP). *Arzneimittel-Forsch.* 18 (1968), IBM Form 71533
- Aron, J. D.: Introduction to simulation. 4th IBM-Medical Symposium, 22.-26. Okt. 1962, Endicott
- Arvedson, O.: Methods for data acquisition and evaluation of electrocardiograms and vectorcardiograms with the digital computer. Dept. clin. Physiol. and Computer Center of the University of Umea, Umea, Schweden 1967
- Baird, H. P., J. M. Garfunkel: Electronic data processing of medical records. *New Engl. J. Med.* 272 (1965) 1211
- Bakwin, H.: *Pseudocysta pediatrica*. *New Engl. J. Med.* 232 (1945) 691
- Balintfy, J. L.: Menu planning by computer. Konferenz »Electronic Data Processing in Hospital Information System«, Seminar 9.-12. Juni 1964, Blaricum, Holland
- Balintfy, J. L.: Zit. nach Stacy, Waxman (1965)
- Bamm, P.: Glanz und Elend der Diagnose in »sex ovos«. Möhlich, Hamburg 1948
- Baron, D. N., P. M. Fraser: The digital computer in the classification and diagnosis of diseases. *Lancet* 1965/II, 1066
- Bauer, F. L., J. Heinhold, K. Samuelson, R. Sauer: *Moderne Rechenanlagen*. Teubner, Stuttgart 1965
- Bauer, P., A. Gangl, G. Grabner, O. Jahn: Ein Computer-Verfahren zur Unterstützung des Arztes bei der Erstellung von Differentialdiagnosen. *Impuls* 10 (1968) 705
- Becker, H.: Befunddokumentation in der Pathologie: Erfahrungen mit einer Maschinenlochkartei. *Meth. Inform. Med.* 4 (1965) 30
- Becker, H., H. Breitenlohner, Chr. Lang, F. Schwarz: Computer in der Pathologie: Methodik und Erfahrungen nach Auswertung von 27 000 Sektionsprotokollen. *Meth. Inform. Med.* 8 (1969) 60
- Beier, W., K. Glasz: Zu einigen Aspekten der Computerdiagnostik. *Med. Klin.* 57 (1962) 1848
- Best, W. R.: The potential role of computers in medical practice. *J. Amer. med. Ass.* 182 (1962) 994
- Bickford, R. G.: Computational aspects of the electroencephalogram. 1st IBM-Medical-Symposium, 15.-17. Juni 1959, Poughkeepsie
- Bickford, R. G., C. F. McCarthy: Mayo-IBM-Program for the analysis of electroencephalogram. 3rd IBM-Medical Symposium, 9.-13. Okt. 1961, Endicott
- Bingelow, J.: Mathematical models in medicine. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Birkelo, C. C., W. E. Chamberlain, P. S. Phelps, P. E. Schools, D. Zacks, J. Jerushalmy: Tuberculosis case finding: comparison of various roentgenographic and photofluorographic methods. *J. Amer. med. Ass.* 133 (1947) 359
- Birnbaum, A., A. E. Maxwell: Classification procedures based on Bayes' formula. *Appl. Stat.* 9 (1961) 152
- Bochnik, H. J., S. Mentzos: Direktverschlüsselung von EEG-Befunden für maschinelle Datenverarbeitung. *Meth. Inform. Med.* 3 (1964) 64
- Bock, H. E., M. Eggstein: Automationsprobleme in der Medizin. *Dtsch. med. Wschr.* 93 (1968) 985
- Bock, H. E., M. Eggstein, W. Knodel, K. Allner: Automation im klinisch-chemischen Labor. *Schweiz. med. Wschr.* 97 (1965) 35
- Bohn, H. J.: Medizinische Diagnose mit Datenverarbeitungssystemen. *Elektron. Rechenanl.* 6 (1964) 27
- Bonner, R. E., R. D. Yoder, H. C. Becker: Pattern recognition of electroencephalograms. 5th IBM-Medical-Symposium, 7.-11. Okt. 1963, Endicott
- Boyle, J. A., W. R. Greig, D. A. Franklin, R. M. G. Harden, W. W. Buchanan, E. M. McGirr: Construction of a model for computer assisted diagnosis. Application to the problem of non toxic gout. *Quart. J. Med.* 35 (1966) 565
- Bremermann, W., H. B. Theilen: Auf dem Wege zum Krankenhaus Informationssystem. IBM Form 78245 11 68
- Brodman, K.: Diagnostic decisions by machine. *Med. Electronics* 7 (1960) 216
- Brodman, K., A. J. van Woerkam: Computer aided diagnostic screening for 100 common diseases. *J. Amer. med. Ass.* 197 (1966) 901
- Brodman, K., A. J. Erdman, I. Lorge, H. W. Wolff: The Cornell medical index: an adjunct to medical interview. *J. Amer. med. Ass.* 140 (1949) 530
- Brodman, K., A. J. Erdman, I. Lorge, H. W. Wolff: The Cornell medical index - health questionnaire II. as a diagnostic instrument. *J. Amer. med. Ass.* 145 (1951) 152
- Brodman, K., A. J. van Woerkam, A. J. Erdman, I. S. Goldstein: Interpretation of symptoms with a data-processing machine. *Arch. intern. Med.* 103 (1959) 776
- Bruce, R. A., R. M. Portman, J. R. Blackmon, R. V. Lampert, V. Hofer, R. McGill, M. Mücke, R. Harris: Computer diagnosis of heart disease. 5th IBM Medical Symposium, 7.-11. Okt. 1963, Endicott
- Bruce, R. A., J. A. Mazzarella, J. W. Jordan, E. Greene: Quantitation of QRS and ST segment responses to exercise. *Amer. Heart J.* 71 (1966) 455
- Brugsch, H., O. R. Klimmer: *Vergiftungen im Kindesalter*. Enke, Stuttgart 1966
- Buchbinder, W.: Einsatz von elektronischen Datenver-

- arbeitsanlagen bei Vorsorgeuntersuchungen. 1. Diagnostik-Woche, 6.-10. Juni 1969, Karlsruhe
- Budd, P. J.: Planning a comprehensive hospital information system. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Bünte, P.: Elektronische Datenverarbeitung in der Medizin - Möglichkeiten und Voraussetzungen. Dtsch. Rentenversicherung, IBM Form 71490 1967
- Bünte, P.: Vorbereitung ärztlicher Entscheidungen. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 22.-24. Januar 1969, Bad Liebenzell
- Buschmann, G.: Dokumentation von Störungen des Kohlenhydratstoffwechsels. Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 70 (1964) 381
- Büttner, H.: Analysefehler und Kontrollmöglichkeiten im klinischen Laboratorium. Meth. Inform. Med. 3 (1964) 105
- Büttner, H.: Über die Zuverlässigkeit der Befunde des Praxislaboratoriums. Med. Welt (Stuttg.) 17 (1966) 1808
- Bykhovskiy, M. L., A. A. Vishnevskiy, S. S. Kharnas: Problems in the development of a diagnostic process by means of mathematical machines. Eksp. Khir. Anest. 4 (1961) 3, engl. Übersetzung zu erhalten IPRS: 11814, 4. Jan. 1962
- Cady, L. D.: Digital computer analysis of the electrocardiogram. Amer. Heart J. 61 (1961) 138
- Cady, L. D., L. J. Tick, M. A. Woodbury, M. M. Gertler: A method for electrocardiogram wavepattern estimation. Circulat. Res. 9 (1961) 1078
- Cady, L. D., M. A. Woodbury, M. M. Gertler, L. J. Tick: Mass screening of cardiograms. Amer. J. publ. Hlth 52 (1962) 1872
- Carceres, C. A.: Electrocardiographic analysis by a computer system. Arch. intern. Med. 111 (1963) 196
- Carceres, C. A.: Automatic analysis of the electrocardiogram as a service to community and the practising physician. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Carceres, C. A.: Zit. nach Abel (1967)
- Chapin, N.: Einführung in die elektronische Datenverarbeitung. Oldenbourg, Wien 1962
- Chung, C. S.: Genetic analysis of human family and population data with use of digital computers. 3rd IBM-Medical-Symposium, 9.-13. Okt. 1961, Endicott
- Chung, C. S.: Applications of digital computers in human genetics. Meth. Inform. Med. 3 (1964) 67
- von Clarmann, M.: Toxikologische Schädigungsmöglichkeiten im Haushalt. Vortrag, Tagung Akad. ärztl. Fortbild., 24. Jan. 1968, Berlin
- Clendering, L., E. H. Hashinger: Methods of diagnosis. Mosby, St. Louis 1947
- Cochrane, A. I., I. H. Garland: Observer error in interpretation of chest films. International investigation. Lancet 1952/II, 505
- Collen, M. F.: Machine diagnosis from a multiphasic screening program. 5th IBM Medical-Symposium, 7.-11. Okt. 1963, Endicott
- Collen, M. F.: Die mehrphasige Auslese als diagnostische Methode in der Präventivmedizin. Vortrag, 1. Jahrestagung Dtsch. Ges. Dokumentation, Arbeitsausschuß Med., 19.-21. Okt. 1964, Bonn
- Collen, M. F.: Multiphasic screening as a diagnostic method in preventive medicine. Meth. Inform. Med. 4 (1965) 71
- Collen, M. F., I. Rubin, J. Neyman, G. B. Dantzig, R. M. Baer, A. B. Siegelau: Automated multiphasic screening and diagnosis. Amer. J. publ. Hlth 54 (1964) 741
- Constandse, W. J.: The use of a computer installation for a general purpose laboratory information system. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Cooper, J. K., T. McGough, B. Ostrow, C. A. Carceres: Role of a digital computer in a diagnostic center. J. Amer. med. Ass. 193 (1965) 139
- Cornfield, J.: Discriminant functions. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Crookshank, F. G.: Zit. nach Engle, Davis (1963)
- Danielsson, H., T. Danielsson, O. Engkvist, P. Hall, C. Mellner: Questionnaires for preventive and internal medicine. International medical support center, Stockholm 21, Box 20006, 1967
- Davies, I. G.: Observer variation in reports on electrocardiograms. Brit. Heart J. 18 (1956) 568
- Davis u. Mitarb.: Zit. nach Roskamm (1967)
- Dost, F. H., R. Repges: Zur Beschreibung der Pharmakokinetik der Bromsulphaleinausscheidung unter Verwendung des Analog-Computers. Pharmacol. Clin. 1 (1968) 1
- Douthwaite, A. H.: Pitfalls in medicine. Brit. med. J. 2 (1956) 895
- Dudeck, I., H. J. Lange, N. Victor: The use of discriminatory analysis and multivariate analysis of variance. Vortrag, 10. Int. Kongr. Intern. Med., Warschau, 10.-14. Sept. 1963
- Dunn, H. L.: Record linkage. Amer. J. publ. Hlth 36 (1946) 1412
- Dürr, H.: DOKAUS - Ein Organisationskonzept für Dokumentations- und Auskunftssysteme mit EDV. IBM-Nachrichten 19 (1969) 586
- Eads, D. L.: Medical diagnosis techniques and a program for the IBM 1410. T.I.E. 7. Aug. 1962 (IBM)
- Eaton, S. B., M. S. Potsaid, J. S. Pollard, R. A. Nebesar, D. F. Fleischli: Erfolgreiche Pankreasdiagnostik nur durch syndrom-spezifische Methoden. Med. Tribune 2 (1967)
- Eggstein, M.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1967)
- Eggstein, M., E. Kenzelmann, W. Knodel, R. Allner: Organisatorische Konsequenzen von Automation und Datenverarbeitung im klinisch-chemischen Laboratorium. Ärztl. Lab. 13 (1967) 64
- Ehlers, C. T.: Direkte maschinelle Verarbeitung von Krankenblättern. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 25.-27. Okt. 1967a, Bad Liebenzell
- Ehlers, C. T.: Datenverarbeitung im Krankenhauswesen (Teil II), Erfassung und Bewertung medizinischer Daten mit einem IBM Markierungsleser. IBM-Nachrichten 17 (1967b) 533
- Einsele, T.: Entwicklungstendenzen in der Computertechnologie. IBM-Seminar, Februar 1969, Bad Liebenzell
- Flom u. Mitarb.: Klinische Intuition des Arztes noch immer unentbehrlich, aber... Praxis Kurier 3 (1967) 8
- Emmerich: siehe Bamm, P.
- Empey, S. L.: Computer applications in medicine and the biological sciences, Bibliography II. Bio Newsletter 7 (1964) 245. Systems Development Corporation 2500 Santa Monica, Kalifornien
- Engle, R. L.: Medical diagnosis: present, past and future. Arch. intern. Med. 112 (1963) 520, 530
- Engle, R. L., B. J. Davis: Medical diagnosis: present, past and future. Arch. intern. Med. 112 (1963) 512
- Ezra, P. S.: The normal composite electrocardiogram. Circulation 24 (1961) 710
- Fassl, H.: Das Risikopatientenregister der Universitätskliniken Mainz. Meth. Inform. Med. 7 (1968a) 214
- Fassl, H.: Zusatzklassifikation zur Kennzeichnung von Personen ohne akute Beschwerden oder Krankheiten. Meth. Inform. Med. 7 (1968b) 141
- Fehler, J., N. Hollberg: Datenverarbeitung im Kran-

- kenhaus. Beilage in »Das Krankenhaus« des Deutschen Krankenhausinstitutes. Heft 9, 1965
- Febrentz, D., K. Kuttig, G. Braun: Über die Dosisverteilungen zur CO-60-Teletherapie mit einem Digitalrechner. Strahlentherapie 136 (1968) 279
- Feinstein, A. R.: Boolean algebra and clinical taxonomy. New Engl. J. Med. 269 (1963) 929
- Feinstein, A. R.: Compassion, computer and the regulation of clinical technology. Ann. intern. Med. 66 (1967) 789
- Fellinger, K.: Computer in der Medizin. Hollinek, Wien 1968
- Fiessinger, N.: Diagnostics pratiques. Masson, Paris 1948
- Fink, H.: Die rationalisierte Literaturrecherche. Meth. Inform. Med. 7 (1968) 227
- Fitzgerald, L. T., C. M. Williams: Modified program for computer diagnosis of thyroid disease. Radiology 82 (1964) 334
- Fitzgerald, L. T., C. M. Williams: Computer diagnosis of thyroid disease. Gainesville 1965
- Fletcher, G. H., M. Stovall: A study of the explicit distribution of radiation in interstitial implantations. Radiology 78 (1962) 766
- Förner, H.: CSMP-blockorientierte Sprachen zur digitalen Simulation dynamischer Systeme. IBM-Nachrichten 18 (1968) 51
- Frenzel, D.: Einführung in den Entwicklungsstand und die Ergebnisse der EKG-Auswertung durch Computer. 1. Diagnostik Woche, 6.-10. Juni 1969, Karlsruhe
- Fritze, E.: Dokumentation hämatologischer Befunde. Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 70 (1964) 377
- Fritze, E.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1967)
- Fuchs, G.: Das Problem der klinischen Befunddokumentation in der Sicht der mathematischen Logik. Meth. Inform. Med. 4 (1965) 130
- Fuchs, G.: Klinische Befunddokumentation mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung. Berl. Ärztekammer 5 (1968) 322
- Gall, M. W.: Computer im Krankenhaus. Vortrag vor dem Sozialausschuß des Gemeinderates Stuttgart, 11. März 1968
- Gall, M. W.: Computer verändern die Medizin. Schriftenreihe der Bezirksärztekammer Nordwürttemberg, Nr. 15. Gentner, Stuttgart 1969
- Ganzhorn, K., W. Walter: Die geschichtliche Entwicklung der Datenverarbeitung. (Sonderdruck a. d. Jahrbuch d. elektronischen Fernmeldewesens 1966) Heidecker, Bad Windsheim 1966
- Ganzhorn, K., W. Walter: Peripherer Datoverkehr in modernen Datenverarbeitungsanlagen. Heidecker, Bad Windsheim 1967
- Garland, H.: Studies on the accuracy of diagnostic procedures. Amer. J. Roentgenol. 82 (1959) 25
- Gastineau, C. F.: The internist and the Minnesota multiphasic personality inventory. 4th IBM Medical-Symposium, 22.-26. Okt. 1962, Endicott
- Gehrig, B.: Bedeutung und Funktion von Betriebssystemen für die elektronische Datenverarbeitung. »Neue Züricher Zeitung«, Betriebswirtschaftl. Beilage, 20. Juni 1967
- van den Geijn, J.: Computer assisted radiation treatment planning. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April/Mai 1966, Elsinore
- Gelernter, H. L., J. C. Swihart: Computer studies of the full surface electrocardiogram for realistic canine and primate models. 6th IBM Medical Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Gerburg, D. S., C. E. Bading, J. J. Hoffler: Analysis of phonocardiograms by a digital computer. 3rd IBM Medical-Symposium, 9.-13. Okt. 1961, Endicott
- Gerburg, D. S., F. W. Holcomb, J. J. Hoffler, C. E. Bading, G. L. Schultz, R. E. Sears: Analysis of phonocardiogram by a digital computer. Circulat. Res. 11 (1962) 569
- Gerteis, M.: Automation. Forkel, Stuttgart 1964
- Giere, W., H. Baumann: Zur Erfassung und Verarbeitung medizinischer Daten mittels Computer. Meth. Inform. Med. 8 (1969) 11
- Giere, W., R. Pitkiew: Die Anwendung eines Dekodierungs- und Textausdruck Programmsystems (DU-TAP) zur Ausgabe von Labordaten. Tagung »Automation und Datenverarbeitung in der klinischen Chemie«, 13.-14. März, 1969, Hannover
- Giere, W., H. Baumann, H. A. E. Schmidt: Der programmierte Arztbrief. IBM-Nachrichten 19 (1969) 505
- Giesler, R. H.: How many hospitals use automatic data processing equipment? Konferenz »Elektronic Data Processing in Hospital Information Systems«, Seminar 9.-12. Juni 1964, Blaricum, Holland
- Gillmann, H.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1967)
- Gillmann, H.: Über die Möglichkeit der datenmäßigen EKG-Erfassung und einer automatischen EKG-Analyse. Z. Kreisl.-Forsch. 57 (1968) 1
- Gögler, F., H. Hosemann, S. Koller, H. Müller, O. Nacke, J. Schröder, G. Wagner: Ein dokumentationsgerechter Krankenblattkopf für stationäre Patienten aller klinischen Fächer (sog. allgemeiner Krankenblattkopf). Med. Dokum. 5 (1961) 57
- Gordon, B. L.: Preciseness and specificity for medical records. J. Amer. med. Ass. 197 (1966) 569
- Gordon, B. L., J. H. Talbott: Current medical terminology 1963. Amer. Med. Ass., Chicago 1963
- Goshen, C. E., A. D. Morris: Proposed design for mechanical ECG screening technique. Amer. Heart J. 62 (1961) 844
- Grabner, G., W. Spindelberger: Einige Gedanken zur Dokumentation der Krankengeschichte einer internen Klinik. Impuls 7a (1969) 519, IBM Form 71522
- Graul, E. H., H. W. Franke: Futurologie und Medizin. Dtsch. Ärztebl. 66 (1969) 1238
- Griesser, G.: Heilkunde und Statistik - Mensch und Zahl. Med. Welt 36 (1965) 2015
- Griesser, G.: Das Krankenhaus-Informationssystem. Hippokrates 40 (1969) 262
- Gross, R.: Von der Intuition zum Computer. Med. Welt 17 (1966) 874
- Gross, R.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1967)
- Gross, R.: Medizinische Diagnostik - Grundlagen und Praxis. Springer, Berlin 1969
- Gross, H. J., K. G. Grossman: The sources of observer variation and bias in clinical judgments: I. The items of psychiatric history. J. nerv. ment. Dis. 138 (1964) 105
- Grover, N. B., B. Abbel, J. Gross, G. Keren: Über ein elektronisches Wiederauffinden von mechanisch geindexten Artikeln. Meth. Inform. Med. 7 (1968) 224
- Grunevald, W., D. W. Lübbbers: Digitale Simulation von Diffusionsmodellen zur Sauerstoffversorgung biologischer Gewebe. 15. Biomet. Kolloquium, Dtsch. Region Int. Biomet. Ges., 21.-24. Feb. 1968, Hannover
- Gugan, J.: Laboratory automation and computers. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April/Mai 1966, Elsinore
- Gustafson, J. E.: The computer - for use in private practice. 5th IBM Medical-Symposium, 7.-11. Okt. 1963, Endicott

- Gustafson, J. E., T. D. Throckmorton: The computer as a consultant. *Med. Tms (Lond.)* 93 (1965) 115
- Hadorn, W.: Vom Symptom zur Diagnose. Karger, Basel 1961
- Harrington, R. W.: First hurdle in ADP: discovering its hospital potentials. Konferenz »Electronic Data Processing in Hospital Information System«, Seminar 9.-12. Juni 1964, Blaricum, Holland
- Hartmann, W., H. Schäfer: Neue Wege der Datenerfassung im Krankenhaus mit Hilfe der IBM Datenverarbeitungssysteme 1401 und des IBM Markierungslesers 1232. Als Manuskript gedruckt!
- Hartwig, R.: Zur Erfassung von Meßdaten mit Digitalsystemen bei technisch-wissenschaftlichen Experimenten. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 22.-27. Okt. 1967, Bad Liebenzell
- Hauß, V.: Personalpolitik und Computereinsatz, Teil 2. *Flekttronik* 18 (1969) 4
- Hayhoe, F. G., D. Quaglino, R. Doll: The cytology and cytochemistry of the acute leukemias. *Spec. Rep. Ser. med. Res. Coun. (Lond.)* 304 (1964)
- Hensel, O.: Die Bedeutung der Vergiftungen im Kindesalter. Diss. Frankfurt/M. 1968
- Hollberg, N.: Methoden und Probleme der Datenerfassung. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 25.-27. Okt. 1967, Bad Liebenzell
- Horbach, K.: Computersimulation zur Prüfung von Zuteilungsplänen für therapeutische Vergleiche. *Berl. Ärztekammer* 5 (1968) 334
- IBM: Introduction to IBM data-processing systems. Form Nr. C20-1684-0
- IBM: Schulungsunterlagen, diverse, zusammengestellt zum Gebrauch bei Fa. R. Bosch GmbH
- Immich, H.: Klinischer Diagnoseschlüssel. Schattauer, Stuttgart 1966
- Immich, H., W. Kübler, K. Oette, K. Schumacher: Probleme der modernen Diagnostik. *Int. Klausurgespräch*, 28.-29. Okt. 1966, Titisee. *Meth. Inform. Med.* 6 (1967) 32
- Index Medicus: *Dtsch. Arzt* 15 (1965) 136
- Jaynes, E. T.: Missing links in computer intelligence. *Science* 140 (1960) 216
- Jungner, G.: Health screening. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Kahn, H. A.: Use of computers in analysing Framingham data. *Circulat. Res.* 11 (1962) 585
- Kaiser, E., J. Petersen: Automatic EEG tape-computer system for analog-digital data processing of frequency-spectrum information. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Karlsson, B.: The swedish poison control center. Manuskript 1965
- Kent, A.: Digital computer use in medical bibliography. *Meth. Inform. Med.* 1 (1962) 109
- Kenzelmann, E.: Datenverarbeitung im klinisch-chemischen Labor. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 25.-27. Okt. 1967a, Bad Liebenzell
- Kenzelmann, E.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1967b)
- Keyword-in-Context (KWIC): Indexing: IBM Form F20-8091
- Kimura, E., Y. Mibukura, S. Miura: Statistical diagnosis of electrocardiogram by theorem of Bayes. *Jap. Heart J.* 4 (1963) 469
- Kirkham, W. R., S. I. Allen, E. Cotlove, G. Z. Williams: Automation of hospital laboratory services as part of a modular approach to hospital automation and data processing. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Kirsch, A. D.: A medical training game using a computer as a teaching aid. *Meth. Inform. Med.* 2 (1963) 138
- Klimmer, O. R.: Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfungsmittel. Hundt, Hattingen/Ruhr 1964
- Knödel, W.: Programmieren von Ziffernrechenanlagen. Springer, Wien 1961
- Koehlin, R.: Numerical analysis of analog signals for data processing in electrocardiology. *Meth. Inform. Med.* 4 (1965) 189
- Koeppe, P.: Der Anschluß des Prozeßrechners IBM 1800 an einen Ganzkörper-Aktivitätszähler (whole body counter). *IBM-Nachrichten* 18 (1968) 343
- Koller, S.: Die Aufgaben der Statistik und Dokumentation in der Medizin. *Dtsch. med. Wschr.* 88 (1963) 1917
- Koller, S.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1967a)
- Koller, S.: Mathematisch-statistische Grundlagen der Diagnostik. *Klin. Wschr.* 45 (1967b) 1065
- Koller, S.: Hat der Computer einen Platz bei der Auskunftstelle für Vergiftungen. Symposium »Erkennung, Verhütung und Behandlung von Vergiftungen«, 11. bis 12. Okt. 1968, Mainz
- Koller, S.: Zit. in »Wissenschaft für die Praxis«. *Dtsch. Ärztebl.* 66 (1969a) 1611
- Koller, S.: Wann ist die Computerhilfe in der Diagnostik für die Praxis anwendungsreif? *Dtsch. Ärztebl.* 66 (1969b) 795
- Kotrin, J., J. Tick: Computer processing of medical data in minimally structured natural language. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Kotrin, J., L. J. Tick, M. A. Woodbury, L. D. Cady, A. L. Goodgold, C. T. Raudt: Computer processing of medical data by variable-field-length format. *J. Amer. med. Ass.* 186 (1963) 132
- Kossmann, C. E.: Electrocardiographic analysis by computer. *J. Amer. med. Ass.* 191 (1965) 922
- Kuttig, H.: Anwendung der Datenverarbeitung in der Strahlentherapie. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 21.-24. Januar 1969, Bad Liebenzell
- Kurtzke, J. F.: Caveat computator. *Meth. Inform. Med.* 6 (1967) 127
- Lamson, B. G.: Zit. nach Stacy, Waxman (1965)
- Landes, G., E. Zötl: Sektionsstatistik einer medizinischen Abteilung. *Münch. med. Wschr.* 35 (1966) 1732
- Lange, H. J.: Möglichkeiten und Grenzen der Computertechnik. *Ärztebl. Rheinland-Pfalz* 22 (1969) 110
- Lange, H. J., T. Vogel: Statistische Analyse von Symptomenkorrelationen bei Syndromen. *Meth. Inform. Med.* 4 (1965) 83
- Lange, H. J., B. Knick, K. J. Hempel, W. Prellwitz: Diskriminanzanalyse zur Differentialdiagnose von Lebererkrankungen auf Grund von 16 Variablen. Automatisierung des Klinischen Laboratoriums, 12. Jahrestg. *Dtsch. Ges. med. Dok. u. Statistik*, 9.-11. Okt. 1967, Kiel, Schattauer, Stuttgart 1968
- Lauther, H., R. Polaczek, M. Rehm: VALID. Ein allgemein anwendbares Programmsystem zur Herstellung von Literaturverzeichnissen und zur Durchführung von Literaturrecherchen. *Meth. Inform. Med.* 8 (1969) 90
- Ledley, R. S.: Use of computers in biology and medicine. McGraw & Hill, New York 1965
- Ledley, R. S.: Computer aids to medical diagnosis. *J. Amer. med. Ass.* 196 (1966) 933
- Ledley, R. S., L. B. Lusted: Reasoning foundations of medical diagnosis. *Science* 130 (1959) 9

- Ledley, R. S., L. B. Lusted: The role of computers in medical diagnosis. *Med. Docum.* 5 (1961a) 70
- Ledley, R. S., L. B. Lusted: Medical diagnosis and modern decision making. *Proc. Appl. Math. Symp.* 14 (1961b) 117
- Leiber, B.: Syndrom und Syndromatologie in der ärztlichen Diagnose. *Meth. Inform. Med.* 4 (1965) 75
- Leiber, B.: Computer, Diagnostik und ärztliche Praxis. In: *Almanach für die ärztliche Fortbildung* (S. 243), hsg. von A. Schretzenmayr. Lehmann, München 1969
- Leiber, B., G. Olbrich: Die klinischen Syndrome, Bd. 1 u. 2, 4. erweit. Aufl. Urban & Schwarzenberg, München 1966
- Leitartikel: Automation in hospitals. *Brit. med. J.* 1964/i, 1266
- Lewin, L.: Gifte und Vergiftungen. Stilke, Berlin 1929
- Ley, A. H.: Simulation of viral infection. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Lilienfeld, A. M., S. Graham: Validity of determining circumcision status by questionnaire as related to epidemiological studies of cancer of the cervix. *J. nat. Cancer Inst.* 21 (1958) 713
- Lindemann, P.: Aufbau und Arbeitsweise elektronischer Datenverarbeitungsanlagen. Praxis der elektronischen Datenverarbeitung, Sonderdruck. Agenor, Oberursel/Ts. 1967
- Lipkin, M.: Digital and analogue computer methods combined to aid in the differential diagnosis of haematological diseases. *Circulat. Res.* 11 (1962) 607
- Lipkin, M.: Der Wahrscheinlichkeitsbegriff in der Differentialdiagnose. Vortrag, 9. Jahrestagung Dtsch. Ges. Dokumentation, Arbeitsausschuß Med. 1964a, Bonn
- Lipkin, M.: The likelihood concept in differential diagnosis. *Perspect. Biol. Med.* 7 (1964b) 485
- Lipkin, M.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1966)
- Lipkin, M., J. D. Hardy: Mechanical correlation of data in differential diagnosis of haematological diseases. *J. Amer. med. Ass.* 166 (1958) 113
- Lipkin, M., J. D. Hardy: Differential diagnosis of haematological diseases aided by mechanical correlation of data. Report U.S. Naval Development Center Johnville Pa. MA 5505 17. Juni 1955
- Lipkin, M., M. A. Atamer, C. Berkley: Zit. nach Lusted (1962)
- Lipkin, M., R. L. Engle, B. J. Davis, V. K. Zworykin, R. Ewald, M. Sendrow, C. Berkley: Digital computer as aid to differential diagnosis. *Arch. intern. Med.* 108 (1961) 124
- Lodwick, G. S., C. L. Haun, W. E. Smith, R. F. Keller, E. D. Robertson: Computer diagnosis of primary bone tumors. *Radiology* 80 (1963) 273
- Löffler, W.: Zit. nach Hadorn (1961)
- Ludewig, R., K. H. Lohs: Akute Vergiftungen. Fischer, Stuttgart 1968
- Lusted, L. B.: Logical analysis in roentgen diagnosis. *Radiology* 74 (1960) 178
- Lusted, L. B.: Logic of the diagnostic process. *Meth. Inform. Med.* 4 (1965) 63
- Lusted, L. B.: Some organization and administration problems of hospital information management systems und Cybernetics in medicine. Some studies on the use of logical analysis in medical diagnosis. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966a u. b. Elsinore
- Lusted, L. B.: Computers in medicine - a personal perspective. *J. chron. Dis.* 19 (1966c) 365
- Lusted, L. B.: Data acquisition and processing in biology and medicine, Bd. I. Pergamon Press, Oxford 1962
- Lutz, T., V. Hauff: Programmierfibel. Franckh, Stuttgart 1965
- McKusick, V. A.: Some computer applications to problems in human genetics. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- McKusick, V. A.: Computers in research in human genetics. *J. chron. Dis.* 19 (1966) 427
- McKusick, V. A., S. A. Talbot: Analysis of genetic linkage in man with assistance of digital computers. 1st IBM-Medical-Symposium, 15.-17. Juni 1959, Poughkeepsie
- Maloney, J. V., J. C. Dehaven, E. C. DeLand, G. B. Bradham: Example of a large-model simulation of the blood biochemical system. *J. chron. Dis.* 19 (1966) 411
- Mann, G.: Zur Situation des medizinischen Bibliothekswesens in der Bundesrepublik Deutschland. *Dtsch. Arztebl.* 61 (1964) 796
- Mayne, J. G.: Experiences with the use of automation for collecting and recording medical history data. 9. IBM-Symposium, 24.-26. Okt. 1968, Burlington
- Mayne, J. G.: Experiences with the use of automation for collecting and recording medical-history data. *Meth. Inform. Med.* 8 (1969) 53
- Medlars Story: National Library of Medicine, US Depart. Hlth, Educat. Welfare
- Melton, R. S.: Some remarks of failure to meet assumptions in discriminant analysis. *Psychometrica* 28 (1963) 49
- Mendelsohn, M. I., W. A. Kolman, B. Perry, J. M. S. Frewitt: Morphological analysis of cells and chromosomes by digital computer. 6th IBM Medical Symposium, 5. 8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Mendelsohn, M. I., W. A. Kolman, B. Perry, J. M. S. Frewitt: Morphological analysis of cells and chromosomes by digital computer. *Meth. Inform. Med.* 4 (1965) 163
- Meyer auf der Heide, W. D.: Betriebssysteme für das Krankenhaus. IBM Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 22. 24. Januar 1969, Bad Liebenzell
- Meyers, P. H., H. C. Becker, J. W. Sweeney, C. M. Nee, W. J. Nettleton: Evaluation of a computer-retrieved radiographic image. *Radiology* 81 (1963) 201
- Moeschlin, S.: Klinik und Therapie der Vergiftungen. Thieme, Stuttgart 1964
- Moll, W.: Analyse eines Diffusions Reaktionsprozesses (Oxygenation der Erythrozyten) mit Hilfe von Digitalrechnern. 15. Biometr. Kolloquium Dtsch. Region int. Biometr. Ges., 21. 24. Feb. 1968, Hannover
- Moore, F. J.: Retrieval and processing of data on public welfare patients and clients. 1st IBM Medical-Symposium, 15.-17. Juni 1959, Poughkeepsie
- Moore, F. J.: Making informed decisions. *Med. Electronics* 4 (1967) 108
- Mount, J. F., J. W. Evans: Computer aided diagnosis - a simulations study. 5th IBM-Medical-Symposium, 7.-11. Okt. 1963, Endicott
- Müller Dietz, H.: Medizinische Literaturdokumentation in der Sowjetunion. *Dtsch. Arztebl.* 64 (1967) 767
- Murphy, E. A., I. Schulze: A program for estimation of genetic linkage in man. 3rd IBM-Medical-Symposium, 9.-13. Okt. 1961, Endicott
- Murphy, E. A., R. W. Sherwin: Estimation of genetic linkage - an outline. *Meth. Inform. Med.* 5 (1966) 45
- Murphy, J. S.: Elektronische Ziffernrechner. Berliner Union, Stuttgart 1964
- Nash, F. A.: Differential diagnosis: an apparatus to assist the logical faculties. *Lancet* 1954/i, 874

- Neiss, A.: Simulation kybernetischer Systeme auf dem elektronischen Analogrechner. 16. Biometr. Kolloquium, 20.-22. Febr. 1969, Bad Nauheim
- Neumann, H.: Die Hals-Nasen-Ohrenklinik Wien als Beispiel für die Erfassung und Vorbereitung von Patientendaten an der Wiener medizinischen Fakultät. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 22.-24. Januar 1969, Bad Liebenzell
- von Neumann, J.: Die Rechenmaschine und das Gehirn, Oldenbourg, München 1960
- Newell, A., H. A. Simon: Computer simulation of human thinking. *Science* 134 (1961) 2011
- Neyman, J.: Outline of statistical treatment of the problem of diagnosis. *Publ. Hlth (Wash.)* 62 (1947) 1449
- Neyman, J.: First course in probability and statistics. Holt, New York 1950
- Nice, C. M., H. C. Becker, P. H. Meyers, J. W. Sweeney, W. J. Nettleton: Evaluation of a computer-retrieved radiographic image. 5th IBM-Medical-Symposium, 7.-11. Okt. 1963, Endicott
- N. N. Wörter, die Maschinen steuern: IBM-Nachrichten 17 (1967) 434.
- Nugent, C. A., H. R. Warner, J. T. Dunn, F. H. Tyler: Probability theory in the diagnosis of Cushing's syndrome. *J. clin. Endocr.* 24 (1964) 621
- Oettel, H.: Erfahrungen einer Giftinformationsstelle. *Dtsch. Ärztebl.* 64 (1967) 2720, 2787
- Overall, J. E., D. R. Gorham: A pattern probability model for the classification of psychiatric patients. *Behav. Sci.* 8 (1963) 108
- Overall, J. E., C. M. Williams: Models for medical diagnosis pt 1: theoretical. *Med. Dokum.* 5 (1961) 78
- Overall, J. E., C. M. Williams: Conditional probability program for diagnosis of thyroid function. *J. Amer. med. Ass.* 183 (1963) 307
- Pagès, J. G., F. Grémy: Computers in medical teaching. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Paycha, C. F.: Mémoire diagnostique Montpellier. *Médecine* 47 (1955) 588
- Palmer, E. D.: Clinical Gastroenterology. P. B. Hoeber, New York 1957
- Pracock, A. C., E. Cotlove, S. Bunting, D. Brewer, G. Z. Williams: A data processing system for clinical chemistry. Konferenz »Electronic Data Processing in Hospital Information Systems«, Seminar 9.-12. Juni 1964, Blaricum, Holland
- Pipberger, H. V.: Analysis of electrocardiogram by digital computer. *Meth. Inform. Med.* 1 (1962) 69
- Pipberger, H. V.: Diagnostic classification of normal and abnormal electrocardiograms by digital computer. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Pipberger, H. V.: Zit. nach Abel (1967)
- Pipberger, H. V., E. D. Freis: Automatische Analyse kardiologischer Analog-Daten mittels elektronischer Rechenmaschinen. *Med. Dokum.* 4 (1960) 58
- Pipberger, H. V., I. D. Klingemann, J. Cosma: Computer evaluation of statistical properties of clinical information in the differential diagnosis of chest pain. *Meth. Inform. Med.* 7 (1968) 79
- Pipberger, H. V., F. W. Stallman, A. S. Berson: Automatic analysis of the P-QRS-T complex of the electrocardiogram by digital computer. *Ann. intern. Med.* 57 (1962) 776
- Pipberger, H. V., F. W. Stallman: Computation of differential diagnosis in electrocardiography. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 115 (1964) 1115
- Pirtkien, R.: Ein Programm zur Identifizierung von Arznei- und Giftstoffen nach Symptomen. *Meth. Inform. Med.* 5 (1966a) 31
- Pirtkien, R.: Die Differentialdiagnose von Vergiftungen mit Hilfe eines Elektronenrechners als Modell der Diagnose von Krankheiten. *Verh. Dtsch. Ges. inn. Med.* 72 (1966b) 428
- Pirtkien, R.: Gedanken zur Medizin im Jahre 2000. Vortrag »Studienkonferenz Praktische Medizin« der Bezirksärztekammer Nord-Württemberg, September 1967a
- Pirtkien, R.: Fehldiagnosen in der Klinik. Vortrag, 2. Arztl. Fortbildungstagung II. Med. Univ.-Klin. Mainz, 2. Dezember 1967b
- Pirtkien, R.: Schwierigkeiten und Fehldiagnosen bei Erkrankungen der Bauchorgane. Vortrag, 1. Diagnostik-Woche, 6.-10. Juni 1969a, Karlsruhe
- Pirtkien, R.: Durch Computer unterstützte Auskünfte bei Vergiftungen. *Hippokrates* 40 (1969b) 882
- Pirtkien, R., W. Giere: Die Arbeitsweise eines Computers in der medizinischen Diagnostik. *Hippokrates* 40 (1969) 416
- Pirtkien, R., E. Kenzelmann: Symptomenverarbeitung zur Gift- und Arzneifindung mit Hilfe einer elektronischen Rechenanlage. Vortrag, 9. Jahrestagung Dtsch. Ges. Dokumentation, Arbeitsausschuß Med., 19.-21. Okt. 1964, Bonn
- Pizer, I. H., D. R. Franz, E. Brodman: Mechanization of library procedures in the medium-sized medical library. *Bull. med. Libr. Ass.* 51 (1963) 313
- Pöldinger, W., P. Schmidlin: Index Psychopharmacorum. Huber, Bern 1963
- Pollack, S., T. D. Sterling: Part I, Statistical system. Med. Computing Center, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio 1963
- Popper, H., F. Schaffer: Liver: structure and function. McGraw-Hill Book Comp., New York 1967
- Portheine, H.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1967)
- Proctor, I. D., W. R. McCrum: A computer identification of the EEG in a neurophysiological behavioral problem. 5th IBM Medical Symposium, 7.-11. Okt. 1963, Endicott
- Rankin, J. W.: Four Carolina hospitals go on line with computer. *Mod. Hosp.* 86 (1968) 5
- Rao, C. R.: Advanced statistical methods in biometric research. Wiley & Sons, New York 1952
- Roach, C. J.: System development corp., Santa Monica, Kalifornien, Februar 1960
- Roskamm, H.: Vortrag 15. Internat. Fortbildungskongreß der Bundesärztekammer. Referat in *Selecta* 9 (1967) 1496
- Rechenberg, P.: Grundzüge digitaler Rechenautomaten. Oldenbourg, München 1964
- Reichert, P.: Formale EKG-Analyse mit der IBM 7090/1410. *Arch. Kreisf.-Forsch.* 49 (1966a) 116
- Reichert, P.: Das Problem der Computer-Diagnostik. Automation in der Medizin. In: Documenta Geigy, Basel 1966
- Reichert, P.: Elektronische Datenverarbeitung in der Medizin. *Landarzt* 43 (1967) 1201
- Reichert, P.: Dialog zwischen Arzt und Computer. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 22. bis 24. Januar 1969, Bad Liebenzell
- Reichert, P., A. W. Templeton, L. J. Delurgio: A multi-terminal cathode ray tube system for man-computer interfacing. *Meth. Inform. Med.* 7 (1968) 209
- Reichert, P., C. Winkler, G. Kloss: Computer-Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen. *Dtsch. med. Wschr.* 90 (1965) 2317
- Reinwein, D.: GU-Bestimmung: 63% Fehldiagnosen. *Praxis Kurier* 5 (1967) 1

- Reissner, J.: Einführung in die medizinische Dokumentation. Akad. Verlagsgesellschaft, Frankfurt/M. 1967
- Reppes, R.: Anwendung des Analogrechners zur Darstellung stochastischer Prozesse. 16. Biometr. Kolloquium, 20.-22. Febr. 1969, Bad Nauheim
- Rettenmaier, G.: Biotelemetrie. Dtsch. Ärztebl. 66 (1969) 1116
- Reynolds, W. F.: Research in public health. Vortrag, 28. Jahreskonferenz der Milbank Memorial Fund, 1951. Milbank Memorial Fund, New York 1952
- Rheilen, R.: Berichtswesen und Informationswiedergewinnung (Data Retrieval). IBM-Nachrichten 18 (1968) 352
- Robertson, J. S.: Use of computers in radiation dose problems. 1st IBM-Medical-Symposium, 15.-17. Juni 1959, Poughkeepsie
- Robertson, J. S.: Computer applications in nuclear medicine. J. chron. Dis. 19 (1966) 441
- Robertson, J. S., S. R. Bozzo: Positron scanner for brain tumors. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Rome, H. P.: Automation technics in clinical psychiatric practice. 4th IBM-Medical-Symposium, 22.-26. Okt. 1962, Endicott
- Röpke, H.: Analog-Computereinsatz in der Biologie. 16. Biometr. Kolloquium, 20.-22. Febr. 1969, Bad Nauheim
- Rothschub, K. E.: Prinzipien der Medizin. Urban & Schwarzenberg, München 1965
- Rothschub, K. E.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1967)
- Röttger, P., H. Reul, J. Klein, H. Sunkel: Die vollautomatische Dokumentation und statistische Auswertung pathologisch-anatomischer Befundberichte. Meth. Inform. Med. 8 (1969) 19
- Sandoe, E.: Intensive care of acute myocardial infarction. Konferenz "Automated Data Processing in Hospitals", April-Mai 1966, Elsinore
- Sawyer, H. S.: Zit. nach Ledley (1965)
- Scher, A. M.: Model of the origin of the ECG. 6th IBM Medical Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Schinz, H. R., W. E. Baensch, W. Frommhold, R. Glauner, E. Uehlinger, J. Wellauer: Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Bd. 5, 6. neubearb. Aufl. Thieme, Stuttgart 1965
- Schmelcher, R., H. Krämer-Günther: Schadenersatzpflicht des Arztes bei Fehldiagnose. Dtsch. med. Wschr. 92 (1967) 727
- Schmid, J., G. Campbell: Computer Diat. IBM Form 71507
- Schmitt, O. H.: Application of computers in cardiovascular disease. Circulat. Res. 11 (1962) 505
- Schneider, B.: Versuch einer medizinischen Kybernetik. Meth. Inform. Med. 5 (1966) 128
- Schneider, B.: Computereinsatz zur medizinischen Diagnostik. Berl. Ärztekammer 5 (1968) 344
- Schneider, B.: Planung eines integralen Datenverarbeitungssystems für die Klinik. IBM-Seminar "Datenverarbeitung und Medizin", 22.-24. Januar 1969a, Bad Liebenzell
- Schneider, B.: Mathematische Methoden für die Diagnostik. 16. Biometr. Kolloquium, 20.-22. Febr. 1969b, Bad Nauheim
- Schneider, B.: Logische Grundlagen der medizinischen Diagnostik. 1. Diagnostik-Woche, 6.-10. Juni 1969c, Karlsruhe
- Schneider, H. L.: Wörterbuch der Augenheilkunde. Manuskript 1967
- Schnellpresse: Automatisches Datenverarbeitungssystem. Zeitungsdienst IBM Deutschland 11 (1966) 2
- Schölmerich, G.: Zit. nach Immich, Kübler, Oette, Schumacher (1967)
- Schoknecht, G., G. Schäfer: Verfahren zur Bestimmung der Dosisverteilung bei der Strahlenbehandlung mit Kobalt 60 unter Verwendung des Datenverarbeitungssystems IBM 1401. IBM Fachbibliothek Form 78142
- Schopka, H. J.: Zit. nach Gall (1969)
- Schröder, J.: Die Frage nach dem Zustandekommen unserer Diagnosen als Voraussetzung einer allgemeinen Morbiditätsstatistik. Med. Dokum. 4 (1960) 2
- Schull, W. H., A. Kudo: Certain multivariate problems arising in human genetics. 3rd IBM-Medical-Symposium, 9.-13. Okt. 1961, Endicott
- Schwiegk, H., G. v. Bergmann, W. Frey: Handbuch der Inneren Medizin, Bd. 3, Teil 1 u. 2, 4. Aufl. Springer, Berlin 1953
- Scientific Subroutine Package System 360: IBM Form H20-0205-1
- Seligson, D.: Policy considerations for the operation of a clinical laboratory. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Selvester, R. H.: Mathematical model of the total body ECG with a realistic external torso boundary. 7th IBM-Medical-Symposium, 25.-28. Okt. 1965, Poughkeepsie
- Shalek, K. J., G. H. Fletcher: A study of the explicit distribution of radiation in interstitial implantations. 4th IBM-Medical-Symposium, 22.-26. Okt. 1962, Endicott
- Shalek, R. J., M. Stovall: The computation of Dosage in interstitial and intracavitary radiation therapy. J. chron. Dis. 19 (1966) 519
- Shapiro, P. A.: Recording and evaluating physiological data on sleeping and dreaming human subjects. 5th IBM-Medical Symposium, 7.-11. Okt. 1963, Endicott
- Shapiro, P. A.: ACORN - an automated coder of report narrative. Meth. Inform. Med. 6 (1967) 153
- Shreere, W. W.: Computer applications in metabolic studies of $^{14}\text{CO}_2$ excretion. 6th IBM Medical Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Shultz, G. I.: The use of the IBM 704 in the simulation of speech recognition systems. IBM Research Center, Yorktown Heights, Research Report RC-37, 1. Dez. 1957
- Siler, W.: Zit. nach Stacy, Waxman (1965)
- Slack, W. V., B. M. Peckham, L. J. van Cura, W. F. Carr: A computer based physical examination system. J. Amer. med. Ass. 200 (1967) 136
- Smallwood, R. D.: A decision structure for teaching machines. M.I.T. Press, Cambridge (Massachusetts) 1962
- Spindelberger, W.: Charakterisierung des Fkg mittels Tschebyscheff'scher Polynome. Meth. Inform. Med. 7 (1968) 96
- Spindelberger, W., G. Grabner: Zit. nach Fellinger (1968)
- Stacy, R. W., B. Waxman: Computers in biomedical research, Bd. I. Academic Press, New York 1965
- Stallmann, F. W.: Digital computer analysis of electrocardiographic data. 3rd IBM-Medical-Symposium, 9.-13. Okt. 1961, Endicott
- Stark, L., M. Okajima, G. H. Whipple: Computer pattern recognition techniques: electrocardiographic diagnosis. Commun. Assoc. Comp. Mach. 5 (1962) 527
- Stembuch, K.: Automaten lernen, Automaten erkennen. n+m, Naturwissenschaften und Medizin (Boehringer) 1 (1964) 19
- Stembuch, K.: Zit. nach Gross (1966)

- Sterling, T. D., H. Perry: Zit. nach Stacy, Waxman (1965)
- Sterling, T. D., H. Perry: Cancer therapy - computation and visualization of dose distribution in external beam therapy. *J. chron. Dis.* 19 (1966) 521
- Sterling, T. D., H. Perry, J. Weinkam: Automation of treatment planning. 4th IBM-Medical Symposium, 22. bis 26. Okt. 1962, Endicott
- Stovall, M., R. J. Shalek: A study of the explicit distribution of radiation in interstitial implantations. *Radiology* 78 (1962) 950
- Swenson, W. M.: A preliminary investigation of possibilities of application of computer devices to the scoring and interpretation of structured personality tests and their use in a medical center. 2nd IBM-Medical Symposium, 28.-30. Sept. 1960, Endicott
- Swenson, W. M., J. S. Pearson: Experience with large scale psychologic testing in a medical center. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Swenson, W. M., J. S. Pearson: Psychiatry - psychiatric screening. *J. chron. Dis.* 19 (1966) 497
- Swets, J. A., W. Feurzeig: Computer - aided instruction. *Science* 150 (1965) 572
- Talbot, S. A.: Status of ballistocardiography. 3rd IBM-Medical-Symposium, 9.-13. Okt. 1961, Endicott
- Talbot, S. A., W. K. Harrison: Computer evaluation of physiological data for diagnosis. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Tauxe, W. N.: Über die Auswertung von Radioisotopszintigramm Daten durch den Computer. *Meth. Inform. Med.* 7 (1968) 96
- Taylor, R.: The computer concept, development and problem environment. *J. chron. Dis.* 19 (1966) 333
- Taylor, T. R.: The principles of medical computing. Blackwell, Oxford 1967
- Taylor, T. R.: A fixed field/fixed length automated case record using an IBM 1232 optically readable document. *Meth. Inform. Med.* 7 (1968) 156
- Thompson, N. P.: Fourier analysis of the electrocardiographic function. *Amer. J. med. Electron.* 1 (1962) 299
- Tolles, W. E., W. J. Carbery, A. H. Freiman, C. A. Steinberg, C. A. Carceres: Role of the modern computer in analysing electrocardiographic data. *Circulation* 22 (1960) 824
- Toronto, A. F., L. G. Veasy, H. R. Warner: Evaluation of a computer program for diagnosis of congenital heart disease. *Progr. cardiovasc. Dis.* 5 (1963) 362
- Turner, A., P. Schmidt: Bibliography, University of Missouri, Columbia, Missouri 1966
- Überla, K.: Die Faktorenanalyse als ein statistisches Modell für die medizinische Forschung. *Münch. med. Wschr.* 31 (1963) 1547
- Überla, K.: Zur Verwendung der Faktorenanalyse in der medizinischen Diagnostik. *Meth. Inform. Med.* 4 (1965a) 89
- Überla, K.: Modelluntersuchungen zur Genauigkeit der Schätzung von direkt nicht meßbaren Größen mit Hilfe der Faktorenanalyse. *Meth. Inform. Med.* 4 (1965b) 195
- Uhr, L.: Pattern recognition. 6th IBM-Medical-Symposium, 5.-8. Okt. 1964, Poughkeepsie
- Ulrich: Zit. nach Rettenmaier (1968)
- U.S. National Center: The Use of Computers in Hospitals. U.S. National Center, Hlth Serv. and Mental Hlth Administr., Bethesda (Maryland) 1968
- Vallbona, C.: Application of computers for hospital usage. *J. chron. Dis.* 19 (1966) 461
- Wagner, G.: Quality control in medicine und The information retrieval problem in medicine. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966a, Elsinore
- Wagner, G.: Computer - Hilfsmittel der modernen Medizin. *IBM Nachrichten* 180 (1966b) 304, IBM Form 78206
- Wagner, G.: Datenverarbeitung und Medizin in den USA. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 22.-24. Januar 1969, Bad Liebenzell
- Wagner, W.: Aufgabe und Bedeutung eines Betriebssystem. IBM-Seminar »Datenverarbeitung und Medizin«, 22.-24. Januar 1969, Bad Liebenzell
- Warner, H. R.: The role of computers in medical research. *J. Amer. med. Ass.* 196 (1966) 944
- Warner, H. R., M. S. Pryor: Time sharing a computer for biomedical research. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Warner, H. R., W. M. Stauffer: Some techniques for computer assisted diagnosis of heart disease. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April bis Mai 1966, Elsinore
- Warner, H. R., A. F. Toronto, L. G. Veasey: Experience with Bayes' theorem for computer diagnosis of congenital heart disease. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 115 (1964) 558
- Warner, H. R., A. F. Toronto, L. G. Veasey, R. Stephenson: A mathematical approach to medical diagnosis. *J. Amer. med. Ass.* 177 (1961) 177
- Waschewsky, H. J.: Automatisierung im Labor. Symposium »Datenverarbeitung in der Medizin«, November 1963, La Tour de Peilz
- Weil, H., H. Shubin, W. Rand: Experience with a digital computer for study and improved management of the critically ill. *J. Amer. med. Ass.* 198 (1966) 1011
- Weltanschau: Allg. Homöop. Zeitung 212 (1967) 580
- Wiener, N.: Zit. nach Lusted (1960)
- Wilson, W. J., A. W. Templeton, A. H. Turner, G. S. Lodwick: The computer analysis and diagnosis of gastric ulcer. *Radiology* 85 (1965) 1064
- Wirth, W. G., G. Hecht, C. Gloxhuber: Toxikologie-Fibel. Thieme, Stuttgart 1967
- van Woerkam, A. J., K. Brodman: Statistics for a diagnostic model. *Biometrics* 17 (1961) 299
- Wortzman, D., B. G. Gilmore, H. D. Schwetman, J. I. Hirsch: Computer identification of cardiac arrhythmia. 7th IBM-Medical-Symposium, 25.-28. Okt. 1965, Poughkeepsie
- Yellowlees, H.: Interface problems in medical and administrative patient management. Konferenz »Automated Data Processing in Hospitals«, April-Mai 1966, Elsinore
- Yoder, F. D.: Data processing in public health. 4th IBM Medical-Symposium, 22.-26. Okt. 1962, Endicott
- Young, T. Y., W. H. Huggins: The intrinsic component theory of electrocardiography. *IRE trans. Bio. med. Electron.* BME-6 (1962) 214
- Zemanek, H.: Die Programmierung und ihre Sprachen. *IBM-Nachrichten* 17 (1967) 457
- Zinsser, H. H., R. E. Bonner, A. Lemlich, L. Roots: Pylonephritis: A study of disease in depth. 4th IBM-Medical-Symposium, 22.-26. Okt. 1962, Endicott
- Zahnärztliche Mitteilungen: Immer wieder Vergiftungen. *Zahnärztl. Mitt.* 57 (1967) 470

Beispiele für Druckausgaben
einer Datenbank für Vergiftungen

mit den
dazugehörigen
Programmen*

für einen die medizinische Diagnostik und Auskünfte
unterstützenden Computer

* Sollte die Absicht einer praktischen Verwendung der folgenden Programme bestehen, bittet der Autor um Kontaktaufnahme.

Thalliumvergiftung (Programmform II) mit Sperrsymptomen

Zur Kontrolle erfolgt zunächst ein Ausdruck der eingegebenen Symptome des Vergifteten.

COMPUTER-AUSKUNFT: TOXIKOLOGIE
 DOCUMENTATIONS- UND BIOLOGISCHE ABTEILUNG

SEITE 1

STELLE MBF-AM-R-BOSCH-KR.HAUS NAME O.A. PAT.NR.-B 511 DATUM 10.6.1970 LAUFENDE NR. 353

KONTROLLE DER EINGEGEBENEN SYMPTOME

EINGEG. SYMPTOM-NUMMERN	ZUGEDORNE SYMPTOME (SPERRSYMPTOME MIT *)	SORT-BEGRIFF
71	BLUT: BSG IN DER 1. STD. 009-005 MM	MBX.LI.....
89	EXTREMITÄTEN: SCHMERZ:	SUB.NSEX....
91	BEWEGUNGSSTÖRUNG: EXTR. UNTERE MOTOR. STÖRUNG	INS.ZVBNHEU
135	SCHMERZ: ABDOMEN: LEIBSCHMERZ KOLIKARTIG	SUB.NSRA....
258	* ALOPECIE, HAARAUFSFALL	INS.ZXHH....
685	EUPHORIE	EXP.ZP.....
964	HYPAESTHESIE, SCHMERZ- EMPFINDUNG VERMINDERT	NEU.HXNS....
967	HYPERAESTHESIE, SCHMERZ- EMPFINDUNG VERMEHRT	NEU.HXNS....
1175	LAHMUNG:: PARALYSE, PARESE	T-D.ZXNK....
1155	BLUT-WEISS: LEUKOZYTEN TOXISCH GRANULIERT	MBW.LB.....
1168	BLUT-WEISS: LINKSVERSCHIEBUNG	MBW.LB.....
1186	LOGORRHOE, GESCHWÄTZIGKEIT KRANKHAFT	EXP.UP.....
1458	GEFUEHL: PARAESTHESIE, NISS-EMPFINDUNG	SUB.NS.....
1538	AUGE: PUPILLEN WEIT	INS.ZXNHCA..
1918	KRAMPF: WADENKRAMPF:	SUB.NSEVBN..

Liste 1 mit der Differentialdiagnose. Durch die Sperrsymptome sind nur 2 Giftstoffe in der differential-diagnostischen Liste enthalten.

COMPUTER-AUSKUNFT: TOXIKOLOGIE
 DOKUMENTATIONS- UND BIOLOGISCHE ABTEILUNG

SEITE 2

STELLE HRF-AM-P-ROSCHE-KR.HAUS NAME O.A. PAT.NR.B 511 DATUM 10.6.1970 LAUFENDE NR. 353

LISTE DER MOEGLICHEN DIFFERENTIALDIAGNOSEN UNTER DER VORAUSSETZUNG, DASS ES SICH UM EINE VERGIFTUNG HANDELT,
 ABSTIEGEND NACH GESAMTGEWICHT (GG) GEORDNET.
 ZAHL DER IN FRAGE KOMMENDEN COMPUTER-UNTERSTUETZTEN DIAGNOSEN 2
 DAVON WERDEN AUSGEGEBEN: 2

ERKLÄRUNG DER SYMBOLE: SZ: ZAHL DER BEI DEM GIFTSTOFF GESPEICHERTEN SYMPTOME
 GS: ZAHL DER BEI DEM GIFTSTOFF GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME
 RH: SUMME DER REZIPROKEN HÄUFIGKEITEN DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME
 G: SUMME DER GESCHÄTZTEN GEWICHTE DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME
 F: EADS-SCHER SIGNIFIKANZINDEX DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME
 EG: SUMME DER HÄUFIGKEITEN DES GIFTSTOFFES INNERHALB DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME
 GG: DIAGNOSTISCHES GESAMTGEWICHT ($K \cdot GS + K \cdot RH + K \cdot G + K \cdot E + K \cdot EG$)

GIFTSTOFF:		SZ	0 GS +	3 RH +	1 G +	5 E +	1 EG +	GG
NUMMER	NAME							
5	THALLIUM	184	11	517	525	1999	286	10281
2	BLEI AKUT	91	4	117	230	1968	3	9843

Thalliumvergiftung (Programmform III) ohne Sperrsymptome

Seite 1:

Zur Kontrolle erfolgt wieder der Ausdruck der eingegebenen Symptome mit Symptomnummer, Symptomtext und Sortierwort.

COMPUTER-AUSKUNFT: TOXIKOLOGIE						SEITE 1
DOKUMENTATIONS- UND DIAGNOSTISCHE ABTEILUNG						
STELLE BERLIN	NAME	O.A.	PAT.NR. B 511	DATUM 3.6.1970	LAUFENDE NR. 2270	
KONTROLLE DER EINGEGEBENEN SYMPTOME						
EINGEG. SYMPTOM-NUMMERN	ZUGEORNETE SYMPTOME (SPERRSYMPTOME MIT *)	SORT-BEGRIFF				
89	EXTREMITÄTEN: SCHMERZ:	SUB.NSEX.....				
135	SCHMERZ: ABDOMEN: LEIBSCHMERZ KGLIKARTIG	SUB.NSIA.....				
71	BLUT: BSG IN DER 1. STD. 000-005 MM	MBX.LI.....				
1155	BLUT-WEISS: LEUKOZYTEN TOXISCH GRANULIERT	MBW.LB.....				
1168	BLUT-WEISS: LINKSVERSCHIEBUNG	MBW.LB.....				
1105	LÄHMUNG: PARALYSE, PARESE	T-D.ZXVA.....				
1186	LOGORRHOE, GESCHWÄTZIGKEIT KRANKHAFT	EXP.UP.....				
964	HYPÄESTHESIE, SCHMERZ-EMPFINDUNG VERMINDERT	NEU.HXNS.....				
967	HYPERÄESTHESIE, SCHMERZ-EMPFINDUNG VERMEHRT	NEU.HXNS.....				
91	BEWEGUNGSSTÖRUNG: EXTR. UNTERE MOTORSTÖRUNG	INS.ZVBRNML.....				
1458	GEFÜHL: PARÄESTHESIE, MISS-EMPFINDUNG	SUB.NS.....				
288	ALOPECIE, HAARAUFSALL	INS.ZXHH.....				
1918	KRAMPF: MADFAKRAMPF:	SUB.NSEWBM.....				
685	EUPHORIE	EXP.ZP.....				

Seite 2:

Liste 1 mit der gefundenen Differentialdiagnose ohne Berücksichtigung von Sperrsymptomen (ohne Vorauswahl). Die Anzahl der auszugebenden Diagnosen wurde durch einen Schalter in den Programm-Steuerkarten auf 20 begrenzt. Zusätzlich zu Programmform II ist die Abfrage nach den Boole-Bedingungen eingefügt (LB).

COMPUTER-AUSKUNFT: TOXIKOLOGIE						SEITE 2				
DOKUMENTATIONS- UND DIAGNOSTISCHE ABTEILUNG										
STELLE BERLIN	NAME	O.A.	PAT.NR. B 511	DATUM 3.6.1970	LAUFENDE NR. 2270					
*** (DINE VORAUSWAHL) ***										
LISTE DER MÖGLICHEN DIFFERENTIALDIAGNOSEN UNTER DER VORAUSSETZUNG, DASS ES SICH UM EINE VERGIFTUNG HANDELT, ABSTIEGEND NACH GESAMTGEWICHT (GG) GEORDNET.										
ZAHL DER IN FRAGE KOMMENDEN COMPUTER-UNTERSTÜTZTEN DIAGNOSEN: 83										
DAVON WERDEN AUSGEGEBEN: 20										
ZUSÄTZLICH WIRD VON DEN 2 WAHRSCHEINLICHSTEN DIAGNOSEN EINE GESAMTBESCHREIBUNG ANGEFÜGT.										
ERKLÄRUNGEN DER SYMBOLE: SZ: ZAHL DER BEI DEM GIFTSTOFF GESPEICHERTEN SYMPTOME										
GS: ZAHL DER BEI DEM GIFTSTOFF GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME										
RH: SUMME DER REZIPROKEN HÄUFIGKEITEN DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME										
G: SUMME DER GESCHÄTZTEN GEWICHTE DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME										
E: FAUSCHEN SIGNIFIKANZINDEX DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME										
EG: SUMME DER HAUPTKREITEN DES GIFTSTOFFS INNERHALB DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME										
GG: DIAGNOSTISCHES GESAMTGEWICHT (X.GS+X.RH+X.G+X.E+X.EG)										
LB: DIAGNOSEN MIT LOGISCHEN (BOOLE'SCHEN) BEDINGUNGEN										
(BOOLE-BEDINGUNGEN BEI AND/OR/NOT:										
1=BED.ERFÜLLT, 0=BED.NICHT ERFÜLLT, 2=KEINE BED.FORMULIERUNG)										
GIFTSTOFF:	NUMMER	NAME	SZ	0 GS + 0 RH + 0 G + 5 E + 1 EG =	GG	LR				
5	THALLIUM		184	11	517	625	1999	289	10284	112
662	ERGOTINUM		39	4	140	225	1996	20	10000	222
3	BLEI CHRONISCH		143	5	145	273	1986	32	5962	222
440	SAFRAN		49	4	66	234	1988	C	954C	222
84	HYDRAZIN		56	3	88	228	1986	6	9936	222
244	TOLUOL		102	4	67	226	1986	0	993C	222

374	BELLERICAL	71	4	66	258	1978	8	9698	222
531	LORCHEL	65	2	24	120	1975	4	9879	222
2	BLEI AKUT	81	4	117	230	1975	4	9879	222
641	INSULIN	74	3	92	184	1959	1	9796	222
525	ESSBARE PILZE MIT GIFTSTOFFEN	64	3	35	193	1954	12	9782	222
530	KNOLLENBLÄTTERPILZ	177	5	132	348	1930	114	9764	001
707	SCHMERZ- UND SCHLAF TABLETTEN	82	3	41	208	1943	14	9749	222
81	NITRITE	52	2	40	128	1946	0	9730	222
336	ENDRIN	49	2	40	128	1946	0	9730	222
183	PARALDEHYD	54	3	78	176	1938	0	9690	222
661	ALKYLPHOSPHATE	220	5	216	308	1925	56	9681	201
493	NEUROLEPTICA	112	5	129	356	1917	16	9601	222
6	QUECKSILBERVERGIFTUNG AKUT.	129	4	115	228	1909	13	9558	202
211	DICHLORATHAN AKUT	51	3	35	176	1906	0	9530	222

Seite 3:

Liste der bei den einzelnen in Frage kommenden Diagnosen nicht gefundenen Symptome des Vergifteten. Zum Beispiel sind bei Giftstoff Nr. 5 (Thallium) die Symptome mit den Nummern 1186 (Logorrhoe), 1918 (Wadenkrampf) und 685 (Euphorie) nicht gespeichert gewesen.

COMPUTER-AUSKUNFT: TOXIKOLOGIE
DOKUMENTATIONS- UND BIOLOGISCHE ABTEILUNG

SEITE 3

STELLE BERLIN NAME O.A. PAT.NR. B 511 DATUM 3.6.1970 LAUFENDE NR. 2270

*** OHNE VORWAHL ***

BET DEN EINZELNEN DIAGNOSEN NICHT VORHANDENE PATIENTENSYMPTOME

GIFT-NR. SYMPTOMNUMMERN (VGL. LISTE DER EINGEGEBENEN SYMPTOME)

5	1186 1918 685
662	135 71 1155 1168 1186 967 91 288 1918 685
3	71 1155 1168 1186 964 91 288 1918 685
440	87 1105 1186 764 967 91 1458 288 1918 685
84	89 135 1155 1105 1186 964 91 1458 288 1918 685
244	89 135 1105 1186 964 967 91 288 1918 685
174	89 135 1155 1105 1186 964 967 91 288 1918
531	87 71 1155 1168 1186 964 967 91 1458 288 1918 685
2	89 71 1155 1168 1186 964 967 91 1918 685

Seite 4 5

Ausgabe der "Liste 2", d.h. der gesamten Information, die zu den einzelnen gefundenen Diagnosen gespeichert sind. Die gespeicherten Angaben sind noch nicht vollständig. Durch Schlüsselzahlen (in Steuerkarten gesetzt) kann die Zahl der Diagnosen, deren Gesamtinformationen ausgegeben werden sollen, begrenzt werden. Werden keine "Schlüssel" gesetzt, werden von allen ausgegebenen Diagnosen alle zugeordneten Informationen ausgegeben. Die Schlüsselzahlen sind mit dem Schlüsseltext - beispielsweise "100 000 Spezialitäten" - vor den Handelsnamen oder entsprechenden anderen Bezeichnungen als Suchbegriff angegeben. Es kann unter 37 verschiedenen Schlüsseln gewählt werden (s. Seite 190, 230).

STELLE BERLIN NAME O.A. PAT.NR. B 511 DATUM 3.6.1970 LAUFENDE NR. 227

*** OHNE VORAUSWAHL ***

GIFTSTOFF-NR. 5 THALLIUM

GESPEICHERTE FALLZAHL =
ZAHL DER SYMPTOME = 18

100000 SPEZIALTYPEN
THALLIUM SULFAT
THALLIUM ACETAT
ZELLO-GIFTKOERNER
DELICIA
THARATTIN
MUNGOMANN
STYX-RATTENTOD-TH-FLUESSIG
STYX-GIFTKOERNER
CFS GIFTWEIZEN
M7-GIFTKOERNER
ZELLOKOERNER
ZELTOPASTE
SURUX
RAMOR
SORIL

210000 VERGIFTUNGSQUELLEN, VORKOMMEN
RATTENGIFT, MAUSEGIFT
KIMINELLE VERABREICHUNG

421000 LETALE DOSES
1-1,5 G THALLIUMSULFAT

600000 NACHWEIS
FLUOREN-SPEKTROGRAFISCH IN DEN HAAREN

700000 THERAPIE
ANTIDOTUM METALLURUM SAUTER
VITAMIN B1
NATRIUMSULFAT
DITHION (20 MG/KG/DIE PER OS)
MILCH
ATROPIN GEGEN DARM-KOLIKEN
BARBITURATE BEI KRAEMPFEN
NATRIUMTHIOSULFAT 1-2 G IV. IN HYPERTENSISCHER ZUCKER-LOESUNG
ZYSTEIN

810000 ASSERVATE
NACHWEISDAUER MINIMAL 24 STUNDEN
QUANTITATIV 2-3 TAGE
ZUSAEZLICH MAGEN
ZUSAEZLICH BLUTSERUM 10 ML
WICHTIGSTES: HARN 200 ML

900000 NICHT-TOXIKOLOGISCHE DIFFERENTIALDIAGNOSEN
PORPHYRINURIE

STELLE BERLIN NAME O.A. PAT.NR. B 511 DATUM 3.6.1970 LAUFENDE NR. 2270

HYSTERIE
BULBAERPARALYSE
LANDRYSCHE PARALYSE
PROGRESSIVE PARALYSE
SENILE DEMENZ
TYPHUS
GASTROENTERITIS
PJLYNFEURITIS
HAUTAUSCHLAG
BLEPHARITIS
DERMATITIS
STOMATITIS
ALOPEZIE

Seite 6 - 9:

Liste der den Giftstoffen im Speicher zugeordneten Symptome u.a. mit Nummern und Sortierwörtern. Die eingegebenen und bei den einzelnen Giftstoffen gefundenen Symptome des Patienten sind mit einem * markiert. Enthalten sind weiter Angaben über die reziproke Häufigkeit und das geschätzte Gewicht der Symptome, die Zahl ihrer Häufigkeit nach den eingegebenen Krankengeschichten (Z 2) und die Zahl der gespeicherten Krankengeschichten mit dieser Giftstoff-Symptom-Kombination (Z 3).

Die Rechenzeit für die Ausführung dieses Diagnostik-Laufes beträgt 1 min 48 sec, die Druckzeit 1 min 45 sec. Für eine Ausgabe der Liste mit den Differentialdiagnosen (Liste I, Seite 1-3) beträgt die Rechenzeit 1 min 21 sec, die Druckzeit 19 sec. (Programmform III).

STELLE BERLIN		NAME		DLA.	PAT.NR. B 511	DATUM 3.6.1970	LAUFENDE NR. 2270			
SY.NR	SYMPTOM	REZ.FKT	GEW	Z 2	Z 3					
137	REFLEX: FEHLT AREFLIXIE	NEU.XYNK....	14	50	54	0				
62	DRUCK DER BETTDECKE KANN NICHT TRAGEN WERDEN	SUB.NSRK....	999	78	0	C				
91	* BEWEGUNGSSTÖRUNG: EXTR. UNTERE MOTON. STÖRUNG	INS.ZVBRNMEU	166	64	2	1				
606	EKG: T-WELLEN, ABFLACHUNG DER	EKG.KF.....	27	50	100	1				
674	EKG: T-WELLEN NEGATIV	EKG.KF.....	38	50	12	1				
118	UEBER- EMPFINDLICH HYPERAESTH. EXTREM. FUSSCHLE	SUB.NSEP....	999	80	2	2				
135	* SCHMERZ: ABDOMEN: LEIRSCHMERZ KULTIKARTIG	SUB.NSHA....	9	50	25	3				
142	LIQUOR: GESAMTEWEISS ERHOEHET	MLI.LP.....	99	50	1	C				
154	EXTREM. VAGEL: LUNULARSTREIFEN LATENZZEIT-WECHEH	INS.ZVFNZL..	333	98	1	1				
157	LIQUOR: MENINGEAL- ZÄCKE IN KOLLOIDKURVE, MASTIKRK.	MLI.LI.....	333	50	0	C				
165	SCHMERZ: NACHLASSEN AUF DRUCK	SUB.NSZK....	499	78	0	C				
89	* EXTREMITÄTEN: SCHMERZ:	SUB.NSEX....	49	50	5	4				
205	SCHMERZ: STERNUM UNTER DEM	SUB.NSRT....	25	50	13	2				
272	HAUT: AKNE	T-C.ZVVK....	62	50	C	C				
288	* ALDPECTE, HAARAUSSFALL	INS.ZKFF....	83	50	5	5				
292	AUGEN: AMAUROSE, BLINDHEIT	NEU.CANH....	17	50	1	C				
294	AUGEN: AMBLYOPIE, SCHWACHSICHTIGKEIT	NEU.CANH....	38	50	0	C				
304	MAGENSÄFT: ANACIDITÄT	MRV.LSVSVV..	66	50	C	C				
366	BLUT: ANAEMIE	MBR.LE.....	13	50	0	C				
1653	SCHWEISS- SEKRETION FEHLT, ANHEDRISIS	INS.ZKHE....	499	50	C	C				
379	HAAR: AUGENBRAUENAUSFALL LATERAL	INS.ZKHCAL..	999	85	1	1				
387	AUGEN: MUSKEL: LÄHMUNG:	T-C.ZKXKCBM	249	70	C	C				
1658	SCHWINDEL, VERTIGO	SUB.NK.....	3	50	48	C				
586	DURST	SUB.ZKRV....	11	50	1	C				
600	BLUT-SERUM: EISEN ERHOEHET	MBS.LW.....	52	50	6	1				
653	ERBRECHEN: VOMITUS, TIME SIS STEHE ERBRECHEN	INS.ZKXKXV..	2	50	149	2				
824	BLUT: HARN: SEDIMENT BLUTIG, HAEMATURIE	MUR.LC.....	6	50	211	0				
702	LÄHMUNG: GESICHT: FACIALIS- PARESE	T-C.ZKXKCG..	333	70	0	C				
801	ERRESE: GLOBULINVERMIHRUNG	MBS.LP.....	76	50	3	C				
802	GLOSSTIS, ZUNGE: ENTZÜNDUNG	T-C.ZKXSVL..	249	50	0	C				
819	HAARWURZEL DUNKEL VERFAHRT	INS.ZKFF....	999	85	0	C				
891	HAUT: SCHÜPPUNG	INS.ZVVK....	83	50	C	C				
893	HAUT: TRÖCKEN	INS.ZKHK....	15	50	154	2				
963	HYPERACIDITÄT, MAGEN: SAFTRE VERMINDERT	MRV.LSVV....	142	50	1	C				
964	* HYPAESTHESIE, SCHMERZ- EMPFINDUNG VERMINDERT	NEU.HKNS....	66	50	78	1				
1572	REFLEX: GESTEIGERT	NEU.HNS....	15	50	68	1				
984	HYPERTONIE, RR-, BLUTDRUCK ERHOEHET	T-C.ZKXKCG..	12	50	42	1				
1006	HYSTERIE	EXP.ZP.....	249	50	C	C				
1017	IMPOTENZ	SUB.GP.....	66	50	0	C				
1026	INTELLIGENZDEFEKT, URTEILSFAHIGKEIT, MANGELANDE	EXP.ZP.....	41	50	2	1				
353	BEWEGUNGSSTÖRUNG: ATAXIE	INS.ZKXKXEX	11	50	11	1				
1516	HARN: PORPHYRINURIE, KOPROPORPHYRINURIE	MUR.LX.....	76	50	6	1				
1075	KRAMPE: MUSKEL: KONTRAKTIONEN, KRAMPFIT	INS.ZKXKBM..	3	50	178	2				
1168	* BLUT-WEISS: LINKSVERSCHIEBUNG	MBW.LB.....	9	50	543	2				
1310	MENSTRUATIONS-, PERIODE-STÖRUNG	T-C.ZKXKUB..	111	50	0	C				
1344	MUSKEL: ATROPHIE	INS.ZKXKBM..	124	50	C	C				
1396	AUGEN: NEURITIS NERVI OPTICI, SEHNERVENENTZÜNDG.	T-C.ZKXKCA..	142	50	0	C				
1406	NIERE: FUNKTIONSTÖRUNG	T-C.ZKUN....	8	50	2	C				
1413	AUGEN: NYSTAGMUS	INS.ZKXKCA..	24	70	12	1				
1416	OBSTIPATION, STUHLVERHALTUNG	T-L.ZKXK....	30	50	7	0				
1460	LÄHMUNG: BULBAER- PARALYSE AEFNUECH	T-C.ZKXK....	333	50	C	C				
1463	PARANOIA, TRÄUMEREI, GEFÜHLSSTÖRUNG	EXP.ZP.....	97	50	2	C				
7	BLUT: EISENVERMIHRUNG V. ALB. VERMINDERT	MBS.LG.....	43	58	42	1				
1481	LÄHMUNG: PERONEALIS, FIBULARIS LÄHMUNG:	NEU.LUNM....	499	70	0	C				
1375	NEURITIS, NERVENENTZÜNDUNG	T-C.ZKXK....	24	78	0	C				
1521	HARN: PROTEINURIE, EIW. MIT AUSSCHIEDUNG	MUR.LP.....	5	50	177	C				
1529	AUGEN: LTD. PUPILLE	INS.ZKXKCA..	111	70	0	C				
1570	LÄHMUNG: KHEKHEPE: REKURRENSLÄHMUNG:	NEU.AKXN....	999	70	0	C				
1603	MUND: SALIVATION, SPEICHEL FLUSS VERMEHRT	INS.ZKXKDM..	8	63	H6	C				
1608	SCHLAF-LÖSSTREIT, AGRYPNIE, ASOMNIE	SUB.ZKXV....	10	50	2	C				

1740	SPEZIFISCH- DYNAMISCHE WIRKUNG VON EIWISS FEHLT	T-C.ZXSKLP..	999	50	0	0
1818	HERZ: TACHYKARDIE, PULSBESCHLEUNIGUNG	AUS.RTKH....	4	50	708	2
1878	UNRUHE	EXP.ZP.....	7	50	185	1
1893	LAEMMUNG: VAGUS-, PARASYMPATHIKUS-LAEMMUNG:	T-C.ZXNV....	166	50	0	0
1910	DHR: VESTIBULARIS-SCHAEDIGUNG, GLEICHGEW.-STUERUNG	NEU.CONH....	71	50	0	0
1958	MUND: ZAHN: KATIES	T-C.ZXVZ....	999	50	0	0
1976	HARN: SEDIMENT: ZYLINDRURTE	MUR.LH.....	11	50	42	0
312	ANAESTHESIE SCHMERZ-UN- EMPFINDLICH	NEU.MXNS....	18	64	471	0
419	BENOMMENHEIT	EXP.ZPNG....	3	50	489	0
426	BEMUSSTLOSIGKEIT	EXP.ZP.....	3	50	828	0
432	HARN: BILIRUBINURIE	MUR.LNVL....	55	62	8	0
461	HERZ: BRADYKARDIE	AUS.RTKHNV..	9	59	48	1
539	ZYANOSE, BLAUSUCHT, C---SIEHE AUCH Z---	INS.ZFAXKX..	4	50	380	0
553	DELIRIEN	T-C.ZPNX....	8	50	11	0
580	AUGE: DOPPELBILO- SEHEN	SUB.NMCA....	25	64	5	0
589	SCHMERZ: SCHLUCKEN BEIM DYSPHAGIE	SUB.NSVXCM..	11	50	7	0
609	EKG: MYOCARDSCHADEN	EKG.KH.....	38	50	0	0
710	HAARAUSFALL: ACHSELHAARE FEHLEN	INS.ZXHRKX..	249	74	0	0
715	TEMPERATUR: FIEBER	SON.ZT.....	5	50	199	0
792	GEWICHTSABNAHME	SUB.ZE.....	12	50	0	0
807	HARN: GLYKOSURIE ZUCKERAUSSCHIEDUNG	MUR.LNSI....	26	50	24	0
810	EXTREMITAETEN: GROBE KRAFT VERMINDERT, ADYNAMIE	SON.ZXNXBRX	249	60	0	0
833	HALLUZINATION	EXP.ZP.....	15	62	4	0
859	HARVABGANG UNWILLKUERLICH, ENURESIS	INS.ZXNKUX..	29	50	40	0
895	HAUT: ATROPHIE	INS.ZVFX....	249	60	0	0
918	HEISERKEIT, RAUCEDO	EXP.ZXAK....	25	60	7	0
967	* HYPERAESTHESIE, SCHMERZ- EMPFINDUNG VERMEHRT	NEU.FXNS....	62	62	16	1
969	BLUT-SERUM: BILIRUBIN VERMEHRT, HYPERBILIBURINAEMIE	MBS.LN.....	16	62	24	0
999	BLUT: GERINNUNGSFAKTOR-II, PROTHROMBIN VERMINDERT	MBS.LG.....	20	64	175	0
1008	IKTERUS, GELBFAERBUNG DER HAUT:	INS.ZFHX....	11	64	20	0
1102	BLUT-SERUM: KUPFER, CU ERHOEHET	MBS.LB.....	166	60	5	0
1105	* LAEMMUNG: PARALYSE, PARESE	T-C.ZXNX....	15	67	3	0
1137	LEBER: FUNKTIONSTESTE TEILWEISE PATHOLOGISCH	MBS.LUVL....	8	67	1	0
1141	LEBER: HYPERTROPHIE, VERGROESSERT	PAL.RAVL....	10	68	159	0
1155	* BLUT-WEISS: LEUKOZYTEN TOXISCH GRANULIERT	MBW.LB.....	31	50	111	1
1156	BLUT-WEISS: LEUKOZYTEN VERMEHRT, LEUKOZYTOSE	MBW.LB.....	7	50	527	2
1299	GESICHT: MASKENGESICHT	INS.ZXCG....	142	62	1	0
1311	MERKFAEHIGKEIT-, GEDACHTNIS-STOERUNG	EXP.ZP.....	24	50	0	0
1420	OEDEM, SCHWELLUNG	INS.ZVFX....	41	50	6	0
1458	* GEFUEHL: PARAESTHESIE, MISS-EMPFINDUNG	SUB.NS.....	10	64	5	2
1486	PHARYNGITIS, RACHEN-ENTZUENDUNG	T-C.ZXCM....	83	50	0	0
1535	AUGE: PUPILLEN REAKTIONSLAS	INS.ZXNHCA..	12	62	96	0
1537	AUGE: PUPILLEN UNGLEICH WEIT	INS.ZXNHCA..	47	60	20	0
1540	HAUT: SCHLEIMHAUT: BLUTUNG: PURPURA, DIAPHOESE	INS.ZVHXKB..	19	64	4	0
1545	PYRAMIDENBAHNZEICHEN	NEU.EUNX....	20	64	52	1
1631	SCHMERZ: ABDOMEN: EPIGASTRIUM	SUB.NSVHRA..	7	96	44	0
1765	SPRACHSTOERUNG	EXP.ZPNX....	15	50	20	0
1804	STUHLABGANG, ENKOPRESIS	INS.ZXVFNX..	52	50	22	0
279	DHR: SCHWERHOERIGKEIT, TAUBHEIT, AKUSTIKUSSCHADEN	SUB.NXCO....	58	60	12	0
1862	GEFUEHL: UEBELKEIT, NAUSEA	SUB.NSVX....	3	50	100	2
1909	VERWIRRHIT	EXP.ZP.....	13	50	105	0
1969	MUSKEL: ZUCKEN	INS.ZXBM....	11	60	40	1
2390	MUSKEL: ELEKTRISCHE ERREGBARKEIT HERABGESETZT	SON.ZXBM....	499	64	0	0
2401	LATENZZEIT-TAGE: 1 BIS MEHRERE TAGE	SUB.ZL.....	166	50	4	0
2423	SCHAM- BEHAARUNG VERMINDERT	INS.ZXHHGX..	999	74	0	0
20	* RESE: ALPHA-2-GLOBULIN ERHOEHET	MBS.LP.....	22	58	314	2
29	REFLEX: ASR ABGESCHWAECHT	NEU.EKNABK..	55	58	217	1
41	REFLEX: BAUCHHAUTREFLEX ABGESCHWAECHT	NEU.HANRHR..	71	40	79	1
42	REFLEX: BAUCHHAUTREFLEX FEHLT	NEU.RANKPR..	41	80	351	1
52	REFLEX: BAUCHMUSKELREFLEX FEHLT	NEU.RANKBR..	55	80	228	1
65	BLUT: BSG IN DER 1. STD. 016-025 MP	PBR.LI.....	25	68	203	1
71	* BLUT: BSG IN DER 1. STD. 000-005 MP	PBR.LI.....	17	68	400	2
92	EXTRIM. BEIN: SENSIB. STORNG. PARAESTH. SYMMETRISCH	NEU.EUNS....	249	80	4	4
122	EKG: DELTAWELLEN	EKG.NFCR....	83	68	46	1
124	EKG: DYSRHYTHMIE, RHYTHMUSSTOERUNG	EKG.KH.....	124	68	15	1
125	EKG: FREQUENZ-VERLANGSMT	EKG.KH.....	166	68	11	1
129	EKG: HERDBEFUND	EKG.NFCR....	199	68	5	1
163	EKG: ERREGUNGS- RUECKBILDUNGSSTOERUNG	EKG.KH.....	34	68	250	1
169	SCHMERZ: PECTANGINOESE 3E SCHWERDEN.	SUB.NSRTKH..	8	70	17	3
193	BLUT-WEISS: EOSINOPHILE ZELLEN FEHLEN EOSINOPHIE	MBW.LB.....	16	58	468	2
197	EZ AUSREICHEND	INS.ZE.....	26	68	199	1
198	EZ GUT	INS.ZE.....	13	68	503	3
204	EXTRAEM. FUSSSOLE SCHMERZ:	SUB.NSEP....	999	70	2	2
228	SCHMERZ: HODENGEFEND, IN	SUB.NSGH....	999	58	1	1
237	* RESE: ALBUMIN ERNIEDRIGT, HYPALBUMINAEMIE	MBS.LP.....	31	58	174	1
261	KONFABULIEREN	EXP.ZP.....	333	58	3	1
322	ANOREXIE, APPETITMANGEL	SUB.ZBVR....	10	58	9	2
329	APATHIE, TEILNAHMSLOSIGKEIT	EXP.ZP.....	55	80	2	1
369	REFLEX SEITENDIFFERENT	NEU.XYNK....	83	68	21	2
388	BLUT-SERUM: FERMENTE: SGOT PATHOLOGISCH	MBS.LF.....	14	58	505	4
413	BLUT: GERINNUNGSFAKTOR-III, THROMBOPLASTIN PATH.	MBX.LG.....	23	58	264	2
435	BLUT-SERUM: MELTHANNBAND VERKUERZT	MBS.LI.....	45	58	69	1
436	HAUT: BLAESSE	INS.ZAKXFX..	6	58	293	1
460	MUND: ZUNGE: BELEGT	INS.ZVVLPSCH	16	70	189	1
790	GESICHT: SENSIBILITAEI GESTOERT, PARAESTH.	NEU.CGNSNH..	499	58	1	1
1084	KOPF: SCHMERZ: KOPFSCHMERZ, CEPHALGIE	SUB.NSCK....	3	58	50	2
1144	ABDOMEN: LEIB DRUCKEMPFINDLICH	PAL.RANS....	19	58	87	2
1331	MUND: TROCKEN, SPEICHEL- SEKRETION VERMINDERT	INS.ZXHDPSCH	12	70	294	1
1533	AUGE: PUPILLEN ENG	INS.ZXNHCA..	11	58	374	2
1648	MUEDIGKEIT, SCHWAECH, LFTHARGIE	SUB.ZA.....	5	58	45	1

1661	AUGEN: SEHSTÖRUNG	SUB.NHCA....	18	58	12	1
4	ABDOMEN: ABWEHRSPANNUNG	PAL.RANS....	34	70	87	1
31	REFLEX: ASR VERSTÄRKT	NEU.EKXKX..	33	58	188	1
55	E'RESF: BETA-GLOBULIN VERMEHRT	MBS.LP.....	16	58	493	2
70	BLUT: BSG IN DER 1. STD. 046-065 MP	MBX.LI.....	83	68	24	1
72	BLUT: BSG IN DER 1. STD. 006-015 MP	MBX.LI.....	16	68	443	1
107	ABDOMEN: DARM:- PERISTALTIK VERMINDERT	AUS.RAVENV..	41	70	182	1
133	LATENZZEIT-STUNDEN: BESCHWERDEN- BEGINN N.4-6 STD.	SUB.ZL.....	37	70	30	1
144	EEG: SPANNUNG GERING	EEG.NHCA....	99	68	19	1
213	E'RESF: GAMMA-GLOBULINVERMEHRUNG	MBS.LP.....	33	58	99	1
225	HAUT: FEUCHT	PAL.HX.....	33	70	103	1
310	BLUT: ANAEMIE HYPOCHROM	MBR.LB.....	43	58	57	1
361	REFLEX: PSR VERSTÄRKT	NEU.FKXKX..	24	58	250	1
372	BLUT-SERUM: FERMENTE: SGPT PATHOLOGISCH	MBS.LI.....	19	70	260	2
428	REFLEX: TROMMER- UND KNIPSREFLEX PATHOLOGISCH	NEU.EHNKX..	199	58	12	1
484	EEG: THETAWELLEN	EEG.NHCA....	83	68	20	1
531	KZ GUT	INS.ZA.....	16	68	337	1
532	KZ MANGELHAFT	INS.ZA.....	66	68	46	1
559	DEPRESSION	EXP.ZP.....	17	70	182	1
779	GESICHT: GERÖTET	INS.ZFHCC..	11	70	198	1
988	BLUT-SERUM: CHLOR VERMINDERT, HYPOCHLORÄMIE	MBS.LE.....	23	58	86	1
992	BLUT-SERUM: KALIUM VERMINDERT, HYPOKALIÄMIE	MBS.LE.....	14	70	315	2
1145	SCHMERZ: ABDOMEN: LEIBSCHMERZ	SUB.NSHA....	7	70	82	1
1281	BLUT-WEISS: LYMPHOZYTEN VERMINDERT, LYMPHOPENIE	MBS.LB.....	17	70	357	1
1312	METEORISMUS, BLÄHUNGEN	SUB.VC.....	17	70	47	1
1539	AUGE: PUPILLEN: LICHT- REAKTION TRÄGE	INS.ZXNCA..	18	70	401	1
1828	KRAMPF: TETANIFORME KRAMPF	INS.ZXKEM..	43	70	8	1
1846	TREMOR, ZITTERN	INS.ZXKXK..	6	70	83	1
111	HAUT: LOKAL HYPERKERATOSE	INS.ZVFX....	499	50	C	C
571	DIARRHOE, DURCHFALL SINNE DIARRHOE	I-D.ZXVC....	3	50	70	C
679	BLUT-ROT: ERYTHROZYTEN BASOPHIL PUNKT. UEB.2 PRCM.	MBR.LB.....	90	50	5	C
1513	NIERE: POLY- URIE, HARNFLUT VERMEHRT	SUB.UXUN....	27	50	2	C
1790	MUND: ZAHNFLEISCH-ENTZÜNDUNG, STOMATITIS	I-C.ZXVZFSM	58	50	1	C
1956	MUND: ZAHNFLEISCHSAUM GRAU	INS.ZFHSVZ..	499	50	C	C

Beispiel eines information retrieval aus der Datenbank für Vergiftungen

Durch Angaben der Schlüsselzahlen 440 000 und 700 000 (Seite 190, 230) für die gesuchte Art der Giftstoffaufnahme und die Therapie wurden hier von Dioxan (Giftstoffnummer 173) die gewünschten, vorher gespeicherten Informationen ausgedruckt. Die Dauer des Vorganges für das Wiederauffinden der Informationen unter einer Schlüsselzahl beträgt 65 sec., das Ausdrucken dauert 4 sec.

COMPUTER-AUSKUNFT: TOXIKOLOGIE		SEITE 1	
DOUMENTATIONS- UND BIOLOGISCHE ABTEILUNG			
STELLE	NHR LISTE 2	NAM	SICHERSSELARNA PAT NR.
		DIATIM	6 70
		LAIENHR	NH 221
GIFTSTOFF NR	173	DIOXAN	
		GESPEICHERTE FALLZAHL	= 0
		ZAHL DER SYMPTOME	= 8
44000	AUFNAHME		
	INHALATION		
70000	THERAPIE		
	LEBERSCHUTZ-THERAPIE		
	SAUERSTOFF		
	KÜNSTLICHE BEATMUNG		
	NATRIUMSULFAT		
	KALCIUM IV		
	MAGENSPIELUNG MIT MEDIZINAL-KOHLE		
	WARNUNG VOR FETT		
	INTUBATION		
	URÄMIE-BEKÄMPFUNG		
	NICOTIN		
	AUGEN AUSSPÜLEN MIT BRUNNENWASSER		
	NOVESIN-TROPFEN (WANDER)		
	PARAFFIN-OEL STERIL		
	PRONESTYL BEI KAMMERFLINNERN (PROCAINAMID 500 MG IM.)		
	PARAFFIN-OEL 700 MG ERWACHSENE		
	WARNUNG VOR ADRENALIN		
	WARNUNG VOR EPHEDRIN		
	LAEVULOSE-LÖSUNG 5%		
	WARNUNG VOR RIZINIUS		
	KAFFEE, HEISSE		
	DECK-VERBAND		
	MERCURIOFORM AUFPIESELN		
	WARNUNG VOR MILCH		

Verwendete Schlüssel (nach von Clarmann)

100 000	Spezialitäten
110 000	Summenformel
120 000	Chem. Nomenklatur, systematischer Name
210 000	Vergiftungsquellen, Vorkommen
230 000	Verwendungszweck
240 000	Gefährdeter Personenkreis, Industrie
300 000	Beschaffenheit, Aggregatzustand
310 000	Form, Farbe, Gewicht
330 000	Hersteller
350 000	Geruchsschwelle
340 000	Handelsformen
411 000	Wirkungsweise
412 000	Lebensbedrohliche Gefahr
413 000	Todesursache
420 000	Toxizität
421 000	erlaubte Dosis
421 100	Norm.-Dosis
421 200	Max.-Dosis
421 300	MAK
422 000	Toxische Dosis
421 210	EMD (Einzel-Maximaldosis)
421 220	TMD (Tages-Maximaldosis)
421 230	Höchstverschreibungsmenge
423 000	Letale Dosis
423 100	Unmittelbar lebensgefährlich
423 200	nach 1/2-1 Stunde
430 000	Inhaltsstoffe
440 000	Aufnahme
600 000	Nachweis
661 000	Dräger-Röhrchen
661 010	" "
661 020	Meßbereich
661 030	Farbumschlag
661 040	Polytest
700 000	Therapie
810 000	Asservate
900 000	Nicht-toxikolog. Differentialdiagnosen

Die Programme für eine Datenbank für Vergiftungen in FORTRAN IV G im Betriebssystem OS oder im DOS ab RELEASE 21.

Die folgenden Seiten enthalten die vollständigen Programme für die verschiedenen Datenläufe außer der Diskriminanzanalyse. Mit diesen Programmen können folgende Ausgabedaten erstellt werden:

1. Eine Differentialdiagnose.
2. Ein Ausdruck der jeweiligen Gesamtsymptomatik zu den nach der Computerausgabe infrage kommenden oder sonst bereits bekannten Diagnosen mit
3. einem Ausdruck aller übrigen gespeicherten Informationen über die nach der Computerausgabe zutreffenden oder bereits bekannten Giftstoffe wie: Therapie, Spezialitätennamen u.a. Insgesamt sind bisher 37 verschiedene Abrufmöglichkeiten vorgesehen. Diese Zahl kann erheblich vergrößert werden. Die vorgesehenen Schlüssel sind auf Seite 230 angegeben.
4. Mit der eingegebenen Nummer eines bekannten Giftstoffes und einer Schlüsselzahl zu einer der 37 Abrufmöglichkeiten kann gezielt eine bestimmte Gruppe von Informationen abgerufen werden.

Die Programme für die Datenbank bestehen aus einem Hauptprogramm (MAIN) und 22 Unterprogrammen (SUBROUTINEN).

Diese Unterprogramme werden entweder vom Hauptprogramm oder einem Unterprogramm aufgerufen. Welche Aufgaben die einzelnen Programmteile haben, ist in den comment-Karten des Hauptprogramms und der Unterroutinen angegeben.

Beispielsweise hat die als erste aufgerufene Unterroutine MBDDIN die Aufgabe, Ein-/Ausgabe- und Datei-Spezifikationen festzulegen.

Eine TP (teleprocessing)-Version des Programms für den Einsatz eines terminals IBM 2740 mit Übertragungseinheit IBM 2701 erfordert mit overlay structure 102 K-Bytes gegenüber rund 110 K-Bytes in der hier gezeigten Programmversion für eine IBM/360-50. Sie ist von uns erfolgreich eingesetzt worden.

```

FORTRAN IV G LEVEL 18                MAIN                DATE = 21237                09/46/28                PAGE 1

      CCC
      CCC  DIAGNOSE PROGRAMM
      CCC
      C
      C
      C
      C
      C  D E F I N I T I O N E N
      C  -----
      C
      C  MIT * BEGINNENDE VARIABLEN * 2 BYTE INTEGER
0001  C  IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
      CCC
      CCC  IN DEN COMMONS STEHEN NUR UNVERÄNDERLICHE DIMENSIONEN
      CCC  JDE4  STEUERFELDER FÜR ALLE UNTERPROGRAMME (UPROS)
      C(I)
      C  * ARBEITSBEREICHE WERDEN GEMEINSAM ALS PARAMETER ÜBERGEBEN
      C  *   (IN DEN UPROS VARIABLEN DIMENSIONIERTE)
      C  * ÄNDERUNG DER DIAGNOSEZAHL ERZUHRT ALS NUR ÄNDERUNG DER DIMEN
      C  *   SIONEN IM HAUPTPROGRAMM.
      CCC
0002  C  REAL * 4 READS
0003  C  COMMON /DTTD/KO(20)
      C
      C  1. GEMEINSAME INPUT/OUTPUT-DEFINITIONEN (NDR=DRUCKER, KL=KARTENLESER)
0004  C  COMMON  /INPOUT/      NDR, KL, LHI, IS, IGZ1, ILZ1, IGG1, ILG1,
      C  I                    INGS(48), ISTAR, ISUEB
      C
      C  LHI = HILFSDATEI, DARIN
      C  IS = SATZNUMMER FÜR FEHLERMELDUNG
      C  IGZ1 = SATZNUMMER FÜR ALLE GÜLTIGEN Z1
      C  ILZ1 = SATZNR. FÜR BEI DIESEM LAUF GÜLTIGEN Z1
      C  IGG1 = SATZNR. FÜR ALLE GÜLTIGEN DIAGNOSENUMMERN
      C  ILG1 = SATZNR. FÜR BEI DIESEM LAUF GÜLTIGE DIAGNOSENUMMERN
      C  INGS = 48 SATZNUMMERN FÜR MAX. 48 PATIENTENSYMPTOME MIT
      C  SCHALTERTABELLE FÜR NICHT GEFUNDENE SYMPTOME
      C  ISTAR = SATZNR. FÜR ALLE GÜLTIGEN SCHLUESSEL (MAX. 100)
      C  ALTERNATIV-TABELLE ZUR ERSTELLUNG DER ILZ1 UND ILG1,
      C  SOFERN VERSCHIEDEN VON IGZ1 UND IGG1
      C  ISUEB = 1. SATZNUMMER FÜR ALLE SCHLUESSEL * ÜBERSCHRIFTEN
      C  I SATZZAHL = ZAHL DER SCHLUESSEL

```

```

CCC
C 2. DATEI-BENUTZUNGSINFORMATIONEN:
C - DATEI NUMMERN (ND0,ND1,...,ND8)
0005 CMMND /DATBEN/ ND0,ND1,ND2,ND3,ND4,ND5,ND6,ND7,
      1 NDB,LOE,LWR,LES,LAB
C - STEUERZEICHEN (LOE=LOESCHEN,LWR=SCHREIBEN,LES=LESEN,
      LAB = ADRESSE BILDEN)
C
C
C 3. GEMEINSAME DATEI-FELDER
0006 CMMND /DATGEM/ IZGI,IZSY,LFNR,KSZ,KFEHL
C IZGI = HOECHSTE DIAGNOSEZAHL
C IZSY = HOECHSTE SYMPTOMZAHL
C LFNR = LAUFENDE UNTERSUCHUNGSNUMMER (=LNR I. /PATID/)
C KSZ = ZAHL DER SCHLUESSEL
C NRGI = NUMMER DER ZUGEDORNETEN DIAGNOSE
C NRSY = NUMMER DES ZUGEDORNETEN SYMPTOMS
C KFEHL = FEHLERCODE
      1 ,K1(20)
      2 ,X2AK3(760),X2GSG(760),X2Z3(760),NRGI
      3 ,K3(25)
      4 ,X4AK1(760),X4GSG(760),X4Z3(760),NRSY
      5 ,K5(20)
      6 ,P6AK5(1180)
      7 ,X7AK1(520),NHSP
      8 ,KH(20),I75P
C 4. NAMEN DER FELDER IN DEN TEXT-DATEIEN (I,J,S,B)
C ***** IM HAUPTPROGRAMM MUSS JEDER SATZ EINZELN BEHANDELT WERDEN *****
CCC
CCC FELDBENENNUNGEN (FUER ALLE DATEI-BENUTZENDEN PROGRAMME)
CCC
0007 1. DATEI-1 (TEXT-DATEI FUER DIAGNOSEN)
0008 DIMENSION XIA(6),KITG(115),XIH(2)
      EQUIVALENCE
      1 (K1(1)), SATZNUMMER = SATZADRESSE, WENN NICHT, IST SATZ GELOESCHT K1NSA)
      2 (K1(2), XIB(1)), (XIB(1)), DIAGNOSENUMMER (BEI ALLEN FOLGESAETZEN IDENTISCH, WENN GLEICH
      3 (XIB(2)), (XIB(2)), FORTSETZUNGSADRESSE (NULL, WENN KEINE WEITEREN SAETZE FOLGEN) XINGI)
      4 (K1(3)), (XIB(3)), (XIB(3)), DIAGNOSETEXT (60 BYTES) XIFA)
      5 (K1(4)), (XIA(1)), (XIA(1)), ADRESSE IN DATEI-2 (DIAGNOSE/SYMPTOM) KITG(111))
      6 (K1(5)), (XIA(2)), (XIA(2)), ADRESSE IN DATEI-6 (DIAGNOSE/SPEZIALITAETEN) XIAK2)
      7 (K1(6)), (XIA(3)), (XIA(3)), ADRESSE IN BOOLE-DATEI XIAK6)
      8 (K1(7)), (XIA(4)), (XIA(4)), ADRESSE DER 'HINWEIS'-MITTEL (VERWEIS AUF ANDERE DIAGNOSE) XIAK8)
      9 (K1(8)), (XIA(5)), (XIA(5)), ZAHLE DER ZUGEHORIGEN SYMPTOME XIAK1)
      10 (K1(9)), (XIA(6)), (XIA(6)), ZAHLE DER KRANKENGESCHICHTEN ZU DER DIAGNOSE (21) XIZSY)
      11 (K1(10)), (XIA(6)), (XIA(6)), ZAHLE DER KRANKENGESCHICHTEN ZU DER DIAGNOSE (21) XIZI)
CCC
0009 2. DATEI-3 (TEXT-DATEI FUER SYMPTOME)
0010 DIMENSION K3TSY(17),K3TSW(4),X3A(4),X3B(2)
      EQUIVALENCE
      1 (K3(1)), SATZNUMMER = SATZADRESSE, WENN NICHT, IST SATZ GELUESCHT K3NSA)
      2 (K3(2), X3B(1)), (X3B(1)), SYMPTOMNUMMER (BEI ALLEN FOLGESAETZEN IDENTISCH, WENN GLEICH
      3 (X3B(2)), (X3B(2)), FORTSETZUNGSADRESSE (NULL, WENN KEINE WEITEREN SAETZE FOLGEN) X3NSY)
      4 (K3(3)), (X3B(2)), (X3B(2)), SYMPTOMTEXT (68 BYTES) X3FA)
      5 (K3(4)), (X3B(3)), (X3B(3)), SORTIERWORT (16 BYTES) K3TSY)
      6 (K3(5)), (X3B(4)), (X3B(4)), ADRESSE IN DATEI-4 (SYMPTOM/DIAGNOSE) K3TSW)
      7 (K3(6), X3A(1)), (X3A(1)), (X3A(1)), SCHLUESSEL FUER VORAUSWAHL X3AK4)
      8 (K3(7)), (X3A(2)), (X3A(2)), REZIPROKE HAEUFIGKEIT X3SVA)
      9 (K3(8)), (X3A(3)), (X3A(3)), ANZAHL DER SYMPTOMNENNUNGEN IN KG. (22) X3REZ)
      10 (K3(9)), (X3A(4)), (X3A(4)), ANZAHL DER SYMPTOMNENNUNGEN IN KG. (22) X3Z2)
CCC
0011 3. DATEI-5 (TEXT-DATEI FUER SPEZIALITAETEN USW.)
0012 DIMENSION K5SP(15)
      EQUIVALENCE
      1 (K5(1)), SATZNUMMER = SATZADRESSE, WENN NICHT, IST SATZ GELOESCHT K5NSA)
      2 (K5(2)), (K5(2)), SPEZIALITAETEN-NUMMER (VGL. DATEI 1 ODER 3) K5NSP)
      3 (K5(3)), (K5(3)), FORTSETZUNGSADRESSE (VGL. DATEI-1 ODER 3) K5FA)
      4 (K5(4)), (K5(4)), SCHLUESSEL (6-STELLIG) K5SSP)

```

```

C   SPEZIALITÄTEN-TEXT (60 BYTES)
5, (K515),                                K5TSP(11)
C   ADRESSE DATEI-7 (SPEZIALITÄTEN/DIAGNOSE)
6, (K5120),                                K5AK71
DIMENSION      XDSY(6), XASY(14), XNSY(6), XBA(2)
EQUIVALENCE
1  (K811),                                K815A1
2  (K8(2), XBA(1)), (XBA(1)),            K81G11
3  (XBA(2)),                                K81A11
4  (K813),                                XGSY(11)
5  (K8(6)),                                XASY(11)
6  (K813),                                XNSY(11)
CCC
C
C   5. PATIENTENIDENTIFIKATION
0015 CMMON /PATID/      PNR(2), DATUM(3), STELLE(6), PNAME(6)
1      , LNR
C
C   6. PARAMETER, STEUERUNG SINFORMATIONEN (AUS KARTEN BZW DIAGNOSE-PROG)
0016 CMMON /PARAM/      KL1, KL2 MV, KL2 (IV, KNURL2, KGF(5))
1      , KR001F, KN1, SY
2, TAEND
C
C   7. PATIENTENSYMPTOME (AUS PATIENTEN VORWAHLW. & ALLE DETAILLISTEN &
0017 CMMON /PATSYM/      5. ZÄHNER : VIRUSW, ZAHLE U. SY KARTEN, ZÄHNER
1      KPSYMB(8), KVSYM(12), KSV, KAR
, NZSYG, NZSYVA, NZSYH
C
C   8. SCHLUESSELANGABEN (EINLESEN: SCHLUESSELLISTE MIT STEUERZEICHEN)
0018 CMMON /PATSCH/      KL1ST(11), KSF
1      (VON PLATTE GEHOLT: GÜLTIGE SCHLUSSEL)
C
C   9. ARBEITSBEREICHE, TABELLEN, MATRIZEN (RECHENWERTE F. EADS)
C
0019 DIMENSION ZEADS(1100), NEADS(1100),      XSYZ(1100), XREZ(1100)
1      , XGEW(1100), XZ3Z(1100), IEADS(1100), IGGEW(1100)
2, X2ARB(2280), X4ARB(2280)
0020 EQUIVALENCE (ZEADS(1), IEADS(1))
2      , (NEADS(1), IGGEW(1))
3, (X2AK(11), X2ARB(11))
4, (X4AK(11), X4ARB(11))
C ***      BEMERKUNG:
C *** BEI X-DATEIEN WIRD IM COMMON NUR DIE ADRESSEN (GEWICHTE, Z)
C *** UEBERGEHEN (BEI X-DATEI-2 AUSSERDEM NGI, BEI X-DATEI-3 NSY ZU
C *** KONTROLLZWECKEN). DIE SATZBILDUNG, FORTSETZUNGS-ERMITTLG. ETC.
C *** ERFOLGT IM DATEI-UPRO. GELOESCHTE FELDER SIND <0, DAS ENDE
C *** DER DATEN IST 0 GEGENZEICHNET.
C
C
C   D I A G N O S E   H A U P T P R O G R A M M
C
CCC 1. INITIALISIEREN (VOR ALLEM EINGABE)
0021 100 CALL MBDDIN
CCC INITIALISIEREN FEHLERROUTINE
0022 110 CALL MBDFE(10)
CCC 2. INITIALISIEREN (DATEI PROGRAMM + ORGANISATIONSTAFF) LESEN
C
0023 200 CALL DATEI ENDD, LFS, NDD
0024 210 LNR = LFN
CCC 3. KARTEN LESEN UND PRÜFEN (EINFORMATIONEN IM COMMON) ENDEABFRAGE
0025 300 CALL MBDDK(1)
C      WEVN K=1 : KARTENEND
0026 310 IF (K.EQ.1)                                GO TO 2100
CCC 4. SEITENZAHLER INITIALISIEREN, ÜBERSCHRIFT
0027 400 CALL MBADZY(10)
CCC 5. DIAGNOSE ODER NUR LISTE-2 ?
0028 500 IF (KNURL2.EQ.1)                                GO TO 1600
C      NACH DATEIÄNDERUNGEN NEUE TABELLEN ERSTELLEN
0029 510 IF (TAEND.EQ.1) CALL MBDDGZ
CCC      ***** DIAGNOSE *****
CCC 7. SYMPTOMLISTE AUSGEBEN, VORWAHLSYMPTOME ERMITTELN,
C      VORHER ARBEITSBEREICH LÖSCHEN
C
0030 700 DO 710 I=1, NZSY
0031 710 X2ARB(I) = 0
0032 720 CALL MBOTSY (X2ARB(1))
CCC 8. AUSWAHL DER DIAGNOSEN FÜR DIE DIFFERENTIALDIAGNOSE, WENN GEWÜNSCHT
0033 800 CALL MBDDBG (XZ3Z(1), XSYZ(1), XREZ(1), XGEW(1), IZG, K)
0034 810 IF (K.GT.0)                                GO TO 300
C
CCC 9. TABELLENBERECHNUNG (NACH LÖSCHEN)
C
0035 900 DO 910 I=1, IZG
0036 901 ZEADS(I) = 0.
0037 902 NEADS(I) = 0.
0038 903 XREZ(I) = 0
0039 904 XGEW(I) = 0
0040 905 XZ3Z(I) = 0

```



```

0041      906 XSYZ (1) = 0
0042      907 IGGEW(1) = 0
0043      908 IEADS(1) = 0
0044      909 X2ARB(1+49) = 0
0045      910 X2ARB(1+1159) = 0
C
0046      920 CALL MBDDTB (NZSYG,KPSYM(1), IZGI,XSYZ(1), XREZ(1), XGEW(1)
          1      ,XZ3Z2(1), NEADS(1), ZEADS(1)
C XZITAB = X2ARB(1160) LAENGE 1100
          2      ,X2AR3(1160)
C XSCH = X2ARB(1) LAENGE 48 (VGL. MBDSY )
          3      ,X2AR3(1)
C X VAT = X2ARB(50) LAENGE 1100
          4      ,X2AR3(50)
          5      ,KYGSY)
CCCC 10. GESAMTGEWICHTSBILDUNG (IEADS = ZEADS, IGGEW = NEADS)
0047      1000 CALL MBDDGB (IZGI, XSYZ(1), NEADS(1), ZEADS(1), XZ3Z2(1), XREZ(1)
C ZEADS = ZAEHLER, NEADS = NENNER VON EADS-QUOTIENTEN
          1      , XGEW(1), IGGEW(1), KGF(1), IEADS(1)
C
CCC 11. DIFFERENTIALDIAGNOSE-LISTEN SORTIEREN (MIT/DHNE VORAUSWAHL)
0048      1100 DJ 1110 I=1, IZGI
0049      X4ARB(1) = 0
0050      1110 X4ARB(1+1099) = 0
0051      1120 CALL MBDDDS (IZGI
C XDIMVA = X4ARB(1) MIT VORAUSWAHL - DIFFERENTIALDIAGNOSEN
C XDI3VA = X4ARB(1100) OHNE " "
          1, X4ARB(1), X4AR3(1100)
C XGINR = X2ARB(1160) GUELTIGE DIAGNOSENUMMERN, WERDEN EINGELESEN
          2, X2ARB(1160)
          3, IGGEW(1)
C X VAT = X2ARB(50) GEBILDET IN MBDDTB
          4, X2ARB(50)
          5, KSV, NZSYG,
C XSCH = X2ARB(1) GEBILDET IN MBDDSY
          6 X2ARB(1)
C VARIABLEN FUER DIE ZAHL DER DIAGNOSEN MIT/DHNE VORAUSWAHL
          7, IZDIMV, IZDIOV)
C
CCC 12. AUSGABE LISTE-1 MIT VORAUSWAHL, WENN GEWUENSCHT
C
C UNTER + UEBERSCHRIFT
C ABFRAGE SCHALTER FUER VORAUSWAHL
0052      1200 IF (KSV.NE.1) GO TO 1400
C NEUE SEITE + UNTER-UND UEBERSCHRIFT
0053      1205 CALL MBADZVI-1)
C VORSCHUB
0054      1210 CALL MBADZV ( 2)
0055      1220 WRITE (NDR,1230)
0056      1230 FORMAT ('0',5X,'*** MIT VORAUSWAHL ***')
C ABFRAGE, OB MIT VORAUSWAHL DIAGNOSEN GEFUNDEN, SONST TEXTAUSGABE
0057      1240 IF (IZDIMV.GT.0) GO TO 1280
0058      1250 WRITE (NDR,1260)
0059      1260 FORMAT ('0',5X,'KEINE DIFFERENTIALDIAGNOSEN GEFUNDEN')
0060      1270 GO TO 1400
C AUSGABE DER GEFUNDEN DIAGNOSEN
0061      1280 CALL MBDTLI (X4ARB(1), IZDIMV, KBD0LE, KLI, KL2MV,
          1      XSYZ(1), XREZ(1), XGEW(1), IEADS(1), XZ3Z2(1),
          2      IGGEW(1), KGF(1), IZGI)
C
CCC 13. NICHT GEFUNDENE SYMPTOME MIT VORAUSWAHL, WENN GEWUENSCHT
C
C ABFRAGE SCHALTER FUER NICHT GEFUNDENE SYMPTOME
0062      1300 IF (KNGSY.EQ.0) GO TO 1400
C
C UNTER + UEBERSCHRIFT
C
0063      1310 CALL MBADZVI-1)
0064      1320 CALL MBADZV ( 2)
0065      1330 WRITE (NDR,1230)
C
C NICHT GEFUNDENE SYMPTOME
C
0066      1340 CALL MBDTNG (IZDIMV,KNGSY,X4ARB(1),X2ARB(1160),X2ARB(1),X2ARB(50)
          1      ,NZSYG,IZGI)
C
CCC 14. LISTE-1 DHNE VORAUSWAHL
C (ERKLAERUNGEN VGL. 12.)
C
C UNTER + UEBERSCHRIFT
C
0067      1400 CALL MBADZV (1)
0068      1410 CALL MBADZV ( 2)
0069      1420 WRITE (NDR,1430)
0070      1430 FORMAT ('0', 5X, '*** DHNE VORAUSWAHL ***')
0071      1440 IF (IZDIOV.GT.0) GO TO 1480
0072      1450 WRITE (NDR,1460)
0073      1460 FORMAT ('0',5X,'KEINE DIFFERENTIALDIAGNOSEN GEFUNDEN')
0074      1470 GO TO 2000

```

```

0075      1480 CALL MBDTL1 (X4ARB(1100), IZDIOV, KBDOLF, KLI, KL2OV,
           1          XSYZ(1), XREZ(1), XGEW(1), IEADSI(1), XZ322(1),
           2          IGGEW(1), KGF(1), IZGI)
C
CCC 15. NICHT GEFUNDENE SYMPTOME OHNE VORAUSWAHL
C
0076      1500 IF (KNGSY.EQ.0)                                GO TO 1600
C          UNTER + UEBERSCHRIFT
0077      1510 CALL MBADZV (1-1)
0078      1520 CALL MBADZV (2)
0079      1530 WRITE (NDR,1430)
C          NICHT GEFUNDENE SYMPTOME
0080      1540 CALL MBDDNG (IZDIOV, KNGSY, X4ARB(1100), X2ARB(1160), X2ARB(1),
           1          X2ARBI(50), NZSYG, IZGI)
C
CCC 16. SCHLUESSELINTERPRETATION
C          (BILDUNG KSCHL IN XSYZ = TABELLE DER AUSZUGERENDEN S.)
0081      1600 IF (KSF.GE.3) KSF = 0
C          EINLESEN ALLER GUELFIGEN SCHLUESSEL, WENN SCHLUESSELAUSWAHL GEW.
0082      1610 READ (LHI*ISTAB) (IEADSI(1),I=1,KSZ)
C          SCHLUESSELKARTENINTERPRETATION
0083      1620 CALL MBDDST (IEADSI(1), XSYZ(1),KSZ)
C
CCC 17. AUSGABE LISTE-2 MIT VORAUSWAHL
C
0084      1700 IF ((KL2MV.LE.0).OR.(IZDIMV.EQ.0).OR.(KNURL2.GT.0)) GO TO 1800
C          UNTER + UEBERSCHRIFT
0085      1710 CALL MBADZV (1-1)
0086      1720 CALL MBADZV (2)
0087      1730 WRITE (NDR,1230)
C          SCHLEIFE UEBER GEFUNDENE DIAGNOSEN
0088      1740 IF (KL2MV.GT.IZDIMV) KL2MV = IZDIMV
0089      1750 DO 1760 I=1,KL2MV
0090      1755 VGGI=X4ARB(I)
0091      1760 CALL MBDTL2 (VGGI, KNURL2, IEADSI(1),XSYZ(1))
C
CCC 18. AUSGABE LISTE-2 OHNE VORAUSWAHL
C
0092      1800 IF ((KL2JV.LE.0).OR.(IZDIOV.EQ.0).OR.(KNURL2.GT.0)) GO TO 1900
C          UNTER + UEBERSCHRIFT
0093      1810 CALL MBADZV (1-1)
0094      1820 CALL MBADZV (2)
0095      1830 WRITE (NDR,1430)
0096      1840 IF (KL2OV.GT.IZDIOV) KL2OV = IZDIOV
0097      1850 DO 1860 I=1,KL2OV
0098      1855 VGGI=X4ARB(I+1099)
0099      1860 CALL MBDTL2 (VGGI, KNURL2, IEADSI(1),XSYZ(1))
0100      1870 GO TO 2000
C
CCC 19. AUSGABE NUR LISTE-2
C
0101      1900 IF (KNURL2.LE.0)                                GO TO 2000
C          BEREICHSFESTLEGUNG
C          AUSGABE VON NR.....NIS NR.....
0102      1905 NU=2
0103      1910 NO=IZGI
0104      1920 IF ((KVSYM(1).GT.2).AND.(KVSYM(1).LE.IZGI)) NU = KVSYM(1)
0105      1930 IF ((KVSYM(2).LT.IZGI).AND.(KVSYM(2).GE.NO)) NO = KVSYM(2)
0106      1940 IF (NO.GT.NO) GO TO 2100
C          SCHLEIFE UEBER GEWUNSCHETE DIAGNOSEN
0107      1950 DO 1960 I=NO,NO
0108      1960 CALL MBDTL2 (I,KNURL2,IEADSI(1),XSYZ(1))
0109      1970 GO TO 2000
C
CCC 20. ENDE EINES DIAGNOSE DURCHLAUFES
C
C          UNTERSCHRIFT
C
0110      2000 WRITE (NDR,2020)
0111      2020 FORMAT (10*,5X,**** ENDE DER TOXIKOLOGISCHEN AUSKUNFT ****)
0112      2030 CALL MBADZV (1-2)
0113      2040 LNR=LNR+1
0114      2050 LFN=LNR
C          ORGANISATIONSDATEI MITSCHRIFBEN
C          ( ZUR SICHERUNG NACH JEDER DIAGNOSE)
0115      2060 CALL DATEI (NDR,LNR,NO)
C          AUSDRUCKEN DER FEHLERMITTUNGEN
0116      2070 CALL MBDTL2 (1-1)
C          NAECHSTER DIAGNOSE DURCHLAUF
0117      2080 GO TO 300
C
CCC 21. ENDE DES DIAGNOSTISCHEN PROGRAMMS
C
0118      2100 CALL DATEI (NDR,LNR,NO)
0119      2110 STOP
0120      END

```

```

FORTRAN IV G LEVEL 18          DATE1          DATE = 21237          09/46/28  PAGE 0001

0001      SUBROUTINE DATE1 (NDA,LSA,NSA)
C *** BEI BENUTZEN BEACHTEN: ***
C *** NUR DIE BEIDEN ERSTEN PARAMETER ***
C *** DÜRFEN DIMENSIONIERTE SEIN, *** W I C H T I G
C *** DER DREITE NUR, WENN NICHT *** -----
C *** GESCHAFFEN ODER ADRESSE ***
C *** GESUCHT WIRD. ***

0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003      DEFINE FILE 11(2400,20,U,IAPL1)
1          ,12(4200,60,U,IAPL2)
2          ,13(3600,25,U,IAPL3)
3          ,14(4200,60,U,IAPL4)
4          ,15(48000,20,U,IAPL5)
5          ,16(4200,60,U,IAPL6)
6          ,17(30000,28,U,IAPL7)
7          ,18(2400,20,U,IAPL8)

0004      COMMON /DATBEN/ NDO,ND1,ND2,ND3,ND4,ND5,ND6,ND7,
1 NDR,LOE,LWR,LES,LAB

0005      COMMON /DATGEM/ IZGI,IZSY,IZNH,K5Z,KIEHL
1 K1(20)
2 ,X2AK3(1760),X2GSG(1760),X2Z3(1760),NRGI
3 ,K3(25)
4 ,X4AK1(1760),X4GSG(1760),X4Z3(1760),NRSY
5 ,K5(20)
6 ,K6AK5(1180)
7 ,X7AK1(520) ,NRSP
8 ,K8(20),IZSP

0006      COMMON /EMHA/NAT2(21),NAT4(21),NAT6(21),NAT7(11)
0007      COMMON /OTTO/ KOI(20),I500
0008      COMMON /IDA/ LD
0009      DIMENSION X1A(6),K1TS(115),X1B(2)
0010      EQUIVALENCE
1 (K1(1)), K1NSA)
2, (K1(2), X1B(1)), (X1B(1)), X1NG1)
3, (X1B(2)), X1FA)
4, (K1(3)), K1TG1(1))
5, (K1(18), X1A(1)), (X1A(1)), X1AK2)
6, (X1A(2)), X1AK6)
7, (X1A(3)), X1AK8)
8, (X1A(4)), X1AK1)
9, (X1A(5)), X1ZSY)
A, (X1A(6)), X1Z1)

0011      DIMENSION K3TSY(17),K3TSW(4),X3A(4),X3B(2)
0012      EQUIVALENCE
1 (K3(1)), K3NSA)
2, (K3(2), X3B(1)), (X3B(1)), X3NSY)
3, (X3B(2)), X3FA)
4, (K3(3)), K3TSY)
5, (K3(20), K3TSW)
6, (K3(24), X3A(1)), (X3A(1)), X3AK4)
7, (X3A(2)), X3SYA)
8, (X3A(3)), X3REZ)
9, (X3A(4)), X3Z2)

0013      DIMENSION K5TSP(15)
0014      EQUIVALENCE
1 (K5(1)), K5NSA)
2, (K5(2)), K5NSP)
3, (K5(3)), K5FA)
4, (K5(4)), K5SSP)
5, (K5(5)), K5TSP(1))
6, (K5(20), K5AK7)

0015      DIMENSION X0SY(6),XASY(14),XNSY(6),XBA(2)
0016      EQUIVALENCE
1 (K8(1)), K8NSA)
2, (K8(2), XBA(1)), (XBA(1)), X8NG1)
3, (XBA(2)), X8FA)
4, (K8(3)), X0SY(1))
5, (K8(6)), XASY(1))
6, (K8(13)), XNSY(1))

CCC ***** AB HIER NUR FUER UPRO DATE1 *****
CCC
CCC      *** X-DATE1-2 ***
CCC

0017      DIMENSION K2(60),X2A(2),X2AK3A (38),X2GSGA (38),X2Z3A (38)
0018      EQUIVALENCE
1 (K2(1)), K2NSA)
2, (K2(2), X2A(1)), (X2A(1)), X2NG1)
3, (X2A(2)), X2FA)
4, (K2(3)), K2RES)
5, (K2(4)), X2AK3A (1))
6, (K2(23), X2GSGA (1))
7, (K2(42), X2Z3A (1))

CCC
CCC      *** X-DATE1-4 ***
CCC

0019      DIMENSION K4(60),X4A(2),X4AK1A (38),X4GSGA (38),X4Z3A (38)
0020      EQUIVALENCE

```

```
      1 (K4 (1)),
      2 (K4 (2), X4A (1)), (X4A (1)),
      3,
      4 (K4 (3)),
      5 (K4 (4)),
      6 (K4 (23)),
      7 (K4 (42)),
      CCC
      CCC
      CCC
      *** X-DATEI-6 ***
0021 DIMENSION K4A (6), K4AKSA (5), X4A (7)
0022 EQUIVALENCE
      1 (K6 (1)),
      2 (K6 (2), X6A (1)), (X6A (1)),
      3,
      4 (K6 (3)),
      CCC
      CCC
      CCC
      *** X-DATEI-7 ***
0023 DIMENSION K7 (2), X7AKSA (5)
0024 EQUIVALENCE
      1 (K7 (1)),
      2 (K7 (2)),
      3 (K7 (3)),
      4 (K7 (4)),
      CCC
      C
      C
      C
      C
      .....
      C
      KFEHL=0
      VD=VDA
      LS=LSA
      VS=VSA
      C PRUEFUNG DER DATEINUMMER, SCHALTER FUER ADRESSBILDUNG = 0
      IAS=0
      IFIND.LT.0.OR.ND.GT.99 GO TO 9902
      C BILDUNG LOGISCHE DATEINUMMER = OFFINE FILE
      IFIND.NE.01GO TO 10
      C PRUEFUNG, OB NS RICHTIG BEI DATEI 0
      IFNS.NE.01GO TO 9900
      C PRUEFUNG LUEDESCHEN UND ADRESSE BILDEN UNERLAUBT
      IFILS.EQ.-1.OR.LS.EQ.21GO TO 9907
      C DATEI 0=1. SATZ DATEI 1
      LD=11
      VS=1
      GO TO 20
      C 1. DATEI 0 SCHON GELESSEN?
      10 IFISDN.NE.4711GO TO 9906
      C LOGISCHE DATEINUMMER BILDEN
      LD=ND+10
      C BESCHLEUNIGUNG DURCH FIND, WENN NS > 0
      IF NS.LE.01 GO TO 25
      20 FIND (LD, VS)
      25 CONTINUE
      C PRUEFUNG DER LS INH=ZEIGER FUER COMP GO TO 1
      IFILS.EQ.-11GO TO 30
      IFILS.EQ.11GO TO 40
      IFILS.EQ.01GO TO 50
      IFILS.EQ.21GO TO 60
      GO TO 9901
      C LUEDESCHEN
      30 VB=19
      GO TO 80
      C LESEN (10,...,19)
      40 VB=VD+10
      C
      C
      C
      GO TO 80
      C SCHREIBEN (1,...,9)
      50 VB=ND+1
      IFVS.GT.01GO TO 80
      C SCHALTER SETZEN, DASS ADRESSE GEILDET
      IAS=1
      GO TO 70
      C ADRESSE BILDEN
      60 VB=20
      IFNS.NE.01GO TO 9907
      70 CALL ASUCH (ND, NS)
      GO TO 90
      C SATZADRESSE RICHTIG ?
      80 IFIND.EQ.01GO TO 90
      IFNS.LT.0.OR.NS.GE.KOIND11GO TO 9903
      90 GO TO (100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 203, 210, 220, 230, 240, 250,
      1260, 270, 280, 300, 400), NS
      GO TO 9902
      C
      C
      C
      C
      C SCHREIBEN:
      C
      C
      C 1. TEXT DATEIEN
```

```

C   ES WIRD EIN EINZELSATZ GESCHRIEBEN.
C   WENN NS=0 MIT NEUER ADRESSE
C   WENN NS>0 AN DIE ANGEGEBENE ADRESSE
C   KEINE ADRESSPRUEFUNG
C   2. X-DATEIEN
C   ES WERDEN SOVIELE SAETZE GESCHRIEBEN, WIE ZUM ABBAU DER
C   DATENVEKTOREN NOETIG.
C   WENN NS=0, WERDEN NEUE ADRESSEN GEBILDET
C   WENN NS>0, WERDEN DIE IN DER ADRESSTABELLE GESPEICHERTEN
C   ADRESSEN BENUETZT, GGF. ZUSAETZLICH NEUE GEBILDET BZW.
C   NICHT BENUETZTE GELOESCHT
C   ES WIRD GEPRUEFT, OB DIE ERSTE GESPEICHERTE ADRESSE GLEICH
C   DER GEWUENSCHTEN SCHREIBADRESSE IST.
C
C
C   DATEI 0 SCHREIBEN
C
0063 100 K0(10)=LFVR
0064   K0(9) = K5Z
0065   WRITE(LD*NS)K0
0066   GO TO 88888
C
C   DATEI 1 SCHREIBEN
C
0067 110 K1VSA = VS
0068   WRITE(LD*NS)K1
0069   VSA=NS
0070   GO TO 88888
C
C   = DIALEKT / SCHREIBEN
C   VEKTORENPLATZZAHLER :
0071 120 I=1
C   ADRESSATZZAHLER BZW SCHALTER
0072   KX2=1
C   SCHALTER FUER DATENENDE IM VEKTOR
0073   L=0
C   ZUGEHORIGE GIFTNUMMER
C   MERKE: BEI ALLEN FOLGESAETZEN GLEICH
C   FOLGESATZ ZU ERKENNEN: SATZNUMMER NICHT GLEICH NRGI
0074   X2VGI=VRGI
C
C   DATENUEBERTRAGUNG AUS VEKTOR IN SATZ
C   WENN ENDE, AUFFUELLEN MIT 0
0075 121 DO 124 J=1,38
C   ENDE?
0076   IF(L.EQ.1)GO TO 123
C   VEKTORENENDE?
0077 1210 IF(K2AK3(I)).EQ.0)GO TO 127
C   WERT GELOESCHT ???
0078   IF (K2AK3(I).L1,0)
C   DATEN IN SATZ UEBERTRAGEN
0079   X2AK3A(I)=X2AK3(I)
0080   X2GSGA(I)=X2GSG(I)
0081   X2Z3A(I)=X2Z3(I)
0082   I=I+1
0083   GO TO 124
C   WERT WAR GELOESCHT: NAECHSTER
0084 1215 I=I+1
0085   GO TO 1210
C   ENDESCHALTER SETZEN
0086 122 L=1
C   SATZ MIT 0 AUFFUELLEN
0087 123 X2AK3A(I)=0
0088   X2GSGA(I)=0
0089   X2Z3A(I)=0
0090 124 CONTINUE
C   SCHREIBADRESSE BILDEN
0091 125 V=VS
C
C   WAR ADRESSE = 0 ??
0092   IF(IAS.NE.0)GO TO 126
0093   CALL MBDATIKFEHL,NS,KX2,NAZ(1),L,KI
0094   GO TO (127,1260,1270,88888),K
C   WEITERE SAETZE?
0095 126 IF(L.EQ.0)GO TO 127
C   FORTSETZUNGSADRESSE
0096 1260 X2FA=0
0097   GO TO 128
C   FORTSETZUNGSADRESSE BILDEN
0098 127 CALL ASUCHIND,NS)
0099   IAS=1
C   FORTSETZUNGSADRESSE
0100 1270 X2FA=NS
C   SATZNUMMER = SATZADRESSE
C   MERKE : WENN NICHT, IST SATZ GELOESCHT
0101 128 K2VSA=V
C   SATZ SCHREIBEN

```

GO TO 1215

```

0102      WRITE(LD'N)K2
0103      IF(VS.GT.0)IFIND(LD'NS)
C  ERSTER SATZ GESCHRIEBEN?
0104      IF(KX2.EQ.1)M=N
0105      KX2=KX2+1
C  WEITERE SAETZE ZU SCHREIBEN?
0106      IF(L.EQ.0)GO TO 171
0107      VSA=M
0108      GO TO 88888
C
C  DATEI 3 SCHREIBEN
C
0109      K3VSA=VS
0110      WRITE(LD'VS)K3
0111      VSA=VS
0112      GO TO 88888
C
C  X-DATEI-4 SCHREIBEN (ERLAUTERUNGEN SIEHE X-DATEI-2)
C
0113      I=1
0114      KX4=1
0115      L=0
0116      X4VSY=VRSY
0117      DO 144 J=1,38
0118      IF(L.EQ.1)GO TO 143
0119      1410 IF(X4AK(I))EQ.0)GO TO 142
0120      IF(X4AK(I))LT.0)
0121      X4AK(I)=X4AK(I)
0122      X4GSA(I)=X4GSA(I)
0123      X4ZSA(I)=X4ZSA(I)
0124      I=I+1
0125      GO TO 144
0126      1415 I=I+1
0127      GO
0128      142 L=1
0129      143 X4AK(I)=0
0130      X4GSA(I)=0
0131      X4ZSA(I)=0
0132      144 CONTINUE
0133      V=VS
0134      IF(IAS.NE.0)GO TO 146
0135      CALL MBDAT(KFEHL,NS,KX4,NAT4(I),L,K)
0136      GO TO (147,1460,1470,88888),K
0137      146 IF(L.EQ.0)GO TO 147
0138      1460 X4FA=0
0139      GO TO 148
0140      147 CALL ASUCHEND(NS)
0141      1470 X4FA=NS
0142      148 K4VSA=V
0143      WRITE(LD'N)K4
0144      IF(VS.GT.0)IFIND(LD'NS)
0145      IF(KX4.EQ.1)M=N
0146      KX4=KX4+1
0147      149 IF(L.EQ.0)GO TO 141
0148      VSA=M
0149      GO TO 88888
C
C  DATEI 5 SCHREIBEN
C
0150      K5VSA=VS
0151      WRITE(LD'NS)K5
0152      VSA=VS
0153      GO TO 88888
C
C  X-DATEI-6 SCHREIBEN (ERLAUTERUNGEN S. X-DATEI-2)
C
0154      I=1
0155      KX6=1
0156      L=0
0157      X6VGI=VRGI
0158      DO 164 J=1,58
0159      1610 IF(L.EQ.1)GO TO 163
0160      IF(K6AKS(I))LT.0)
0161      IF(K6AKS(I))EQ.0)GO TO 162
0162      K6AKS(I)=K6AKS(I)
0163      I=I+1
0164      GO TO 164
0165      1615 I=I+1
0166      GO
0167      162 L=1
0168      163 K6AKS(I)=0
0169      164 CONTINUE
0170      165 V=VS
0171      IF(IAS.NE.0)GO TO 166
0172      CALL MBDAT(KFEHL,NS,KX6,NAT6(I),L,K)
0173      GO TO (167,1660,1670,88888),K
0174      166 IF(L.EQ.0)GO TO 167
0175      1660 X6FA=0

```

GO TO 1415

TO 1410

GO TO 1615

TO 1610

```

0176          GO TO 168
0177          167 CALL ASUCHIND,NS)
0178          1670 K6FA=NS
0179          168 K6VSA=V
0180          WRITE(1D*N)K6
0181          IF(VS.GT.0)FIND(1D*NS)
0182          IF(KX6.EQ.1)M=V
0183          KX6=KX6+1
0184          169 IF(L.EQ.0)GO TO 161
0185          VSA=M
C
0186          GO TO 88888
C          X-DATEI-7 SCHREIBEN (ERLAUTERUNGEN S. X-DATEI-2)
C
0187          170 I=1
0188          KX7=1
0189          L=0
0190          K7VSP=V7SP
0191          171 DO 174 J=1,50
0192          IF(L.EQ.1)GO TO 173
0193          1710 IF(X7AK(I))EQ.0)GO TO 172
0194          IF(X7AK(I))LT.0)
0195          X7AK(I)=X7AK(I)
0196          I=I+1
0197          GO TO 174
0198          1715 I=I+1
0199          GO
0200          172 L=1
0201          173 X7AK(I)=0
0202          174 CONTINUE
0203          175 V=VS
0204          IF(IAS.NE.0)GO TO 176
0205          CALL MBDDAT(KFEHL,NS,KX7,NAT7(1),L,K)
0206          GO TO (177,1760,1770,88888),K
0207          176 IF(L.EQ.0)GO TO 177
0208          1760 K7FA=0
0209          GO TO 178
0210          177 CALL ASUCHIND,NS)
0211          1770 K7FA=NS
0212          178 K7VSA=V
0213          WRITE(1D*N)K7
0214          IF(VS.GT.0)FIND(1D*NS)
0215          IF(KX7.EQ.1)M=N
0216          KX7=KX7+1
0217          179 IF(L.EQ.0)GO TO 171
0218          VSA=M
0219          GO TO 88888
C
C          DATEI-8 SCHREIBEN
C
0220          180 KBNSA=VS
0221          WRITE(3,181)KBNSA,XBNGI,XBFA,(XOSY(J),J=1,5),(XASY(J),J=1,5),
1 (XNSY(J),J=1,5)
0222          181 FORMAT('0','RB',315,1517)
0223          WRITE(1D*V)SIB
0224          VSA=NS
0225          GO
C
C          TO 88888
C
C          LESEV#
C          1. TEXTDATEIEN
C          1 SATZ WIRD VON DER ANGEGBENEN ADRESSE GELESEN UND INS
COMMON/DATGEM/ UEBERTRAGEN. KEINE ADRESSENSPEICHERUNG
C          2. X-DATEIEN
C          AB DER ANGEGBENEN ADRESSE WERDEN ALLE FOTRSETZUNGSSETZE
GELESEN, NUR DIE DATEN INS COMMON /DATGEM/ IN DIE
ENTSPRECHENDEN DATENVEKTOREN UEBERTRAGEN.
DIE ADRESSEN DER GELESSENEN SAETZE WERDEN GESPEICHERT.
C
C          DATEI-9 LESEN
C
0226          200 READ(1D*VS,PAR=9)K0
C          SCHALTER SETZEN
0227          ISDD=4711
C          ZAHL DER GIFT DATEI -1
0228          IZGI=K0(1)-1
C          LAUFENDE NUMMER
0229          LFNR=K0(10)
C          SCHLUESSELZAHL
0230          K5Z=K0(9)
C          ZAHL DER SYMPTOME (DATEI-3)
0231          IZSY=K0(3)-1
C          ZAHL DER SPEZIALITAETEN
0232          IZSP=K0(5)-1
0233          DO 42 I=1,21
0234          YAT2(I)=0
0235          YAT4(I)=0
0236          42 YAT6(I)=0

```

```

0237      DO 43  I=1,11
0238      KZ7=0
0239      KX4=0
0240      KX6=0
0241      KX7=0
0242      GD TO 00000
0243
C
C      DATEI-1 LESEN
C
210 READ(D*V5,ERR=91K1
      IF(KV5A,VE,V5KFEHL=19
      GO TO 00000
C
C      KREUZDATEI 2 LESEN
C
220 I=1
      ADRESSENTABELLE LOESCHEN
      DO 2200 II=1,21
2200 VAI2(II)=0
          KX2=0
221 READ(D*V5,ERR=91K2
          KX2=KX2+1
          VAI2(KX2)=NS
          NRG1=KXNG1
          IF(KV5SA,VE,V5KFEHL=19
222 DO 223  J=1,30
          IF(KZAK3AIJI,EO,0150 TO 223
          KZAK3(II)=KZAK3AIJI
          KZGSG(II)=KZGSGAIJI
          KZ23(II)=KZ23AIJI
          I=I+1
          IF(II.GT.,7601GD TO 9911
223 CONTINUE
          IF(KZFA,VE,.01GD TO 224
          KZAK3(II)=0
          KZGSG(II)=0
          KZ23(II)=0
          GO TO 00000
224 V5=KZFA
      GO TO 221
C
C      DATEI-3 LESEN
C
230 READ(D*V5,ERR=91K3
      IF(KV5SA,VE,V5KFEHL=19
      GO TO 00000
C
C      DATEI-4 LESEN
C
240 I=1
      ADRESSENTABELLE LOESCHEN
      DO 2400 II=1,21
2400 VAI4(II)=0
          KX4=0
241 READ(D*V5,ERR=91K4
          KX4=KX4+1
          VAI4(KX4)=NS
          VMSV=KXVSV
          IF(KV5SA,VE,V5KFEHL=19
242 DO 243  J=1,30
          IF(KAKI3AIJI,EO,0150 TO 243
          KAKI3(II)=KAKI3AIJI
          K4GSG(II)=K4GSGAIJI
          K423(II)=K423AIJI
          I=I+1
          IF(II.GT.,7601GD TO 9911
243 CONTINUE
          IF(K4FA,VE,.01GD TO 244
          KAKI3(II)=0
          K4GSG(II)=0
          K423(II)=0
          LJ(II)=00000
          V5=K4FA
          GO TO 241
C
C      DATEI-5 LESEN
C
290 READ(D*V5,ERR=91K5
      IF(KV5SA,VE,V5KFEHL=19
      GO TO 00000
C
C      DATEI-6 LESEN
C
260 I=1
      ADRESSENTABELLE LOESCHEN
      DO 2600 II=1,21
2600 VAI6(II)=0
          KX6=0

```



```

0305      261 READ(LO*NS,ERR=9)K6
0306      KX6=KX6+1
0307      NAT6(KX6)=NS
0308      NRG1=X6NG1
0309      IF(K6NSA.NE.NS)KFEHL=19
0310      262 DO 263 J=1,50
0311      IF(K6AK5A(J).EQ.0)GO TO 263
0312      K6AK5(I)=K6AK5A(J)
0313      I=I+1
0314      IF(I.GT.1100)GO TO 9911
0315      263 CONTINUE
0316      IF(X6FA.NE.0)GO TO 264
0317      K6AK5(I)=0
0318      GO TO 88888
0319      264 NS=X6FA
0320      GO TO 261
C
C   DATEI 7 LESEN
C
0321      270 I=1
C   ADRESSENTABELLE LOESCHEN
0322      DO 2700 II=1,11
0323      2700 NAT7(II)=0
0324      KX7=0
0325      271 READ(LO*NS,ERR=9)K7
0326      KX7=KX7+1
0327      NAT7(KX7)=NS
0328      VRSP=K7NSP
0329      IF(K7NSA.NE.NS)KFEHL=19
0330      272 DO 273 J=1,50
0331      IF(K7AK1A(J).EQ.0)GO TO 273
0332      K7AK1(I)=K7AK1A(J)
0333      I=I+1
0334      IF(I.GT.520)GO TO 9911
0335      273 CONTINUE
0336      IF(K7FA.NE.0)GO TO 274
0337      K7AK1(I)=0
0338      GO TO 88888
0339      274 NS=K7FA
0340      GO TO 271
C
C   DATEI-8 LESEN
C
0341      280 READ(LO*NS)KB
0342      IF(K8NSA.NE.NS)KFEHL=19
0343      GO TO 88888
C
C   SATZ UND EVENT FOLGESAETZE LOESCHEN
C
0344      300 CALL MBDDSL ILO,NS,KFEHL1
0345      GO TO 88888
C
C
C
0346      400 NS=NS
0347      GO TO 88888
C
C   FEHLERMELDUNGEN
C
0348      9 IF=9
0349      KFEHL=19
0350      GO TO 88887
0351      9900 IF=9900
0352      KFEHL=20
0353      GO TO 88887
0354      9901 IF=9901
0355      KFEHL=01
0356      GO TO 88887
0357      9902 IF=9902
0358      KFEHL=02
0359      GO TO 88887
0360      9903 IF=9903
0361      KFEHL=3
0362      GO TO 88887
0363      9904 IF=9904
0364      KFEHL=4
0365      GO TO 88887
0366      9905 IF=9905
0367      KFEHL=5
0368      GO TO 88887
0369      9906 IF=9906
0370      KFEHL=6
0371      GO TO 88887
0372      9907 IF=9907
0373      KFEHL=7
0374      GO TO 88887
0375      9908 IF=9908
0376      KFEHL=8
0377      GO TO 88887

```

```

0378      9909 IF=9909
0379      KFEHL= 9
0380      GO
0381      9910 IF=9910
0382      KFEHL= 10
0383      GO
0384      9911 IF=9911
0385      KFEHL= 11
0386      GO
C 9900 DATEI-ODER SATZNUMMER FALSCH,BEI DATEI-D NUR SATZ 1 ODER 0 MOEGLICH
C 9901 WAHLSCHALTER FÜR TÄTIGKEIT FALSCH (1,15,15,11,21)
C 9902 DATEIANGABE (ND) FALSCH
C 9903 SATZADRESSE FALSCH, NEGATIV UNTER ZU UNTER
C 9904 SATZ BEFREIT: KEIN NEU
C 9905 BUOLE (DATEI NICHT NICHT ANGELEGT
C 9906 DATEI 0 NICHT NICHT GELESEN
C 9907 SATZADRESSENANGABE BEI ADRESSUCHEN FALSCH
C 9908 ANGEBLICH FREIER SATZ MIT RICHTIGER SATZADR. GEFUNDEN
C 9909 LÖSCHEN DD. ADR. BILDEN BEI KO UNERLAUBT
C 9910 KREUZDATEISATZ MIT ADR. HATTE ZU VIELE ANGABEN
C 9911 ZU VIELE ADRESSEN, GEHEN NICHT IN VEKTOR
0387      88887 CALL MBOFFE(KFEHL)
0388      88888 RETURN
0389      END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 ASU:1 DATE = 21237 09/46/78 PAGE 0001

```

0001      SUBROUTINE MBOFFE(ND,NS)
0002      COMMON /ZT10/ KOI(20),ISD0
0003      COMMON/DATGM/KOIJ(4),KFEHL
C
C 1. MITTELT NEUE ADRESSEN, ZUNÄCHST DIE FREI GEWORDENEN,
C DANACH FOLGENADRESSEN.
C KORRIGIERT POINTER IN DATEI 0
C
0004      LD=ND+10
C DATEI 0 GELESEN ?
0005      IF (ISD0.NE.4711) GO TO 9906
C 'FREIE' VORHANDEN ?
0006      IF (KOIJ(1).NE.0) GO TO 10
C ADRESSE = 'NÄCHSTE'
0007      NS=KOIND)
C 'NÄCHSTE' ÄNDERN: ERHÖHEN
0008      KOIND)=KOIND)+1
0009      GO TO 20
C ADRESSE = 'FREIE'
0010      10 NS=KOILD)
0011      READ(1D)NS,ERR=99KSA
0012      IF (KSA.EQ.0) NS GO TO 9908
C 'FREIE' ÄNDERN: VORHERGEHENDE
0013      KOILD)=KSA
C DATEI 0 SCHREIBEN
0014      20 WRITE(11)'13K0
0015      GO TO 88888
C FEHLMELDUNGEN:
0016      9 IF=9
0017      KFEHL= 17
0018      GO
0019      9906 IF=9906
0020      KFEHL= 6
0021      GO
0022      9908 IF=9908
0023      KFEHL= 8
0024      88888 RETURN
0025      END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MBDDSL DATE = 21237 09/46/78 PAGE 0001

```

0001      SUBROUTINE MBDDSL (LD,NS,/KFEHL/)
C
C SATZ MIT FORTSETZUNGSSÄTZEN LÖSCHEN
C
0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003      COMMON /ZT10/ KOI(20),ISD0
0004      DIMENSION KRI(1),KRI(6)
0005      EQUIVALENCE (KRI(1),KRI(1))
C ZU LÖSCHEN DEN SATZ LESEN E 1 WIRTE
0006      5 READ(1D)NS,ERR=99IKX
0007      IF (KRI(1).NE.0) GO TO 91
C GELÖSCHTEN SATZ MIT NUMMER DES ZULETZT GELÖSCHTEN WEGSCHREIBEN
0008      10 WRITE (LD)NS) KOILD)
C KO KORRIGIEREN
0009      KOILD)=NS

```

```

C   FORTSETZUNGSDRESSEN PRUEFEN (DATEI 5 UND 7 GETRENNT )
0010 IF (ILD .EQ.15).OR.(LD.EQ.17)) GO TO 20
0011 NS=KX(4)
0012 GO TO 30
0013 20 NS=KX(3)
0014 30 IF(NS.EQ.0) GO TO 100
0015 IF(NS.LT.KO(LD-10)) GO TO 5
C   FEHLERMELDUNGEN
C
C   12: FORTSETZUNGSDRESSE UNGUELTIG
0016 KFFHL=12
0017 GO TO 100
C   9: LESEFFHLER
0018 30 KFFHL=9
0019 GO TO 100
C   4: SATZ BEREITS GELUESCHT
0020 91 KFEHL=4
0021 100 RETURN
0022 END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MBDDAT DATE = 21237 09/46/28 PAGE 0001

```

0001 SUBROUTINE MBDDATE(KFEHL,NS,K,NAT,L,I)
0002 DIMENSION NAT(1)
0003 COMMON /OTTO/ KOI(20),ISOO
0004 COMMON /IDA/ LD
C
C   ANGEGEBENE ADRESSE = GEMERKTER/FEHLERMELDUNG
C
0005 IF(K.GT.1) GO TO 50
0006 IF(NAT(K).EQ.V5) GO TO 50
0007 KFEHL = 17
0008 I=4
0009 GO TO 99
C
C   ZUSAETZLICHE ADRESSE NOETIG/ BILDEN
C
0010 50 IF(L.EQ.1) GO TO 52
0011 IF(NAT(K+1).GT.0) GO TO 56
0012 I=1
0013 GO TO 99
C
C   UEBERFLUESSIGE ADRESSEN? GGF. LOESCHEN
C
0014 52 IF(NAT(K+1).EQ.0) GO TO 54
0015 K=K+1
0016 CALL MBDDSL(LD,NAT(K),KFEHL)
0017 GO TO 52
0018 54 I=2
0019 GO TO 99
C
C   FORTSETZUNGSDRESSEN BILDEN WENN KEINE NEUE ADRESSE NOETIG
C
0020 56 NS=NAT(K+1)
0021 I=3
0022 99 RETURN
0023 END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MBDFE DATE = 21237 09/46/28 PAGE 0001

```

0001 SUBROUTINE MBDFE(IERR)
0002 CCC FEHLERMELDUNGSRoutine MBDFE
0003 C   SPEICHERT FEHLERKODES IN ZWISCHENDATEI (IL = 3.FELD COMMON INPUT)
0004 INTEGER * 2 X
0005 COMMON /INPUT/ NDR,KL,IL,IS
0006 DIMENSION X(40)
0007 IF (IERR .GT.0 ) GO TO 100
0008 IF (IERR .LT.0 ) GO TO 200
0009 10 DO 20 I = 1,40
0010 X(I) = 0
0011 X(I)=1
0012 IF(IERR) 300,300,100
0013 100 X(I) = X(I)+1
0014 IF ( X(I) .GT. 40 ) GO TO 200
0015 I = X(I)
0016 X(I) = IERR
0017 GO TO 300
0018 200 IF(X(I).LE.1) GO TO 400
0019 X(I)=X(I)-1
0020 WRITE (NDR,210) X
0021 210 FORMAT ('1',**FEHLERPROTOKOLL**/' ',3X,15(' ')/
0022 1 '0',*ZAHLE DER FEHLER:',13, /'0',*FEHLERKODES:',2015
0023 2 ' ',12X ,1915/'1'1
0024 GO TO 10
0025 300 WRITE (IL*IS) X
0026 400 RETURN
0027 END

```

FORTRAN IV C LEVEL 1B MABZV DATE = 21237 09/46/78 PAGE 0001

```

0001 SUBROUTINE MABZV (N)
CCC INTERPROGRAMM MABZV (N) REGELT UEBERSCHRIFT, ZEILENZAEHLUNG UND
CCC UNTERSCHRIFT FÜR AUSKUNFTSLEISTEN DER MBF
CCC V > 0 * ZEILENZAHLE DER NACHFOLGENDEN DRUCKAUSGABE:
CCC PRÜFUNG OB NOCH PLATZ, GGF. UNTER * UEBERSCHRIFT
CCC V = 0 * NUR SETZEVORSCHUB UND UEBERSCHRIFT, INITIALISIERUNG
CCC V = -1 * UMFER + UEBERSCHRIFT
CCC V = -2 * NUR UNTERSCHRIFT
CCC
CCC ZEILENZAEHLUNG ERFOLGST IN DER AUTOMATISCH
CCC
CCC DRUCKAUSGABE 1. FELD V. COMMON /INPUTO
CCC IDENTIFIKATION D. PAT. IM COMMON /PATID/
CCC
COMMON /INPUT / I
IFV.GI.OIGD TO 100
IFV.EI.OIGD TO 400
DO 10 I=V7.60
10 WRITE(L,3)
GO TO 200
100 V7=VZ+V
WRITE(L,1)
IFVZ.LI.60IGD TO 900
200 WRITE(L,1)
IFV.EI.-2IGD TO 900
300 WRITE(L,2)N5+1STEIM,M+1,4),FNAM(M),M+1,4),IPNR(M),M+1,2),
1 DATUMI,M+1,3),LN
V5=N5+1
VZ=6
GO TO 900
400 V5=1
GO TO 300
1 FORMAT// 6X,*** UNSERE LEISTUNGEN WERDEN AUF GRUND EINES BEFRIS
17EEV FÜR SCHUNGSABFRAGES DER*/ * *6X, *VERMÖGENSVERWALTUNG BOSCH
ZGBM VORREIST UENIGELICH UND OHNE GEMÄHR ERBRACHT*/ * *5X,***
3M MEDIZINISCH-BIODEGISCHE FÜR SCHUNGSSTELLE AM RÜHRRI - BOSCH - KRANKEN
HAUS *****
2 FORMAT'I',41X,'*COMPUTER-AUSKUNFT 1 TOKIKOLOGIE',25X,'SETTE',14/
1' *35X,'*DOKUMENTATIONS- UND BIOLOGISCHE ABTEILUNG*/
2' *5X,'*STELLE',28,44X,2X,'*NAME',2X,44X,2X,'*PAT.NR.',1X,24X,'*DATUM
1',34X,'*LAUFENDF NR.',15//
3 FORMAT' *
900 RETURN
END

```

FORTRAN IV C LEVEL 1A MRODN DATE = 21237 09/46/78 PAGE 0001

```

0001 SUBROUTINE MRODN
DEFINE FILE BUL1920,20,U,1APDI
COMMON/INPUT/MO,K1,EMT,IS,155193),J,SUFN
COMMON/DAIRN/NOI,91,10H,115,1AAN
13F=1
1M=0
115=1
1AM=2
10H=3
41=1
1M1=10
15=1
1SUFN=15A7
J=2-10
UJ 10 I=1,51
10 15511 * J + 11 * 101
GO 20 I=1,9
20 NO (1) = 1-1
RETURN
END

```

FORTRAN IV C LEVEL 1B MRODL DATE = 21237 09/46/78 PAGE 0001

```

0001 SUBROUTINE MRODKLKI
CCC
CCC SUBROUTINE KARTEN LESEN UND INHALT PRÜFEN
CCC
C
*** ERLEUTERUNGEN SIEHE HAUPTPROGRAMM
COMMON /PATSYM/ KPSYMI(48),KVSYMI(21),KSY,KAR,NSYM
COMMON /INPUT/ NOB,K1
COMMON /PATID / PATI(21),DATUM(3),STELLE(6),PNAME(6)
COMMON /PARAM / K11,K12,MV,K12OV,KWURIZ,K1(15),KRCOLF,KNGSY
1,IAEND
COMMON /PATSYM/ K11511(3),K5F
ZEICHEN FÜR NEUE DIAGNOSE *
DATA DPU/' ' /
ZEICHEN FÜR 'END' 3'9 DIAGNOSE *
DATA VEFU/'9' /

```

```

0009      4=0
0010      CCC VORKARTE LESEN UND PRUEFEN
0011      10 READ(KL,1000,END=999,ERR=70)VORKZ,PNR,DATUM,KSV,KAR,KLL,KL2MV,
0012      1 KL2OV,KURL2,KBOOLE,KNGSY,IAEND,STELLE,PHAME
0013      1000 FORMAT(1,2A4,3A4,2I1,12,6I1,1A,6A4,6A4)
0014      CCC
0015      IF(VORKZ.EQ.VNEUN) GO TO 999
0016      IF(VORKZ.EQ.DOPU) GO TO 20
0017      CCC AUFRUF DER SUBROUTINE FEHLER, WENN WEDER '9' NOCH '99'
0018      C AN ERSTER STELLE IN ERSTER KARTE (REIHENFOLGEPUEFUNG)
0019      CALL MBDTFF(101)
0020      GO
0021      CII
0022      I LOGISCHER PUEFUNG, J=4, REIHENFOLGEPUEFUNG IM IMMATRIKULATIONS
0023      20 IF(IKSV.FQ.O.OR.KSV.EQ.I).AND.
0024      1 KAR.GT.O.AND.KAR.LE.3).AND.
0025      2 (KL1.GE.O.AND.KL1.LE.99).AND.
0026      3 (KL2MV.GE.O.AND.KL2MV.LE.9).AND.
0027      4 (KL2OV.GE.O.AND.KL2OV.LE.9).AND.
0028      5 (KURL2.EQ.O.OR.KURL2.EQ.1).AND.
0029      6 (KBOOLE.EQ.O.OR.KBOOLE.EQ.1).AND.
0030      7 (IAEND.EQ.O.OR.IAEND.EQ.1).AND.
0031      8 (KNGSY.GE.O.AND.KNGSY.LE.9)
0032      CALL MBDTFF(102)
0033      GO
0034      CCC SCHLUESSEL- UND PARAKARTE LESEN UND PRUEFEN
0035      CCC
0036      30 READ(KL,2000)KSF,(KLIST(I),I=1,13),(KGF(I),I=1,5),(KVSYM(I),I=1,12,
0037      2)
0038      2000 FORMAT(12,13I6/5I4,12I5)
0039      CCC
0040      IF(IKSF.GE.O).AND.(IKSF.LE.31) GO TO 40
0041      CALL MBDTFF(103)
0042      GO
0043      CCC
0044      40 I=KGF(1)+KGF(2)+KGF(3)+KGF(4)+KGF(5)
0045      IF(IKURL2.EQ.O.AND.I.GT.O).OR.
0046      1 (KURL2.EQ.1.AND.I.EQ.O)
0047      CALL MBDTFF(104)
0048      GO
0049      50 VSYM=KAR*16
0050      CCC
0051      C SYMPTOMKARTEIN LESEN
0052      C
0053      60 READ(KL,3000,ERR=70,END=999)(KPSYM(I),I=1,KSYM)
0054      IF(NSYM.GE.48) GO TO 99
0055      L=NSYM+1
0056      DO 65 I=L,48
0057      65 KPSYM(I)=0
0058      3000 FORMAT(16I5)
0059      GO
0060      70 CALL MBDTFF(105)
0061      GO
0062      99 RETURN
0063      C EVDESCHALTER SETZEN
0064      999 C=1
0065      GO
0066      C FEHLERMELDUNGEN :
0067      C
0068      101 : FALSCHER REIHENFOLGE
0069      102 : ABLICHER FEHLER, LOGISCHER FEHLER
0070      103 : FUNKTIONSSCHLUESSEL IN SCHLUESSELKARTE FALSCH
0071      104 : VUR LISTE 2 ERWUNTSCHT, ABER GEWICHTSFAKTOREN ANGEGBEN
0072      105 : ABFUHRFEHLER
0073      C
0074      1041
0075      FORTRAN IV G LEVEL 18 MBDGZ DATE = 21237 09/46/28 PAGE 0001
0076      0001 SUBROUTINE MBDGZ
0077      C 1. LISTE ALLER DIAGNOSENUMMERN
0078      C 2. LISTE ALLER ZI
0079      C AN DIE ENTSPRECHENDEN PLAEATZE DER HILFSDATEI SPEICHERN.
0080      C
0081      C * ANWENDUNG NUR NACH *
0082      C * AENDERUNG DER DATEN *
0083      C * NOTWENDIG. *
0084      C
0085      C HIERZU SCHALTER FUR GEAFINDIRTE DATEN IN VORKARTE SPALTE 31 = 1
0086      C IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0087      C
0088      COMMON /DATBEN/ NDD,ND1,ND2,ND3,ND4,ND5,ND6,ND7,
0089      1 NDB,LOE,LWR,LES,LAB
0090      COMMON /DATGEM/ IZGI,IZSY,IFNR,KSZ,KFEHL
0091      1 KLI201
0092      2 *XZAR317601,XZGSG17603,XZ2317603,NRGI

```

```

3          ,K31251
4          ,K4AK1(1760),K4GSG(1760),K4Z3(1760),NRSY
5          ,K5(120)
6          ,K6AK5(1180)
7          ,K7AK1(1520),KNSP
8          ,K8(120)
0005      COMMON /IMPJUT/
          NDR, KL, LHI, IS, IGGI, ILZL, IGGI, ILGI,
          INGS(48), ISTAR, ISUEB
0006      COMMON/OBJD/K31201
0007      DIMENSION X1A(16),X1I(11),X1B(12)
0008      EQUIVALENCE
          1 X1(11),
          2 X1(12), X1B(11), X1I(11),
          3 X1(12), X1B(12),
          4 X1(13),
          5 X1(11H), X1A(11), X1A(11),
          6 X1A(12),
          7 X1A(13),
          8 X1A(14),
          9 X1A(15),
          A X1A(16),
          K1NSA)
          K1NGI)
          K1FA)
          K1IL(11)
          K1AK2)
          K1AK6)
          K1AK8)
          K1AK1)
          K1ZSY)
          K1ZL)
0009      DIMENSION K3SY(17),K3SW(4),K3A(4),K3B(2)
0010      EQUIVALENCE
          1 K3(11),
          2 K3(12), K3B(11), K3B(11),
          3 K3(12), K3B(12),
          4 K3(13),
          5 K3(120),
          6 K3(124), K3A(11), X3A(11),
          7 X3A(12),
          8 X3A(13),
          9 X3A(14),
          K3NSA)
          K3NSY)
          K3FA)
          K3SY)
          K3SW)
          K3AK4)
          K3SYA)
          K3REZ)
          K3Z)
0011      DIMENSION K5SP(15)
0012      EQUIVALENCE
          1 K5(11),
          2 K5(12),
          3 K5(13),
          4 K5(14),
          5 K5(15),
          6 K5(120),
          K5NSA)
          K5NSP)
          K5FA)
          K5SSP)
          K5SP(11)
          K5AK7)
0013      DIMENSION X0SY(6),XASY(14),KNSY(6),KBA(2)
0014      EQUIVALENCE
          1 K8(11),
          2 K8(12), XBA(11), XBA(11),
          3 XBA(12),
          4 K8(13),
          5 K8(14),
          6 K8(15),
          K8NSA)
          K8NGI)
          X8FA)
          X0SY(11)
          XASY(11)
          XNSY(11)
C          MRODGEZ BEWERTET K2AKY UND K4AK1 ALS ARBEITSBEREICHE
C
C          PLATZAEHLER FÜR 4 TABELLEN INITIALISIEREN
0015      DJ 5 I=1,12GI
0016      K4AK1(11)=0
0017      5 K2AK3(11)=0
C          SCHLEIFE ÜBER ALLE DIAGNOSEN
0018      DJ 20 I=2,12GI
0019      CALL DATEI(NDI,LES,1)
0020      IFFER(KVSA,NE,1),I2,K1NSA,NE,K1NGI)
0021      K2AK3(1)=K1NGI
0022      10 IFFER(KZL,LE,0)
0023      K4AK1(1)=K1ZL
          GO TO 20
C          AUFNUMMERN DER Z0
0024      K4AK1(1)+K4AK1(1)+K1ZL
0025      20 CONTINUE
C          WEGSCHREIBEN DER BEIDEN TABELLEN
0026      WRITE (LHI,IGGI) K2AK3(11),I=1,12GI)
0027      WRITE (LHI,IGZ) K4AK1(11),I=1,12GI)
C          DATEN-D SATZ BEWERTEN
0028      40(19)+K4AK1(1)
0029      I=0
0030      CALL DATEI(ND0,LWR,1)
0031      RETURN
0032      END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MRODGEZ DATE = 21237 09/46/28 PAGE 0001

```

0001      SUBROUTINE MRODGEZ (XSCHE)
          CCC SYMPTOMLISTE AUSGEBEN, SYMPTOM ZAHLEHN, GLEICHZEITIG VORAUSSAHE
          CCC SYMPTOM MARKIEREN.
          CCC
0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
          CCC COMMON /DATBEN/DATGEM/
0003      COMMON /DATSEN/
          NDD,ND1,ND2,ND3,ND4,ND5,ND6,ND7,
          NDR,LUE,LWR,LES,LAB
0004      COMMON /DATGEM/
          1 ZGI,IZSY,LFNR,K5Z,KFEHL
          2 ,K1(20)
          3 ,K2AK3(1760),K2GSG(1760),K2Z3(1760),NRGI
          ,K31251

```

```

4          ,X4AK1(760),X4GSG(760),X4Z3(760),NRSY
5          ,K5(20)
6          ,K6AK5(1180)
7          ,X7AK1( 520)      ,NRSF
8          ,K8(20)
0005      DIMENSION K3TSY(17),K3TSH(4),X3A(4),X3B(2)
0006      EQUIVALENCE
1          (K3I(1),                                K3NSA)
2          (K3I(2),X3B(1)),(X3B(1)),              K3SY)
3          (X3B(2),                                K3FA)
4          (K3I(3),                                K3TSY)
5          (K3I(20),                                K3TSW)
6          (K3I(24),X3A(1)), (X3A(1)),            K3AK4)
7          (X3A(2),                                K3SVA)
8          (X3A(3),                                K3REZ)
9          (X3A(4),                                K3Z2 )
0007      COMMON /INPUT/ NDR /PATSYM/ KPSYM(48),KVSYM(12),KSV,KAR,NSYM
0008      DIMENSION XSCH(1)
C
C      LOESCHEN
C
0009      (M) 5 I=1,NSYM
0010      5 XSCH(I)=0
C
C      UEBERSCHRIFT
C
0011      CALL MBADZV(5)
0012      WRITE(NDR,1000)
0013      1000 FORMAT(' ',5X,'KONTROLLE DER EINGEGEBENEN SYMPTOME'//
' ',5X,'EINGE
1G. SYMPTOM-NUMMERN',7X,'ZUGEORDNETE SYMPTOME (SPERRSYMPTOME MIT *)'
2. 13X,'SORT-BEGRIFF'//)
C
C      SCHLEIFE UEBER ALLE SYMPTOME
C
0014      DO 40 I=1,NSYM
0015      IF(KPSYM(I).LE.0) GO TO 40
0016      K=KPSYM(I)
0017      CALL DATE(IND),LFS,K)
0018      IF(KFEHL.EQ.0) GO TO 10
CCC
CCC      FEHLERHAFT SYMPTOMNUMMER LOESCHEN
KPSYM(I)=0
0020      GO TO 40
0021      10 IF(X3SVA.EQ.1) GO TO 25
0022      DO 20 J=1,12
0023      IF(KPSYM(I).EQ.KVSYM(J)) GO TO 30
0024      20 CONTINUE
CCC
CCC      SYMPTOM OHNE STERN SCHREIBEN
CCC
0025      25 CALL MBADZV(1)
0026      1500 FORMAT(' ',5X,110,19X,12A4,5X,4A4)
0027      WRITE(NDR,1500)K3NSA,(K3TSY(M),M=1,12),K3TSW
0028      GO TO 40
CCC
CCC      SYMPTOM MIT STERN SCHREIBEN
CCC
0029      30 XSCH(I)=1
0030      CALL MBADZV(1)
0031      WRITE(NDR,2000)K3NSA,(K3TSY(M),M=1,12),K3TSW
0032      2000 FORMAT(' ',5X,110,9X,'*',9X,12A4,5X,4A4)
0033      40 CONTINUE
0034      RETURN
0035      END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MBDDBG DATE = 21237 09/46/28 PAGE 0001

```

0001      SUBROUTINE MBDDBG(XLZ1,XGZ1,XLGI,XGG1,IZG,KI
0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003      COMMON /PATSCH/ KDIAG(13),KSF
0004      COMMON /INPUT/ NDR,KL,LHI,IS,IGZ1,ILZ1,IGG1,ILG1
0005      DIMENSION XLZ1(1),XGZ1(1),XLGI(1),XGG1(1)
0006      K=0
CCC      AUSWAHL DER DIAGNOSEN FUER DIE DIFFERENTIALDIAGNOSE
C
C
C      XLZ1 = TABELLE DER FUER DIESEN DIAGNOSELAUF GUELTIGEN ZI
C      XLGI = TABELLE DER FUER DIESEN DIAGNOSELAUF GUELTIGEN DIAGNOSENUMMERN
C      XGZ1 = TABELLE DER VORHANDENEN GUELTIGEN ...
C      XGG1 = TABELLE DER VORHANDENEN GUELTIGEN ...
C      IZG = ZAHL DER DIAGNOSEN
C      * = RUECKKEHRADRESSE ZUM KARTENLESEN
C
C      LHI = LOGISCHE NUMMER DER HILFSDATEI,
C      FOLGENDE: SATZNUMMERN DER HILFSDATEI (VGL. OBEN)
C
C      EINLESEN DER GUELTIGEN TABELLEN (GI-NR UND ZI)

```

```

0007 C READ (LH1'IGZ1) (XGZ1(J),J=1,125)
0008 READ (LH1'IGG1) (XGG1(J),J=1,125)
C
C LOESCHEN DER LAUFENDEN TABELLEN
C
0009 DO 50 J=1,126
0010 XLZ1(J)=0
0011 50 XLG1(J)=0
C
C PRUEFUNG, OB DIAGNOSE VORAUSSWAHL
C
0012 IF (KSF.EQ.3) GO TO 200
0013 IF (KSF.EQ.4) GO TO 100
C
C VFN: GUELTIGE TABELLEN ALS LAUFEND SCHREIBEN
C
0014 80 WRITE (LH1'ILG1) (XGZ1(J),J=1,126)
0015 WRITE (LH1'ILZ1) (XGZ1(J),J=1,126)
C
C RUECKKEHR ZUM NORMALEN VERARBEITUNG
C
0016 70 RETURN
C
C BILDUNG DER AUSWAHL-TABELLEN (TTSCH-SCHALTER, OB GIFE VFN)
C
C DIE ANGEGEBENEN DIAGNOSE NUMMERN BLEIBEN UNBERUECKSICHTIGT
C
0017 100 DO 150 J=1,13
0018 IF (KDIAG(J).LE.0) GO TO 150
0019 I=KDIAG(J)
0020 IF ((XGG1(I).LE.0).OR.(XGZ1(I).LT.0).OR.(XGZ1(I).GT.126)).OR.
0021 I (XGG1(I).NE.1)) GO TO 400
0022 XGG1(I)=0
0023 XGZ1(I)=0
0024 150 CONTINUE
GO TO 80
C
C UEBERTRAGEN DER GUELTIKEN DIAGNOSENUMMERN UND Z1 (MAX.13)
C
0025 200 TSCN=0
0026 DO 300 J=1,13
0027 IF (KDIAG(J).LE.0) GO TO 300
0028 I=KDIAG(J)
0029 IF (XGG1(I).LE.0)
0030 1.OR.(XGZ1(I).LE.0)
0031 2.OR.(XGZ1(I).GT.126)
0032 3.OR.(XGG1(I).NE.1) GO TO 400
0033 XLZ1(I)=I
0034 XGZ1(I)=XGZ1(I)
0035 TSCN=I
0036 300 CONTINUE
C
C XLZ1(I)=XGZ1(I)
C
0035 WRITE (LH1'ILZ1) (XLZ1(J),J=1,126)
0036 WRITE (LH1'ILG1) (XLZ1(J),J=1,126)
0037 IF (TSCN.EQ.0) GO TO 90
0038 GO TO 90
C
C FEHLERMELDUNGEN:
C 201: ANGEGEBENE VORAUSSWAHL-DIAGNOSENUMMER FALSCH, WIRD JEBERLESEN
C 202: KEINE GUELTIKE VORAUSSWAHL-DIAGNOSENUMMER GEFUNDEN,
C FALL WIRD UEBERGANGEN
C
0039 400 CALL MBDTE (201)
0040 GO TO 100
C
0041 500 CALL MBDTE (202)
0042 RUECKKEHR ZUM KARTEISENEN
0043 K=1
0044 GO TO 90
END

```

FORTRAN IV C LEVEL 1B MBDT01 DATE = 21237 09/46/28 PAGE 0001

```

0001 SUBROUTINE MBDT01(NSY,KPSYM,NZGI,RSYZ,KREZ,XGEW,XZ1Z2,NEADS,ZEADS,
I XZ1AR,XSCH,XVAT,KNGSY)
C
C TABELLENBERECHNUNG: FUER JEDES SYMPTOM UND JEDE DIAGNOSE/SYMPTOM
C NSY = ZAHL DER SYMPTOME
C KPSYM = TABELLE DER PATIENTENSYMPTOME, KNGSY = SCHALTER FUER NGS
C NZGI = ZAHL DER DIAGNOSEN
C RSYZ = TABELLE DER SYMPTOMZAHL/N/DIAGNOSE
C KREZ = TABELLE DER REZ. HKT. /DIAGNOSE
C XGEW = TABELLE DER GEWICHTE /DIAGNOSE
C NEADS = TABELLE NUMMER FAUS. /DIAGNOSE

```



```

C   ZEADS = TABELLE ZAEHLEREADS      /DIAGNOSE
C   XZ1TAB = TABELLE Z1              /DIAGNOSE
C   XZ3Z2 = TABELLE DER Z3/Z2       /DIAGNOSE
C   FEHLERCODES: 301 = Z2.LT.Z3 (WERT=99999), 302 = X4AK1.GT.NZG1
0002 IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003 REAL * 4 ZEADS
0004 COMMON /DATBEN/
1     NO0,ND1,ND2,ND3,ND4,ND5,ND6,ND7,
      NO0,LCE,LWR,LES,LAB
0005 COMMON /DATGEM/
1     LZG1,LZSY,LFNR,K5Z,KFEHL
2     ,K1(20)
3     ,X2AK3(760),X2GSG(760),X2Z3(760),NRG1
4     ,K3(25)
5     ,X4AK1(760),X4GSG(760),X4Z3(760),NRSY
6     ,K5(20)
7     ,K6AK5(1180)
8     ,X7AK1( 520) ,NRSP
9     ,K8(20)
0006 DIMENSION X1A(6),KITG(115),X1B(2)
0007 EQUIVALENCE
1 (K1(1)),
2 (K1(2), X1B(1)), (X1B(1)),
3 (X1B(2)),
4 (K1(3)),
5 (K1(18), X1A(1)), (X1A(1)),
6 (X1A(2)),
7 (X1A(3)),
8 (X1A(4)),
9 (X1A(5)),
A (X1A(6)),
K1NSA)
XING1)
X1FA)
KITG(11)
X1AK2)
X1AK6)
X1AK8)
X1AK1)
X1ZSY)
X1Z1)
0008 DIMENSION K3TSY(17),K3TSM(4),X3A(4),X3B(2)
0009 EQUIVALENCE
1 (K3(1)),
2 (K3(2), X3B(1)), (X3B(1)),
3 (X3B(2)),
4 (K3(3)),
5 (K3(20)),
6 (K3(24), X3A(1)), (X3A(1)),
7 (X3A(2)),
8 (X3A(3)),
9 (X3A(4)),
K3NSA)
X3NSY)
X3FA)
K3TSY)
K3TSM)
X3AK4)
X3SVA)
X3REZ)
X3Z2)
0010 DIMENSION K5TSP(15)
0011 EQUIVALENCE
1 (K5(1)),
2 (K5(2)),
3 (K5(3)),
4 (K5(4)),
5 (K5(5)),
6 (K5(20)),
K5NSA)
K5NSP)
K5FA)
K5SSP)
K5TSP(11)
K5AK7)
0012 DIMENSION X8SY(6),X8VY(6),X8SY(6),X8A(2)
0013 EQUIVALENCE
1 (K8(1)),
2 (K8(2), X8A(1)), (X8A(1)),
3 (X8A(2)),
4 (K8(3)),
5 (K8(6)),
6 (K8(13)),
K8NSA)
X8NG1)
X8FA)
X8SY(11)
X8VY(11)
X8SY(11)
0014 DIMENSION ZEADS(1),XZ1TAB(1),XZ3Z2(1),XSCH(1),XVAT(1),
0015 KPSYM(1),XSYZ(1),XREZ(1),XGEW(1),NEADS(1)
COMMON /INPUT/ KD1(2),LHIDAT,KD2(2),NZ1,KD3(2),INGS(48)
C
C   SCHLEIFE UEBER ALLE PATIENTENSYMPTOME
0016 DO 100 J=1,NSY
0017 IF (KPSYM(J).LE.0) GO TO 100
0018 K=KPSYM(J)
0019 CALL DATEI (ND),L15,K)
0020 IF (X3AK4(L1,0) GO TO 100
0021 Z2=X3Z2
0022 READ (LHIDAT,NZ1)(XZ1TAB(J),J-1,NZG1)
0023 K=X3AK4
0024 CALL DATEI (ND4,LES,K)
C   SCHLEIFE UEBER DIAGNOSEN/SYMPHIOM
0025 DO 50 J=1,760
0026 IF (X4AK1(J).LE.0) GO TO 60
0027 IF ((X4AK1(J).GT.NZG1).OR.(X4AK1(J).EQ.1)) GO TO 110
0028 K=X4AK1(J)
0029 XSYZ(K) = XSYZ(K) + 1
0030 XREZ(K) = XREZ(K) + X3REZ
0031 XGEW(K) = XGEW(K) + X4GSG(J)
0032 IF ((X3Z2.LE.0).OR.(X4Z3(J).LE.0)) GO TO 30
0033 XZ3Z2(K) = XZ3Z2(K) + X4Z3(J) * 100 / X3Z2
C   EADSBERECHNUNG
0034 Z0 = XZ1TAB(1)
0035 Z3 = X4Z3(J)
Z2 = X3Z2 (SIEHE OBEN)
0036 Z1 = XZ1TAB(K)
0037 IF (Z2.GT.Z0) GO TO 120
0038 IF (Z1.LE.0).OR.(Z2.LE.0).OR.(Z3.LE.0) GO TO 30
0039 WERT = 99999.
0040 IF (Z2.LT.Z3) GO TO 70

```

```

0041      IF (Z2.EQ.Z3)                                GO TO 5
C      WERT=(Z2-Z3)-(Z1*Z2)**2 / (Z2-Z3)
0042      WERT=Z2-Z3-Z2*Z1
0043      WERT=(WERT+WERT)/(Z2-Z3)
C      VORZEICHENPRÜFUNG
0044      S IF (Z2-Z3 - Z2*Z1).LT.0) WERT=D.-WERT
0045      10 ZEADS(K) = ZEADS(K)+WERT
0046      NEADS(K) = NEADS(K)+WERT
0047      30 KZITAB(K) = -1
0048      IF (XSCH(I).GT.0) XVA(I) = XVA(I)+1
0049      50 CONTINUE
0050      GO
0051      60 IF (X4AK(I).EQ.0)                            TO 80
0052      GO                                           GO TO 80
C      AUSGABE FEHLERMELDUNG, WENN Z2 < Z3
0053      70 CALL MBDTFF (301)
0054      GO                                           TO 10
0055      80 II=IVGSI(I)
0056      IF (KNGSY.GT.0) WRITE (LHIDAT,'(I)XZITAB(I),J=1,NZGI)
C      NEGATIVER ANTEIL VON EADS FÜR DIAGNOSEN,
C      BEI DEEYEN SYMPTOM NICHT VORKAM
C      SCHLEIFE UEBER ALLE DIAGNOSEN
0057      DO 90 J=2,NZGI
0058      IF (XZITAB(J).LE.0)                            GO TO 90
0059      WERT = (XZITAB(J)**2) * Z2
0060      ZEADSI(J) = ZEADSI(J) - WERT
0061      NEADSI(J) = NEADSI(J) + WERT
0062      90 CONTINUE
C      ENDE DER SCHLEIFE UEBER ALLE DIAGNOSEN
0063      100 CONTINUE
C      ENDE DER SCHLEIFE UEBER ALLE SYMPTOME
0064      GO                                           TO 999
0065      110 CALL MBDTFF (302)
0066      GO                                           TO 50
0067      120 CALL MBDTFF (303)
C
C      FEHLERMELDUNGEN
C
C      301 : DATENFEHLER : Z2 < Z3
C      302 : ADRESSFEHLER : DIAGNOSENUMMER IN DATEI-1 UNZULAESSIG
C      DATENFEHLER : Z2 > Z0
0068      GO TO 50
0069      999 RETURN
0070      END

```

PROGRAMM Nr. 011111 IN MIBDFF DATEI - 21211 07/46/78 PAGE 0001

```

0001      SUBROUTINE MBDJG (NZGI,XSYZ,NEADS,ZEADS,XZ3Z2,KREZ,XGEW,IGGEW,
C      KGF,LEADS)
C
C      GESAMTGEWICHTSBERECHNUNG
C
C      NZGI = ZAHL DER DIAGNOSEN
C      XSYZ = SYMPTOMZAHL /DIAGNOSE
C      NEADS = MEYNER EADS / ** *** WIRD ZERSTOERT *** (=LEADS)
C      ZEADS = ZAHLER ** / **
C      XZ3Z2 = Z3/Z2 / **
C      KREZ = REZ.HKT / **
C      XGEW = SUMME DER GEWICHTE /DIAGNOSE
C      IGGEW = GESAMTGEWICHT /DIAGNOSE
C      KGF = GEWICHTSFAKTOREN AUS KARTE
C      SUBROUTINE ZUR GESAMTGEWICHTSBERECHNUNG.
0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (K)
0003      REAL * 4 (NEADS)
0004      DIMENSION XSYZ(1),NEADSI(1),LEADSI(1),ZEADSI(1),XZ3Z2(1),
C      KREZ(1),KGFWEI(1),IGGEW(1),KGF(5)
C
C      SCHLEIFE UEBER ALLE GEFUNDENEN DIAGNOSEN
0005      DO 100 I=2,NZGI
0006      IF (XSYZ(I).LE.0)IGGEW(I)=0
0007      IF (XSYZ(I).LE.0)                                GO TO 100
0008      WERT=0.
C      ERRECHNUNG DES EADS-QUOTIENTEN
0009      IF (NEADSI(I).GT.0) WERT = 1000. * ZEADSI(I)/NEADSI(I) + 1000.
0010      LEADSI(I)=WERT
C      AUSMULTIPLIKATION DER ZWISCHENERGEBNISSE MIT GEWICHTSFAKTOREN
C      UND ADDITION ZUM GESAMTGEWICHT
0011      10 K = KGF(1)*XSYZ(I)
C      2 + KGF(2)*KREZ(I)
C      3 + KGF(3)*XGEW(I)
C      4 + KGF(4)*LEADSI(I)
C      5 + KGF(5)*XZ3Z2(I)
0012      IGGEW(I)=0
0013      IF (K.GT.0)IGGEW (I) = K
0014      100 CONTINUE
0015      RETURN
0016      END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MBDDDS DATE = 21237 09/46/28 PAGE

```

0001      SUBROUTINE MBDDDS (NZGI,XDIMVA,XDIOVA,XGINR,IGGEW,XVAT,KSV,NSY,
          1      XSCH,IZDIMV,IZDIOV )
C      DIFFERENTIALDIAGNOSE SORTIEREN
CCC      BENUTZT MBADGS (SORTIERPROGRAMM)
C      NZGI = ZAHL DER DIAGNOSEN
C      XDIMVA = TABELLE DIAGNOSEN MIT VORAUSWAHL (WERDEN SORTIERT)
C      XDIOVA = " " " " (OHNE " " " " )
C      XGINR = PLATZ FÜR GÜLTIGE DIAGNOSENUMMERN
C      IGGEW = GESAMTGEWICHTE / DIAGNOSE
C      XVAT = VORAUSW. TABELLE
C      KSV = SCHALTER F. VORAUSWAHL
C      NSY = ZAHL DER PATIENTENSYMPTOME
C      IZDIMV = ZAHL DIAGNOSEN MIT VA (WD. ERMITTELT)
C      IZDIOV = " " " " OHNE VA (" " " " )
C      XSCH = TABELLE FÜR VORAUSWAHL
C
0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003      COMMON /INPUT/ KD1(2),LHIDAT,KD2(4),NGINR
0004      DIMENSION XDIMVA(1),XDIOVA(1),XGINR(1),IGGEW(1),XVAT(1),KSV(1)
C
C      BILDUNG DER DIAGNOSENUMMERTABEL MIT UND OHNE VORAUSWAHL
0005      IZVASY = 0
0006      IZDIMV = 0
0007      IZDIOV = 0
0008      READ (LHIDAT*NGINR)(XGINR(I),I=1,NZGI)
C
C      VORAUSWAHL GEWÜNSCHT?
0009      IF (KSV.NE.1) GO TO 20
C      ZAHL DER VA-SYMPTOME
C
0010      DO 10 J= 1,NSY
0011      IF (XSCH(1).EQ.1) IZVASY=IZVASY+1
0012      10 CONTINUE
C
C      SCHLEIFE ÜBER ALLE DIAGNOSEN, 2 DIAGNOSETABELLEN FÜR LISTE-1
C      XDIMVA: TABELLE DIAGNOSENUMMERN MIT VORAUSWAHL, ZAHL = IZDIMV
C      XDIOVA: TABELLE DIAGNOSENUMMERN OHNE VORAUSWAHL, ZAHL = IZDIOV
C
0013      20 DO 100 I=1,NZGI
0014      IF ((XGINR(I).NE.1).OR. (IGGEW (I).LE.0)) GO TO 100
0015      IZDIOV = IZDIOV + 1
0016      XDIOVA(IZDIOV) = I
0017      IF ((KSV.NE.1).OR. (XVAT(I).NE. IZVASY)) GO TO 100
0018      IZDIMV = IZDIMV + 1
0019      XDIMVA(IZDIMV) = I
0020      100 CONTINUE
C      SORTIEREN 1. OHNE VORAUSWAHL (XDIOVA)
0021      CALL MBADGS (IZDIOV, XDIOVA(1), IGGEW(1))
C      SORTIEREN 2. MIT VORAUSW., WENN NOETIG
0022      IF (KSV.EQ.1).AND.(IZDIMV.GT.0)
          1CALL MBADGS (IZDIMV, XDIMVA(1), IGGEW(1))
0023      RETURN
0024      END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MBADGS DATE = 21237 09/46/28 PAGE 000

```

0001      SUBROUTINE MBADGS(IZDIAG,XGIFT, IGGTAB)
CCC      SORTIEREN
CCC
0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003      DIMENSION XGIFT(1),IGGTAB(1)
0004      IF (IZDIAG.LE.1) GO TO 999
0005      N= IZDIAG-1
CCC      ALLE VORHANDENEN DIAGNOSEN
0006      DO 20 K=1,IZDIAG
0007      IEND=0
CCC      ALLE VORHANDENEN DIAGNOSEN
0008      DO 10 I=1,N
0009      NH=XGIFT(I)
0010      VL=XGIFT(I+1)
0011      IF (IGGTAB(NH).LT.IGGTAB(NH)) GO TO 10
0012      XGIFT(I)=VL
0013      XGIFT(I+1)=NH
0014      IEND=1
0015      10 CONTINUE
0016      IF (IEND.EQ.0) GO TO 999
0017      20 CONTINUE
0018      999 RETURN
0019      END

```

```

01
FORTRAN IV G LEVEL 18          MOD11          DATE = 21237          09/46/78          PAGE 0001
0001      SUBROUTINE MADI1(KZ1, IZDIAG, KBOOLE, K11, K12, K5, KR, KG, IF, KZ,
          1          IG, KGF, NI)
CCC      SUBROUTINE ZUR AUSGABE DER LISTE-1
CCC      KGF1 = LISTE MIT DIAGNOSE-NUMMERN
CCC      IZDIAG = ZAHL DER ZU DRUCKENDEN DIAGNOSEN
CCC      KBOOLE = SCHALTER FÜR BOOLE
CCC      K11 = ZAHL LISTE 1,          K12 = ZAHL LISTE 2
0002      IMPLICIT INTEGER = 2 * K 1
0003      COMMON /ZDIAGM/          IZDIAG, IZSY, LFN, KSZ, KFEHL
          1          , K11(20)
          2          , K2AK3(760), K2GSG(760), K2Z3(760), NRGI
          3          , K31251
          4          , K4AK1(760), K4GSG(760), K4Z3(760), NRSY
          5          , K51201
          6          , K6AK5(1180)
          7          , K7AK1(520)          , NRSP
          8          , K81201
0004      COMMON /ZDIAGN/          NDI, NDI1, NDI2, NDI3, NDI4, NDI5, NDI6, NDI7,
          1          , NDI8, LIE, LMR, LFS, LAR
0005      DIMENSION K1A(1), K1T(115), K1B(2)
0006      EQUIVALENCE
          1 (K111),          K1NSA1
          2, (K112), K1B111, (K1B11),          K1NG11
          3,          (K1121),          K1FA1
          4, (K113),          K1TGI111
          5, (K111B), K1A111, (K1A11),          K1AK21
          6,          (K1A12),          K1AK61
          7, (K1A13),          K1AK81
          8, (K1A14),          K1AK11
          9, (K1A15),          K1ZSY1
          A, (K1A16),          K1Z11
0007      DIMENSION K3TSY(17), K3TSM(4), K3A(4), K3B(2)
0008      EQUIVALENCE
          1 (K311),          K3NSA1
          2, (K312), K3B111, (K3B11),          K3NSY1
          3,          (K3121),          K3FA1
          4, (K313),          K3TSY1
          5, (K3120),          K3TSM1
          6, (K3124), K3A111, (K3A11),          K3AK41
          7,          (K3A12),          K3SVA1
          8, (K3A13),          K3REZ1
          9, (K3A14),          K3Z11
0009      DIMENSION K5TSP(15)
0010      EQUIVALENCE
          1 (K511),          K5NSA1
          2, (K512),          K5NSP1
          3, (K513),          K5FA1
          4, (K514),          K5SSP1
          5, (K515),          K5TSP111
          6, (K5120),          K5AK71
0011      DIMENSION K8SY(6), K8SY1(4), K8SY1(6), K8A121
0012      EQUIVALENCE
          1 (K811),          K8NSA1
          2, (K812), K8A111, (K8A11),          K8NG11
          3, (K8A12),          K8FA1
          4, (K813),          K8SY111
          5, (K816),          K8SY111
          6, (K8111),          K8SY111
0013      DIMENSION KGF1(1), K5(1), KR11, KG11, IF11, KZ11, IG11, KGF15)
0014      COMMON /INPUT/ NDR
0015      KZ2=KZ2
0016      KZ1=KZ1
          CCC
          CCC      NEUE SEITE UND UBERSCHRIFT
          CCC
0017      IF(KZ1.GT. IZDIAG) KZ1=IZDIAG
0018      CALL MBADZV(6)
0019      WRITE(NDR, 1000) IZDIAG, KZ1
0020      IF(KZ1.GT.1.AND.(KZ2.GT.1))          GO TO 10
0021      IF((KZ2.NE.1.OR.KZ1.LT.1).AND.(KZ2.LT.1.OR.KZ1.NE.1))          GO TO 30
0022      CALL MBADZV(1)
0023      WRITE(NDR, 2000)
0024      GO          TO 30
0025      10 IF(KZ2.GT.KZ1) KZ2=KZ1
0026      20 CALL MBADZV(1)
0027      WRITE(NDR, 3000) KZ2
0028      30 CALL MBADZV(13)
0029      WRITE(NDR, 4000)
0030      WRITE(NDR, 5000) (KGF1(J), J=1,5)
          C      SCHLEIFE UEBER ALLE DIAGNOSEN
0031      DO 70 I=1, KZ1
0032      IF(KGF1(I).LE.0)          GO TO 70
0033      M=KGF1(I)
0034      CALL DATE1(NDI, LFS, M)
0035      IF(KFEHL.GE.0)          GO TO 60
          CCC
          CCC      ANFANG AUF BOOLE

```

```

0036      KB=0
0037      IF (KBDDLE.LT.1)                                GO TO 50
0038      40 CALL MBDD00(KB1,KB2,KB3)
0039      50 IF(KINSA.GT.V)                                GO TO 80
0040      J=KINSA
0041      CALL MBADZV(I)
0042      WRITE(NDR,6000)KINSA,(K1IGI(K),K=1,8),X1ZSY,XS(J),XRI(J),XG(I),
1          I(IJ),XZ(IJ),IGI(J),KB1,KB2,KB3
0043      GO                                              TO 70
0044      60 CALL MBOTFE (KFEHL)
0045      70 CONTINUE
0046      GO                                              TO 99
0047      80 KFEHL = 401
0048      GO                                              TO 60
0049      1000 FORMAT('0',5X,'LISTE DER MOEGELICHEN DIFFERENTIALDIAGNOSEN UNTER DER
1          19 VORAUSSETZUNG, DASS ES SICH UM'/' ',5X,'EINE VERGIFTUNG HANDELT,
2          2 ABSTEIGEND NACH GESAMT-GEWICHT (GG) GEORDNET.'/'
3          3' ',5X,'ZAHL DER IN FRAGE KOMMENDEN COMPUTER-UNTERSTUETZTEN DIAGNO
4          4SEY',15/
5          5' ',5X,'DAVON WERDEN AUSGEGEBEN:'',37X,15/)
0050      2000 FORMAT(' ',5X,'ZUSAETZLICH WIRD VON DER WAHRSCHEINLICHSTEN DIAGNOS
1          1E EINE GESAMTBESCHREIBUNG ANGEFUEGT.')
0051      3000 FORMAT(' ',5X,'ZUSAETZLICH WIRD VON DEN ',12,2X,'WAHRSCHEINLICHSTE
1          1N DIAGNOSEY EINE GESAMTBESCHREIBUNG ANGEFUEGT.')
0052      4000 FORMAT('0',5X,'ERKLAERUNGEN DER SYMBOLE: S2: ZAHL DER BEI DEM GIFT
1          1STOFF GESPEICHERTEN SYMPTOME'/' ',31X,'GS: ZAHL DER BEI DEM GIFTST
2          2OFF GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME'/' ',31X,'RH: SUMME DER REZIPROKE
3          3V HAEUFIGKEITEN DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME'/' ',31X,'G: SUM
4          4ME DER GESCHAETZTEN GEWICHTE DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME'/' '
5          5,31X,'F: EADS-SCHIR SIGNIFIKANZINDEX DER GEFUNDENEN PATIENTENSYMP
6          6TOME'/' ',31X,'EG: SUMME DER HAEUFIGKEITEN DES GIFTSTOFFS INNERHAL
7          7B DER'/' ',35X,'GEFUNDENEN PATIENTENSYMPTOME'/'
8          8' ',31X,'GG: DIAGNOSTISCHES GESAMTGEWICHT (K.GS+K.RH+K.G+K.E+K.EG)
9          9'/' ',31X,'L3: DIAGNOSEN MIT LOGISCHEN (BOOLE'SCHEN) BEDINGUNGEN'
A          A'/' ',35X,'(BOOLE-BEDINGUNGEN BEI AND/OR/NOT:'/' ',35X,'1=BED.FRIJ
1          1BLT, 0=BLD.NICHT ERFUELLT, 2=KEINE BLD.FORMULIERT)')
0053      5000 FORMAT('0',5X,'GIFTSTOFF:'/' ',5X,'NUMMER',2X,'NAME',30X,'S2',15,
1          1' GS ',13,' RH ',13,' G ',13,' E ',13,' EG ',4X,'GG',5X,'LB
2          2'/'
0054      6000 FORMAT(' ',5X,15,3X,8A4,14,613X,15),5X,311)
C
C      FEHLERCODE :
C
C      401 : ADRESSEFEHLER : DIAGNOSENUMMER AUSSERHALB EDS EBEL
0055      99 RETURN
0056      END

```

FORTRAN IV G LEVEL 1B MBDD00 DATE = 21237 09/46/78 PAGE 0001

```

0001      SUBROUTINE MBDD00(I001,I002,INC3)
0002      CCC      BOOLE PRUEFUNG DER IN DATEI-B ANGEGBENEN SYMPTOME
0003      C
0004      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0005      DEFINE FILE 1812400,20,U,IAPLH)
0006      COMMON /DATGEM/ I7G1,I7SY,LFNR,K52,KFEHL
1          ,K1(20)
2          ,X2AK3(1760),X2GSG(1760),X2Z3(1760),NRG1
3          ,K3(25)
4          ,X4AK1(1760),X4GSG(1760),X4Z3(1760),NR5Y
5          ,K5(20)
6          ,K6AK5(1180)
7          ,X7AK1(520) ,NRSP
8          ,KB(20)
0005      COMMON /DATBEN/ N00,N01,N02,N03,N04,N05,N06,N07,
1          N08,L0E,LWR,LES,LAB
0006      DIMENSION X1A(6),K1T5(15),X1U(2)
0007      EQUIVALENCE
1          1 (K1(1), KINSA)
2          2, (K1(2), X1B(1)), (X1B(1)), X1NG(1)
3          3, (X1(2)), X1FA(1)
4          4, (K1(3)), K1U(1)
5          5, (K1(18), X1A(1)), (X1A(1)), X1AK(2)
6          6, (X1A(2)), X1AK(6)
7          7, (X1A(3)), X1AK(8)
8          8, (X1A(4)), X1AK(1)
9          9, (X1A(5)), X1ZSY)
A          A, (X1A(6)), X1Z1(1)
0008      DIMENSION K3TSY(17),K3TSH(4),X3A(4),X3B(2)
0009      EQUIVALENCE
1          1 (K3(1), K3NSA)
2          2, (K3(2), X3B(1)), (X3B(1)), X3NSY)
3          3, (X3(2)), X3FA)
4          4, (K3(3), K3TSY)
5          5, (K3(20), K3TSH)
6          6, (K3(24), X3A(1)), (X3A(1)), X3AK(4)
7          7, (X3A(2)), X3SVA)

```

```

0010          (KBA13),
0011          DIMENSION K1SP(15)
                                (KBA14),
                                EQUIVALENCE
                                1 (K5I1),
                                2 (K5I2),
                                3 (K5I3),
                                4 (K5I4),
                                5 (K5I5),
                                6 (K5I20),
                                DIMENSION
                                K0SY(6), KASV(14), KNSV(6), KBA(2)
                                EQUIVALENCE
                                1 (KBI1),
                                2 (KBI2), KBA(1), (KHA1),
                                3 (KBA(2)),
                                4 (KBI3),
                                5 (KBI4),
                                6 (KBI5),
                                COMMON /PATSYM/ ISYM(4), KDUI(4), NSYM
                                KBNSA1
                                KBNCI1
                                KBA1
                                K0SY(1)
                                KASV(1)
                                KNSV(1)
0012          K0SY(6), KASV(14), KNSV(6), KBA(2)
0013          EQUIVALENCE
                                KBNSA1
                                KBNCI1
                                KBA1
                                K0SY(1)
                                KASV(1)
                                KNSV(1)
0014          COMMON /PATSYM/ ISYM(4), KDUI(4), NSYM

C
C
C 1B3 * BOOLE - SCHALTER WIRD AUSGEGEBEN
C ISYM = FAHLE DER PATIENTENSYMPTOME
                                GO TO 400
0015          1B31=0
0016          1B32=0
0017          IF (KBAK(1),E,0)
0018          *K1AKR
                                CALL DATEI (NDAT,SYM)
                                IF (KDI(1),NE,0) DATEI WIRD ERÖFFNET
C
C
C 1. PRÜFUNG DER ÜBLIGEN SYMPTOME
                                IF (KSV(1),LE,0)
                                GO TO 410
                                GO 190 1,1,6
                                IF (KSV(1),LE,0)
                                GO TO 190
                                GO 180 1, NSYM
                                SCHLEIFE ÜBER PATIENTENSYMPTOM
                                IF (KDSV(1),EQ, ISYM(J))
                                GO TO 190
                                GO TO 200
0026          180 CONTINUE
0027          GO TO 200
0028          190 CONTINUE
0029          C 1-BEDINGUNG ERFÜLLT: 1-STELLE VON 180 = 1
                                1B01=1
                                C
                                C
                                C 2. PRÜFUNG DER AUSWAHL SYMPTOM
                                200 IF (KASV(1),LE,0)
                                GO TO 420
                                GO 280 1,1,6
                                IF (KASV(1),LE,0)
                                GO TO 280
                                GO 270 1, NSYM
                                IF (KASV(1),EQ, ISYM(J))
                                GO TO 290
                                270 CONTINUE
                                280 CONTINUE
                                GO 19 100
0038          GO TO 100
0039          290 1B32=1

C
C 2-BEDINGUNG ERFÜLLT: 2-STELLE VON 180 = 1
                                C
                                C
                                C 1. PRÜFUNG DER NICHT ERÄUßTEN SYMPTOME
                                300 IF (KNSV(1),LE,0)
                                GO TO 430
                                GO 380 1,1,6
                                IF (KNSV(1),LE,0)
                                GO TO 380
                                GO 370 1, NSYM
                                IF (KNSV(1),EQ, ISYM(J))
                                GO TO 999
                                370 CONTINUE
                                380 CONTINUE
                                1B33=1
                                GO
                                C
                                C 3-BEDINGUNG ERFÜLLT: 3-STELLE VON 180 = 1
                                400 1B31=2
                                1B32=2
                                1B33=2
                                GO
                                410 1B31=2
                                GO
                                420 1B32=2
                                GO
                                430 1B33=2
                                GO
                                CCCCC
                                1B3=222 = KEINE ROLLE-ANGABEN
                                1B3=200 = KEINE K0SY-ANGABEN
                                1B3=020 = KEINE KASV-ANGABEN
                                1B3=002 = KEINE KNSV-ANGABEN
                                CCCCCC
                                999 RETURN
                                0058          END
                                0059

```

```

FORTRAN IV G LEVEL 18          MRDL2          DATE = 21237          09/46/28          PAGE 0001

0001      SUBROUTINE MBOTL2(NG1,KNURL2,KSCHL,XSCHL)
          CCC      AUSGABE DER LISTE-2 DURCH AUFRUF DER DATEIEN MIT CALL DATEI
          CCC      UND UEBERGABE DER ADRESSEN DER TEXTDATEIEN.
          CCC

0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003      COMMON /DATBFN/          NDD,ND1,ND2,ND3,ND4,NC5,NC6,ND7,
          1          NDB,LOE,LWR,LES,LAB
0004      COMMON /DATGEM/          IZGI,IZSY,LFNR,KSZ,KFEHL
          1          ,K1(20)
          2          ,X2AK3(1760),X2GSG(1760),X2Z3(1760),NRGI
          3          ,K3(25)
          4          ,X4AK1(1760),X4GSG(1760),X4Z3(1760),NRSY
          5          ,K5(20)
          6          ,K6AK5(1180)
          7          ,X7AK1( 520)          ,NHSP
          8          ,K8(20)
0005      COMMON /INPUT/          NDW, KL,LH1, IS,IGZ1, ILZ1,IGG1,ILG1,
          1          INGS(48),ISTAB,ISUEB
0006      DIMENSION XIA(6),KITG(115),XIB(2)
0007      EQUIVALENCE
          1 (K1(1),          K1NSA)
          2 (K1(2), XIB(1)),(XIB(1)),          XINGI)
          3,          (XIB(2)),          XIFA)
          4 (K1(3),          KITG(1))
          5 (K1(18),XIA(1)),(XIA(1)),          XIAK2)
          6,          (XIA(2)),          XIAK6)
          7,          (XIA(3)),          XIAK8)
          8,          (XIA(4)),          XIAK1)
          9,          (XIA(5)),          XIZSY)
          A,          (XIA(6)),          XIZI)
0008      DIMENSION K3TSY(17),K3TSW(4),X3A(4),X3B(2)
0009      EQUIVALENCE
          1 (K3(1),          K3NSA)
          2 (K3(2),X3B(1)),(X3B(1)),          X3VSY)
          3,          (X3B(2)),          X3FA)
          4 (K3(3),          K3TSY)
          5 (K3(20),          K3TSW)
          6 (K3(24),X3A(1)), (X3A(1)),          X3AK4)
          7,          (X3A(2)),          X3SVA)
          8,          (X3A(3)),          X3REZ)
          9,          (X3A(4)),          X3Z2)
0010      DIMENSION K5TSP(15)
0011      EQUIVALENCE
          1 (K5(1),          K5NSA)
          2 (K5(2),          K5NSP)
          3 (K5(3),          K5FA)
          4 (K5(4),          K5SSP)
          5 (K5(5),          K5TSP(1))
          6 (K5(20),          K5AK7)
0012      DIMENSION X0SY(6),XASY(14),XNSY(6),XBA(2)
0013      EQUIVALENCE
          1 (K8(1),          K8NSA)
          2 (K8(2),XBA(1)),(XBA(1)),          X8NGI)
          3 (XBA(2),          X8FA)
          4 (K8(3)),          X8SY(1))
          5 (K8(6)),          XASY(1))
          6 (K8(13)),          XNSY(1))
          CCC
          CCC      LISTE-2 BILDEN          BENUTZT UNTERROUTINEN MBDD5 (*MBCCKT)
          CCC          MBDD3
          CCC
0014      DATEI-1 LESEN
          DIMENSION KSCHL(1),XSCHL(1)
0015      CALL DATEI(ND1,LES,NG1)
0016      IF(XING1.EQ.0) GO TO          99
0017      IF(KFEHL.NE.0) CALL MBOTFE (KFEHL)
0018      CALL MBDD5 (KSCHL(1),XSCHL(1))
0019      IF(KFEHL.NE.0) CALL MBOTFE (KFEHL)
0020      M=XIAK2
0021      CALL DATEI(ND2,LES,M)
0022      CALL MBDD3(KNURL2)
0023      CALL MBADZVI(1)
0024      99 RETURN
0025      END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MBDD5 DATE = 21237 09/46/28 PAGE 0001

```

0001      SUBROUTINE MBDD5 (KSCHL,XSCHL)
          C
          CCC      SUBROUTINE MBDD5 Liest DATEI-5, VERGLEICHT DIE SCHLUESSEL UND
          C          GIBT DIE SPEZIALITÄTEN UND DIE DURCH SCHLUESSEL ANGEGBENEN
          C          UEBERSCHRIFTEN UND UNTERGRUPPEN AUS.
          CCC      JSCHL:
          C          AUF PLATTE EXISTIEREN SOVIELE SAETZE WIE SCHLUESSEL VERWENDET
          C          WURDEN, MIT UEBERSCHRIFT, D.H. PRO SCHLUESSEL 1 UEBERSCHRIFT.
          CCC      NSCHL:
          C          AUF PLATTE EXISTIERT 1 SATZ (100 WORTE) MIT ALLEN SCHLUESSELN

```

```

C      IN DERSELBEN REIHENFOLGE WIE IN JSCHL.
C
CCC   ***VORSICHT: KSCHL - BEREICH WIRD ZERSTOERT
CCC   ***      ADRESSE DES ZU LESENDEN DATEI-S SATZES = K1AK6
C
0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (K)
C
0003      COMMON /DATBEN/      NDD,ND1,ND2,ND3,ND4,ND5,ND6,ND7,
1      NDB,LDE,LWR,LES,LAB
0004      COMMON /DATGEM/      LZG,LZSY,LFNR,KSZ,KFEHL
1      ,K1(20)
2      ,X2AK3(760),X2GSG(760),X2Z(760),NRG1
3      ,K3(25)
4      ,X4AK1(760),X4GSG(760),X4Z(760),NRSY
5      ,K5(20)
6      ,K6AK5(1180)
7      ,X7AK1(520)      ,NRSP
8      ,K8(20)
0005      DIMENSION X1A(6),K1TG(15),X1B(2)
0006      EQUIVALENCE
1      (K1(1),      K1NSA)
2      (K1(2), X1B(1)),(X1B(1),      X1NG1)
3      ,      (X1B(2),      X1FA )
4      (K1(3),      K1TG(1))
5      (K1(18),X1A(1)),(X1A(1),      X1AK2)
6      ,      (X1A(2),      X1AK6)
7      ,      (X1A(3),      X1AK8)
8      ,      (X1A(4),      X1AK1)
9      ,      (X1A(5),      X1ZSY)
A      ,      (X1A(6),      X1Z1 )
0007      DIMENSION K3TSY(17),K3TSW(4),X3A(4),X3B(2)
0008      EQUIVALENCE
1      (K3(1),      K3NSA)
2      (K3(2),X3B(1)),(X3B(1),      X3NSY)
3      ,      (X3B(2),      X3FA )
4      (K3(3),      K3TSY)
5      (K3(20),      K3TSW)
6      (K3(24),X3A(1)),(X3A(1),      X3AK4)
7      ,      (X3A(2),      X3VA)
8      ,      (X3A(3),      X3REZ)
9      ,      (X3A(4),      X3Z2 )
0009      DIMENSION K5TSP(15)
0010      EQUIVALENCE
1      (K5(1),      K5NSA)
2      (K5(2),      K5NSP)
3      (K5(3),      K5FA )
4      (K5(4),      K5SSP)
5      (K5(5),      K5TSP(1))
6      (K5(20),      K5AK7)
0011      COMMON/INPUT/ NDR,KL,NSCHL,KDIS4),TSUEB
0012      DIMENSION KSCHL(1),KSCHL(1),UEB(20),TEXT(18)
0013      EQUIVALENCE (UEB(1),JSCHL),(UEB(3),TEXT(1))
C      DIE DIMENSION VON KSCHL = KSZ + 1. FELD IN SATZ 1 DER HILFSDATEI
C      1. FELD VON KSCHL = KSZ, KSCHL MIT KSZ DIMENSIONIERT < 1000
0014      JSCH=0
0015      M=X1AK6
0016      CALL DATEIENDS,LE,S,M)
0017      N=1
0018      C=1
0019      L=1
0020      M=1
0021      9 IF(KSCHL(1).EQ.1.AND.M.EQ.1)      GO TO 20
0022      IF(KSCHL(1).EQ.1.AND.M.NE.1)      GO TO 31
CCC   SCHLUESSEL DER GESCHRIEBEN WERDEN SOLL GEFUNDEN (KSCHL(1))
0023      10 L=L+1
0024      IF(L.LE.KSZ)      GO TO 9
0025      GO      TO 999
CCC   WEITERE ADRESSEN VORHANDEN ?
0026      20 II=N
0027      M=9
0028      21 IF(K6AK5(1).GT.0)      GO TO 30
0029      IF(K6AK5(1).LT.0)      GO TO 40
0030      G)      TO 999
0031      30 L5=K6AK5(1)
0032      CALL DATEIENDS,LE,S,L5)
CCC   SCHLUESSEL GADENSTER DUEM GLEICH DEM GESUCHTEN ?
0033      31 IF(K5SSP(LE.KSCHL(1)))      GO TO 50
0034      II=II+1
0035      40 IF(II.LE.1180)      GO TO 21
0036      GO      TO 999
CCC   SCHLUESSEL UNGLEICH GESUCHTER ?
0037      50 IF(K5SSP.NE.KSCHL(1))      GO TO 10
C      FEHLER, WENN K6AK5 NICHT AUF ERSTEM SATZ IN DATEI-S VERWEIST
0038      IF(K5NSA.NE.K5NSP) CALL MODIF(40))
CCC   ENTSPRECHENDE UE 31-SCHRITT LESEN
C      SATZNUMMER BILDEN
0039      LS = TSUEB*L-1
C      LESEN HILFSDATEI
0040      READ(SCHL*LS)UEB
    
```



```

0041 CCC UEBERSCHRIFT SCHREIBEN
0042 IF (JSCH.NE.0) GO TO 55
0043 CALL MBADZVI3)
0044 WRITE (VDR,500)XINGI,(KITGI(J),J=1,10),X1Z1,X1Z5Y
500 FORMAT('0',5X,'GIFTSTOFF-NR.',14,2X,10A4,11X,'GESPEICHERTE FALLZA
IHL =',15/' ',76X,'ZAHL DER SYMPTOME =',15)
0045 JSCH=1
0046 55 CALL MBADZVI2)
0047 WRITE (VDR,1)JSCH,TEXT
0048 1 FORMAT('0',5X,16,3X,18A4)
0049 Y=I+1
0050 DO 10 I=Y,1180
0051 IF (K1NNA.VI.K1NNA) GO TO 60
0052 CALL MBADZVI1)
0053 WRITE (VDR,1000)K5TSP
0054 GO TO 70
0055 60 CALL MBADZVI1)
0056 WRITE (VDR,2000)K5SSP,K5TSP
0057 1000 FORMAT(' ',20X,15A4)
0058 2000 FORMAT(' ',23X,16,3X,15A4)
0059 70 IF (K5FA.EQ.0) GO TO 75
0060 IF (K5FA.LT.0)CALL MBDTFE(402)
0061 Y5=K5FA
0062 CALL DATEI(IND5,LES,NS)
0063 GO TO 60
0064 75 LS=K6AK5(I)
0065 IF (LS.LE.0) GO TO 79
0066 CALL DATEI(IND5,LES,LS)
0067 CCC SCHLUESSEL = GESUCHTER ?
0068 IF (K5SSP.EQ.KSCHL(I)) GO TO 80
0069 Y=I
0070 II=Y
0071 GO TO 10
0072 79 IF (LS.EQ.0)GO TO 999
0073 80 CONTINUE
0074 999 RETURN
END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MDDST DATE = 21237 09/46/26 PAGE 0001

```

0001 SUBROUTINE MBDDST (KSCHL,XSCHL,KSZ)
CCC SUBROUTINE SCHALTERTABELLE ZUR STEUERUNG DES DRUCKS DEM DATEI-5
CCC IN LISTE-2.
CCC DURCH KSF-FUNKTION WERDEN AUSGEGEBEN:
CCC KSF=0 ALLE SCHLUESSEL WERDEN AUSGEGEBEN
CCC KSF=1 NUR ANGEGEBENE WERDEN AUSGEGEBEN
CCC KSF=2 ANGEGEBENE WERDEN NICHT AUSGEGEBEN
CCC KSZ = ZAHL DER GUELTIGEN SCHLUESSEL
CCC KLIST = SCHLUESSELLISTE, VOM BENUTZER DURCH STEUERKARTE EINGEGEBEN
CCC XSCHL = SCHALTERTABELLE
CCC KSCHL = SCHLUESSELTABELLE
CCC IM HPRO WERDEN DIE SCHLUESSEL AUSGEGEBEN, FUER DIE XSCHL =1 IST
CCC STEUERKARTE: SP 1-2 : KSF
CCC SP 3-80: 13 3-STELLIGE SCHLUESSEL.
CCC WENN NULL: BLANKKARTE=ALLE SCHLUESSEL
0002 IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003 COMMON /PATSCH/ KLIST (13), KSF
0004 DIMENSION KSCHL(1),XSCHL(1)
0005 IF (KSF.EQ.1) GO TO 20
0006 DO 10 I=1,KSZ
0007 10 XSCHL(I)=1
0008 IF (KSF.EQ.0) GO TO 999
0009 Y=0
0010 GO TO 40
0011 20 DO 30 I=1,KSZ
0012 30 XSCHL(I)=0
0013 Y=1
0014 40 DO 70 K=1,13
0015 IF (KLIST(K).EQ.0) GO TO 999
0016 DO 50 I=1,KSZ
0017 IF (KLIST(K).EQ.KSCHL(I)) GO TO 60
0018 50 CONTINUE
0019 GO TO 70
0020 60 XSCHL(I)=Y
0021 70 CONTINUE
0022 999 RETURN
0023 END

```

FORTRAN IV G LEVEL 18 MBDD3 DATE = 21237 09/46/26 PAGE 0001

```

0001 SUBROUTINE MBDD3 (KNURL2)
C
CCC AUSGABE SYMPTOME IN LISTE-2 MIT STERN UND NICHT GEFUNDEN
CCC -----
CCC

```

```

0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003      C
0004      COMMON/PATSYM/NPSYM(48),KD(14),NSYM
0005      COMMON /INPUT/      NDR, KL,LHI, IS,IGZ1, ILZ1,IGG1,ILG1,
0006      1                      INGS(48),ISTAB,ISUEB
0007      COMMON /DATBLN/      NDO,ND1,ND2,ND3,ND4,ND5,ND6,ND7,
0008      1                      NDB,LDE,LWR,LES,LAB
0009      COMMON /DATGEM/      IZGI,IZSY,LFNR,KSZ,KFEHL
0010      1                      ,KI(20)
0011      2                      ,KZAK(1760),KZGSG(1760),KZZ(1760),NHC1
0012      3                      ,K1(7)
0013      4                      ,KNAR(1760),KNGSL(1760),KAZ(1760),NHSY
0014      5                      ,KS(20)
0015      6                      ,K6AKS(1180)
0016      7                      ,K7AK(1570)      ,NHSY
0017      8                      ,KB(20)
0018      DIMENSION K3TSY(17),K3TSW(4),X3A(4),X3B(2)
0019      DIMENSION XIA(6),KITG(15),XIB(2)
0020      EQUIVALENCE
0021      1 (K1(1),      K1NSA)
0022      2, (K1(2), XIB(1)), (X13(1),      XING1)
0023      3,      (X10(2),      X1FA)
0024      4, (K1(3),      KITG(1))
0025      5, (K1(18), XIA(1)), (XIA(1)),      XIAK2)
0026      6,      (XIA(2),      XIAK6)
0027      7,      (XIA(3),      XIAK8)
0028      8,      (XIA(4),      XIAK1)
0029      9,      (XIA(5),      XIZSY)
0030      A,      (XIA(6),      XIZ1)
0031      EQUIVALENCE
0032      1 (K3(1),      K3NSA)
0033      2, (K3(2), XIB(1)), (X3B(1),      K3NSY)
0034      3,      (X3B(2),      K3FA)
0035      4, (K3(3),      K3TSY)
0036      5, (K3(20),      K3TSW)
0037      6, (K3(24), X3A(1)), (X3A(1),      X3AK4)
0038      7,      (X3A(2),      X3SVA)
0039      8,      (X3A(3),      X3REZ)
0040      9,      (X3A(4),      X3Z2)
0041      DIMENSION K5TSPI(5)
0042      EQUIVALENCE
0043      1 (K5(1),      K5NSA)
0044      2, (K5(2),      K5NSP)
0045      3, (K5(3),      K5FA)
0046      4, (K5(4),      K5SSP)
0047      5, (K5(5),      K5TSP(1))
0048      6, (K5(20),      K5AK7)
0049      DIMENSION      XOSY(6),XASY(14),XNSY(6),XBA(2)
0050      EQUIVALENCE
0051      1 (KB(1),      KBNSA)
0052      2, (KB(2), XBA(1)), (XBA(1),      XbNG1)
0053      3, (XBA(2),      XbFA)
0054      4, (KB(3),      XOSY(1))
0055      5, (KB(6),      XASY(1))
0056      6, (KB(13),      XNSY(1))
0057      C
0058      C
0059      CALL MBADZV(1)
0060      CALL MBADZV(3)
0061      WRITE(ND1,500)
0062      500 FORMAT(' ',5X,'SYNR SYMPTOM',61X,'REZ.HRT GEW 22 23')
0063      DO 60 I=1,760
0064      CCC GUELTIGE ADRESSE ?
0065      IF(X2AK3(1).LE.0)      GO TO 50
0066      M=X2AK3(1)
0067      CALL DATEI(ND3,LES,M)
0068      IF(KFEHL.NE.0) CALL MBDTFE (KFEHL)
0069      IF(KNURL2.EQ.1)      GO TO 30
0070      DO 20 J=1,NSYM
0071      IF(NPSYM(J).EQ.X2AK3(1))      GO TO 40
0072      20 CONTINUE
0073      C
0074      CCC SCHREIBEN OHNE STERN, WEIL NICHT VORHANDEN
0075      C
0076      30 CALL MBADZV(1)
0077      WRITE(ND1,1000)(K3NSA,(K3TSY(M),M=1,14),(K3TSW(M),M=1,3),X3REZ
0078      1      ,KZGSG(1),X3Z2,XZZ(1))
0079      1000 FORMAT(' ',5X,15,' ',14A4,3A4,4(1X,15))
0080      GO      TO 60
0081      C
0082      CCC SCHREIBEN MIT STERN
0083      C
0084      40 CALL MBADZV(1)
0085      WRITE(ND1,2000)(K3NSA,(K3TSY(M),M=1,14),(K3TSW(M),M=1,3),X3REZ,
0086      1      ,KZGSG(1),X3Z2,XZZ(1))
0087      2000 FORMAT(' ',5X,15,' ',14A4,3A4,4(1X,15))
0088      GO      TO 60
0089      CCC GELOESCHT ?
0090      50 IF(X2AK3(1).EQ.0)      GO TO 70

```

```

0037      60 CONTINUE
0038      70 RETURN
0039      END

FORTRAN IV G LEVEL 18          MBDTNG          DATE = 21237          09/46/28          PAGE 0001

0001      SUBROUTINE MBDTNG(K,N,XDIAG,XPL,XPLATZ,XTAB,NSY,NZGI)
      CCC
      CCC SUBROUTINE ZUR AUSGABE DER NICHT GEFUNDENEN SYMPTOME
      CCC
0002      IMPLICIT INTEGER * 2 (X)
0003      DIMENSION XPLATZ(N)
      1      ,XTAB(N,NSY)
      2      ,XDIAG(K)
      3      ,XPL(NZGI)
0004      COMMON/PATSYM/KPSYM(48)
0005      COMMON /INOUT/ NDR,KL,LHIDAT,KDU(5),INGS(48)
      CCC K = ZAHL DER VORHANDENEN DIAGNOSEN
      CCC N = ZAHL DER ZU PRUEFENDEN DIAGNOSEN (= KNGSY)
      CCC XDIAG = LISTE DER GEFUNDENEN DIAGNOSEN
      CCC XPL = PLATZ FUER DATENVEKTOR (ZBYTE*ZAHL DER MITTEL),DIM(NZGI)
      CCC XPLATZ = DIMENSION = N (ZAHL DER NICHT-GEFUNDENEN SYMPTOME)
      CCC XTAB = TABELLE DER NGS (DIM = N*NSY)
      CCC NSY = ZAHL DER SYMPTOME
      CCC NZGI = ZAHL DER DIAGNOSEN
0006      DO 10 I=1,N
0007      XPLATZ(I)=0
0008      DO 10 J=1,NSY
0009      10 XTAB(I,J)=0
      CCC
0010      ISCH=0
      C
0011      NN=N
0012      IF(NN.GT.K)NN=K
      CCC SCHLEIFE UEBER ALLE PATIENTENSYMPTOME
0013      DO 30 I=1,NSY
      CCC PATIENTENSYMP TOM VORHANDEN ?
0014      IF(KPSYM(I).LE.0) GO TO 30
      CCC HILFSDATEI LESEN IN XPL (ADRESSE = INGS IM COMMON)
0015      II = INGS(II)
0016      READ(LHIDAT',',XPL(J),J=1,NZGI)
      CCC
      CCC SCHLEIFE UEBER ALLE DIAGNOSEN
0017      DO 20 J=1,N
      CCC
0018      L=XDIAG(J)
      CCC
0019      IF(XPL(L).LT.0) GO TO 20
      CCC
      CCC PLATZZAHL ERMITTELN
      CCC
0020      XPLATZ(J)=XPLATZ(J)+1
0021      L=XPLATZ(J)
0022      XTAB(J,L)=KPSYM(I)
0023      20 CONTINUE
0024      30 CONTINUE
      ((
      CCC UEBERSCHREIBT FUER NICHT GEFUNDENE SYMPTOME SCHREIBEN
      CCC
0025      CALL MBDZVI(4)
      C UEBERSCHREIBT
0026      WRITE(NDR,1000)
0027      1000 FORMAT('0',7X,'BEI DEN EINZELNEN DIAGNOSEN NICHT VORHANDENE PATIE
      NTE SYMPTOME '//',7X,'GIFT-NR.',120,'SYMPTOMNUMMERN (VGL. LISTE D
      ER EINGEGEBENEN SYMPTOME)')
      C AUSGABE DER NICHT GEFUNDENEN SYMPTOME
0028      DO 40 I=1,NN
0029      IF(XPLATZ(I).EQ.0) GO TO 40
0030      CALL MBDZVI(4)
0031      M=XPLATZ(I)
0032      WRITE(NDR,2000)XDIAG(I), XTAB(I,J),J=1,M)
0033      2000 FORMAT('0',7X,17,120,1615/' ',120,1615/' ',120,1615)
0034      ISCH=1
0035      40 CONTINUE
0036      IF(ISCH.NE.0)GO TO 999
0037      IF(NN.GT.1)GO TO 50
0038      WRITE(NDR,4000)
0039      4000 FORMAT('0',7X,'ALLE PATIENTENSYMPTOME BEI DER
      1'WAHRSCHEINLICHSTEN DIAGNOSE VORHANDEN.')
      GO TO 999
0040      50 WRITE(NDR,3000)NN
0041      3000 FORMAT('0',7X,'ALLE PATIENTENSYMPTOME BEI DEN',12,
      1' WAHRSCHEINLICHSTEN DIAGNOSEN VORHANDEN.')
0043      999 RETURN
0044      END

```

Sachverzeichnis

A

- Addition, Boole-Kalkül 43
- ADU s. Analog-Digital-Umwandlung
- Analog-Digital-Rechner, Vergleich 26
- Analog-Digital-Umwandlung 25 f.
- Analoge Symbole 23
- Analogrechner 23 ff., 63
 - Einsatzmöglichkeiten 25
 - Rechenelemente 24
- Anamnese, Automatisierung 64
 - Dokumentation s. d.
- Ansätze, mathematische, diagnostische s. MEDIUC
- verlassene, diagnostische 182, 192
- Archiv, Magnetband 63
- Arzt u. Computer 17, 113, 202 f.
- Ärztliche Diagnose u. Maschine 201
- ASCC s. Harvard Mark I
- Ausführungsphase 49
- Ausgabeeinheiten 35, 47

B

- Ballistokardiogramm, Auswertung 91
- Bayes-Ansatz 124 ff.
- Betriebssysteme 47, 53 ff.
 - Programmgruppen 54
- Bettenbelegung, Steuerung 64
- Bibliographien über Computereinsatz 108
- Biologische Systeme, Analyse 86
 - - Synthese 86
- Bit (binary digit) 27, 33
- 6-Bit-Code s. Code
- 9-Bit-Code s. Code
- Boole, Disjunktion 42
 - Konjunktion 42
 - Negation 42
- Boole-Logik 42
- Brodman-Signifikanzindex 129 f., 170
- Byte 29, 33

C

- CDSS (Clinical Decision Support System) 81 f., 138

- Code, 5 Bit (Fernschreib-Code) 28
 - 6 Bit 28
 - 9 Bit 28 f.
- Codieren 53
- Computer, alphanumerische Darstellung 31
 - Arbeitsbereich 51
 - Arzt s. »Arzt u. Computer«
 - ärztliche Kunst 203
 - ärztliche Verantwortung 200
 - Ausgabeeinheiten s. d.
 - Benutzungsdauer für Krankenhaus 58
 - Black-box-Eigenschaft 201
 - Definition 18
 - Eingabeeinheiten s. d.
 - Geschichte 19, 21
 - Halbleitertechnologie, monolithische 22
 - Hexadezimale Darstellung 29, 33
 - Informationsfluß 47, 50
 - Kompatibilität 46 f.
 - im Krankenhaus, Einsatzmöglichkeiten 58
 - Personalfragen 57
 - Rechengeschwindigkeit 20
 - schöpferischer 18
 - Zentraleinheit 47
 - Zukunft 22, 56, 211
 - - Radiologie 209
 - - Röntgenologie 209
- Computerbestandteile 47
- Computereinsatz, Zukunft 212
- Computergenerationen 22
- Computerlogik 20
- Computerschaltzeiten 22
- Computersystemhierarchie 46 f.
- Computerunterstützung für Poliklinik 132 ff., 145

D

- Darstellung, gepackte s. Dezimal-dual
- Dateien, Vollständigkeit 198
- Datenausgabe 78 f.
 - Methoden 35, 44 ff.
 - s. auch Schnelldrucker
- Datenbank 16, 83
 - Bereinigung 192
- Datenbestand, Vergiftungen 149
- Datencodierung 22

- Dateneingabe 58
- Datenerfassung 34, 78
 - Fernschreiber 34
 - Klarschriftleser 37, 73
 - Lochkarte 34, 73
 - Magnetschrift 34
 - Mark-sensing-Karte 34
 - off line 73
 - on line 56
- Datenfernverarbeitung 55, 58, 231
 - Übertragungssteuerung 55
- Datenspeicherung, Methoden 37, 78
- Datenverarbeitung, feste Regeln 42
 - Geschichte s. Computer
 - im menschlichen Gehirn 17
- Dezimal-dual (gepackte Darstellung) 29
- Dezimalzahl, Umwandlung in Dualzahl 28
- Diagnose, Definition 2
 - falsch negativ, richtig negativ 112
 - - positiv, richtig positiv 111
 - Kontrollmöglichkeiten 4
- Diagnosen-Einheitlichkeit, Einfluß 193
- Diagnostik, Anzahl benutzter Symptome 5
 - - der Krankheiten 1, 109
 - ärztliche u. Computer 14, 114
 - Arztpersönlichkeit 6
 - Beobachterfehler 5, 7 f.
 - Daten, objektive 5
 - Definition 2
 - Erfahrung 2
 - Geschichte 109
 - Grenzen 2
 - Güte der Aussage 196
 - Intuition 2, 111
 - Lernprozeß 197
 - logische Kriterien 195
 - Mathematik 113
 - Schwierigkeiten 109, 113
 - Sicherheit der Verfahren 9
 - Statistik, Krankheit 13 f., 196
 - Tabellen, Möglichkeiten mit 116 f.
 - Trennung der Fachgebiete 199
 - ungeeignete Verfahren 9
 - ungenügende Untersuchungen 5
 - Unterstützung mit EDV s. MEDIUC

- Diagnostik, Verbesserungsmöglichkeiten 13, 210
 - Wahrscheinlichkeit 117 f.
 - Wissen 2
 Diagnostikschritte 110
 Diagnostikunterstützung, Dateneingabe, klinische Fälle 147 f., 150 ff.
 - - Literaturdaten 140 f., 146, 150 f., 153, 191
 - Grenzen 118 f.
 - Hämatologie 115, 140
 - Magenerkrankungen 140
 - Minimalforderungen an Computer 119
 - Möglichkeiten mit Computer 118
 - Randlochkarte 115 f.
 - Vergiftungen 146 ff.
 Diagnostikzentrale, Zukunft 210
 Digitale Symbole 23
 Diskriminanzanalyse 130 f., 172 ff., 194
 - Schlechte Konvergenz, Ursachen 194 f.
 Diskussion 190
 Display s. Schirmbildgerät
 Dokumentation, Anamnese 77
 - Arztbrief, automatisierter 79 f.
 - Aufnahmenummer 76
 - Datenausgabe s. Datenausgabe
 - Definition 74
 - Diagnoseschlüssel 80
 - EEG-Befunde 82
 - Feldlänge, variable 80
 - Index medicus 84
 - klinischer Daten 74
 - Krankenblatt 77
 - Krankenblattkopf 74 f.
 - Literatur 83
 - - Systeme zur 85
 - MEDLARS-System 84
 - Operationsberichte 83
 - pathologisch-anatomische Befunde 82
 - Risikopatientenregister 83
 - Zeitdauer 80 f.
 - Zunahme 83
 Dual, Prinzip 27
 - reine Darstellung 29
 Duale Darstellung 20
- E**
 EBCDIC-Code 31 f.
 EDV-Anlagen, Operationen 59
 EDVAC 21
- EDV im Krankenhaus 59
 - - - Blutbank 60 f.
 - - - Finanzverwaltung 59
 - - - Lagerbestandsverwaltung 60
 - - - Maschinenauslegung 66
 - - - off line 68
 - - - on line 68
 - - - Personalverwaltung 59
 - - - Programme 73
 - - - Wirtschaftsverwaltung 60
 EEG-Auswertung 88 f.
 Eingabeeinheiten 35, 47
 - Kleincomputer 37
 - s. Magnetbandschreibmaschine
 - s. Terminal
 Eingabetastaturen 36
 Ekg-Auswertung 89 ff.
 - Frank-Ableitungen 89, 91
 - Isopotentiallinien 91
 - Konventionelle Ableitungen 90 f.
 - Screening 92
 - Spezialisten u. Computer 90 f., 93
 - Telemetrie 93
 ENIAC 21
- F**
 Faktorenanalyse 131
 Fehldiagnosen, Anzahl 3
 - ärztliches Wissen 4
 - Beobachterfehler s. Diagnostik
 - Grundleiden 11
 - Karzinome 12
 - Magen-Darm-Bereich 12
 - Ursachen 4 ff.
 Floating point, Darstellung 20, 29 f.
 Flußdiagramm 50
- G**
 Gehirn, menschliches, Fehlerhäufigkeit 18
 - - Vergleich mit Computer 14 ff.
 Genetik 87
 Gepackte Darstellung s. Dezimal-dual
 Gewichtungen der Symptome 121, 123, 150, 152
 - Korrelationen 195
 Giftinformation, Computereinsatz 205
 - - Möglichkeiten 206
 - - Notwendigkeit 204 ff.
- Giftinformation, Haushaltsmittel 150
 - Zentrale 204 f.
 Gleitkommaarithmetik s. Floating point
- H**
 Halbbyte 29, 31
 Halbwort 29, 31
 Harte Daten 192
 Harvard Mark I 20
 Häufige Symptome, Einfluß auf Diagnostik 183
 Hinreichende Symptomkombinationen 192
 Hollerith-Verfahren 19
- I**
 Identifizierungszahl (I-Zahl) 63
 Image processing 88
 - - Blutbild 95
 - - Chromosomen 95
 Information, Wachstum 1, 47
 Instruktionsphase 47, 49
- J**
 Jacquard-Webstühle 19
- K**
 Kanal, Multiplex 49
 - Selektor 49
 Kanalsystem 47, 49
 Kernspeicher, Inhalte 21
 - s. Magnetkernspeicher
 Kinder, Vergiftungen 204
 KIS s. Krankenhausinformationssystem
 Klarschriftleser s. Datenerfassung
 Klinikcomputer, Forderungen an 211
 Konsolschreibmaschine 46
 Krankengeschichtszähler 150
 Krankenhaus, Computernutzung, Bundesrepublik 1
 - - USA 61
 Krankenhäuser, Verbund mit Computereinsatz 64
 Krankenhausinformationssystem 59, 61 f.
 - Anwendungsgebiete 67
 - Arbeitsweise 65
 - Kritik 65
 - Maschinenauslegung 68 ff.
 - Zielsetzung 61 f., 67
 Krankheit u. Symptom, Beziehungen 121

- Krankheiten, Anzahl 1, 109
- Einheitlichkeit 198 f.
- L**
- Laboratorium, Arbeitsverbesserungsmöglichkeiten 96
Kontrollen 95
- konventionell, Fehlerhäufigkeit 64
- Zunahme der Tests 95
Laboratoriumsinformationssystem 96 ff.
Lademodul 53
Lexika s. MEDIUC
Likelihood-Quotient 128 f., 135
LIS s. Laboratoriumsinformationssystem
Lochkarte, Geschichte 19
- Lochungen 33
Lochkartentechnik, Geschwindigkeit 19 f.
Lochstreifen 34, 73
Logik s. Boole
Logikwerk u. Steuerwerk 47, 49 f.
- M**
- Magnetband, Kapazität 37
- Zugriffsart 37
- Zugriffszeit 38
Magnetbandschreibmaschine 37, 63, 73
Magnetkernspeicher, Kapazität 37
- Zugriffsart 37
- Zugriffszeit 37
Magnetplattenspeicher 38 f.
Magnetschrift s. Datenerfassung
Magnetstreifenspeicher 38
Makroinstruktion 52
Markierungsbeleg 63
Markierungsbelegleser 35, 58 f., 75
Mark-sensing-Karte s. Datenerfassung
Maskentastatur s. Terminal
Medical Information System Programs s. MISP
MEDIUC 63, 114
- Abhängigkeit der Güte der Aussage 191
- Ansatzmöglichkeiten 120, 137
- Ausrüstung, maschinelle 141, 153, 155
- s. Bayes-Ansatz
- Boole-Datei 184 f.
- MEDIUC s. Brodman-Signifikanzindex
- Dateien, Änderungen 165 ff.
- - Programmform II 161 f.
- Dateiorganisation 185
- Datenausgabe, Programmform II 168 f.
- Zeitdauer 174, 227
- Dialog, logische Entscheidungen 138
- - statistische Entscheidungen 138
- Dialogverfahren 136
- Differentialdiagnose, Programmform I 144 f.
- - Programmform II 169, 222
- - Programmform III 188, 224
- s. Diskriminanzanalyse
- Einsparung von Untersuchungen 199
- einzeitige Verfahren 136
- - - logische Kriterien 138
- - - statische Entscheidungen 139
- Ergebnisse 175 ff., 222 ff.
- - teleprocessing 231
- s. Faktorenanalyse
- Forderungen an 200, 207
- Gesamtgewichtsbildung 164
- Kernspeicheraufwand 200, 231
- Lexika 167 f.
- s. Likelihood-Quotient
- Literatur 108, 123, 125, 127 ff., 134
- Literaturdaten s. Diagnostikunterstützung
- Lochkartenaufbau, Programmform II 153 f.
- Lochkarten für Diagnostik 162 ff.
- Lochkartengestaltung 141
- logische Ansätze 137
- mathematische Ansätze 119 ff., 192
- offenes System 197
- Operating system, Programmform III 183 f.
- Optimierungsverfahren 132
- Overlay structure 200, 231
- Programmausdrucke 231
- Programmform I 141 ff.
- Programmform II 155 f., 169
- Programmform III 183 f., 188, 231
- - Kartenarten 187 ff.
- - Routinen 185 ff.
- - Schalter 187
- MEDIUC Programmierbeispiel 156 ff.
- statistische Ansätze 137
- Symptome, echte Gewichtung 172
- Symptomgewichtung 123, 150
- Symptomlisten 122 f.
- Terminal Einsatz 206, 211
- Vergiftungen, Auskunftsmöglichkeiten 175
- - Stadien 197
- Wahrscheinlichkeitsansätze 124 ff.
- Zukunftsaufgaben 208 f.
Medizin u. Computer 113
Medizinische Diagnostik unterstützender Computer s. MEDIUC
Mehrfachdiagnosen 192, 199
- Anzahl 4
Menüoptimierung 60
Minnesota Multiphasic Personality Inventory s. MMPI
MISP 66
MMPI 135
MODEM 55 f.
Multiplikation im Computer 44
Multiprogramming 55 f.
- O**
- Objektmodul 52
Öffentlicher Gesundheitsdienst 103 f.
Off line 73
On line 56
- P**
- Patientenüberwachung 88
Phonokardiogrammauswertung 93
Plattenspeicher s. Magnetplattenspeicher
Praxis, ärztliche, Datentransport
- - Einsatzmöglichkeiten
- - Teleprocessing 104 ff.
Programm, Begriffsbestimmung 50
- dynamische Kürze 51
- Feindiagramm 50
- Grobdiagramm 50
- statische Kürze 51
- Stecktafeln 51
- Zweck 50 f.
Programmbefehl, Aufbau 50
Programmiersprachen, maschinenorientierte 52

- Programmiertes Lernen, Begründung
 - - Methoden 101 ff.
 Prozeßrechner s. Analogrechner
 Prüf-Bit 28
 Puffer-Speicher 49
- Q**
- Quellenmodul 52
- R**
- Rechenanlagen, Geschwindigkeitsvergleiche 41
 Record linkage 63, 75
 Röntgenbildauswertung, Befundung 94
 - Grauwertverstärkung 94
- S**
- Sammelstatistik 179
 - Einfluß 191
 Schirmbildgerät 59, 62
 Schnelldrucker 44
 Schreibmaschinenendstelle s. Terminal
 Screening 104
 Seltene Symptome, Einfluß auf Diagnostik 183
 Signs, Definition 1
 - Einfluß auf Diagnostik 182, 193
 Simulation 86 f.
 Software 54
- Speichermedien, externe 37, 44, 47
 Speicherung s. Datenspeicherung
 Sperrsymptome 164, 169, 193 f.
 Standard interface 49
 Stanzen s. Datenausgabe
 Statistik, Computerunterstützung 85
 - Krankheitsbegriff 13 f.
 Steuerwerk s. Logikwerk
 Stoffwechselstudien 99
 Streifenspeicher s. Magnetstreifenspeicher
 Subtraktion, Boole Kalkül 41
 - im Computer 44
 Supervisor, Aufgabe 55
 Symptom u. Krankheit, Beziehungen 121, 125
 Symptome, Anzahl 1
 - Sortierwort 151 ff.
 - Unabhängigkeit 125, 192
 Symptomgewichtung s. MEDIUC
 Symptomlisten s. MEDIUC
 symptoms, Einfluß auf Diagnostik 182, 193
 Symptomverzeichnis 150 ff.
 Szintigraphieauswertung 94
- T**
- Teleprocessing s. Datenfernverarbeitung
 Terminal 36, 55, 59, 64 f., 231
 - IBM 2740 45, 231
 - IBM 2760 46
- Terminal, Maskentastatur** 36, 71
Tests, Definition 1
 - Einfluß auf Diagnostik 182, 193
Therapieplanung 99, 104, 210, 212
Time-sharing 56, 58
Transistoren 21 f.
- U**
- Übertragungsoperation** 48 f.
- V**
- Verbundlochkarte** 59
Vergiftungen, Auskunftsmöglichkeiten s. MEDIUC
 - Kombinationsmöglichkeiten 153, 193
 - Modell anderer Krankheiten 198 f.
 - Stadien s. MEDIUC
Verzweigungsoperationen 50
- W**
- Wahrscheinlichkeitsansatz, Eads, Kritik** 195
 - Eads-Signifikanzindex 170 f.
 - s. MEDIUC
Wortdarstellung 29
- Z**
- Zuse Z1-4** 20