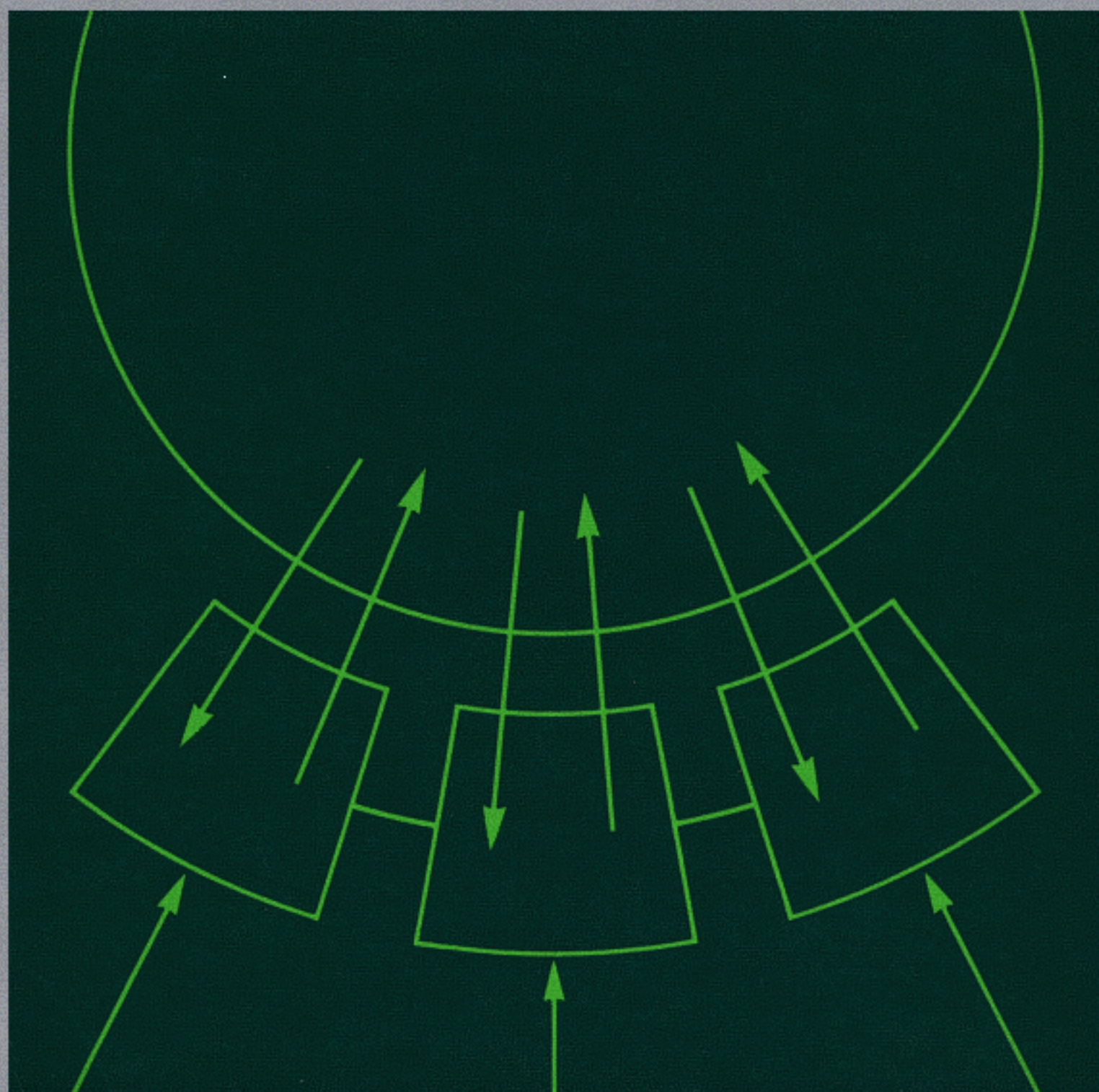


elektronische datenverarbeitung
in der medizin –
stand und entwicklung



deutsche forschungsgemeinschaft

Denkschrift
Elektronische Datenverarbeitung in der Medizin

Denkschrift

Elektronische Datenverarbeitung
in der Medizin —
Stand und Entwicklung

Bearbeitet von Karl Überla, Ulm

Deutsche
Forschungsgemeinschaft 1971

© 1971

Deutsche Forschungsgemeinschaft

53 Bonn-Bad Godesberg 1, Kennedyallee 40

Telefon (0 22 29) 70 11

Telegrammanschrift: Forschungsgemeinschaft

Umschlaggestaltung: Atelier Dr. H. Zebhauser, München

Herstellung: boldt druck boppard gmbh

Inhalt

	GELEITWORT	7
	VORWORT	9
1	DRINGLICHKEIT DER SITUATION	11
2	STAND DES FACHGEBIETES	16
2.1	Anwendungsschwerpunkte	16
2.2	Stand der Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland	30
2.3	Stand in Westeuropa	36
2.4	Stand in den Ostblockländern	39
2.5	Stand in den USA	41
3	ALLGEMEINE GESICHTSPUNKTE UND DENK- ANSÄTZE ZUR FÖRDERUNG	44
3.1	Einleitende Überlegungen	44
3.2	Bestehende Institutionen und zugehörige Vorschläge . . .	46
3.2.1	Die Institute für Medizinische Statistik und Dokumentation und ihre Erweiterung zu kooperativen Zentren	46
3.2.2	Die Kultusverwaltungen der Länder	48
3.2.3	Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und andere Förderungsinstitutionen	49
3.2.4	Das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft . .	50
3.2.5	Das Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit	51
3.2.6	Die computererzeugende Industrie	51
3.3	Alternative Denkmodelle der Förderung	52
3.4	Das Problem der Ausbildung	53

4	SPEZIELLE SCHWERPUNKTE UND ENTWICKLUNGSZIELE	56
4.1	Forschungsarbeiten, die zu Gesamtsystemen beitragen oder sich zu solchen ergänzen lassen	56
4.1.1	Forschungsarbeiten mit Schwerpunkt in der Theorie	56
4.1.2	Forschungsarbeiten, die sich mit Prozeßrechnern realisieren lassen	57
4.1.3	Forschungsarbeiten, die einen großen und gut ausgestatteten Digitalrechner erfordern	58
4.2	Größere Spezialprojekte	59
4.3	Allgemeiner Einsatz	59
5	EMPFEHLUNGEN	60
5.1	Sofortige Maßnahmen	60
5.1.1	Bestellung eines Beratungs- und Planungsgremiums „Datenverarbeitung in der Medizin“	60
5.1.2	Finanzierung eines Sofortprogrammes für die Beschaffung von Datenverarbeitungsanlagen und Mitarbeitern	62
5.1.3	Startfinanzierung für Ausbildung	63
5.2	Programm für einen stufenweisen Aufbau innerhalb der nächsten fünf Jahre	64
5.2.1	Bildung von örtlichen Zentren in Anlehnung an bestehende Lehrstühle und größere Klinikkomplexe	64
5.2.2	Ausbildungsprogramm	67
5.2.3	Finanzierung von Forschungsarbeiten mit theoretischem Schwerpunkt	68
5.2.4	Beschaffung von speziell einzusetzenden Rechnern	69
5.2.5	Finanzierung größerer Spezialprojekte	70
5.2.6	Allgemeiner Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen in der Medizin	70
5.2.7	Medizinische Datenerfassung, Rationalisierung und Informationssteuerung in größeren Kliniken	71
5.3	Übersicht über den zu erwartenden finanziellen Bedarf	72
6	ZUSAMMENFASSUNG	75
7	Mitarbeit an der Denkschrift	77

Geleitwort

Die Denkschrift zur Lage der Elektronischen Datenverarbeitung in der Medizin muß aus einem übergeordneten Blickwinkel betrachtet werden. Basierend auf einer neuen Technologie erschließt sich hier ein Gebiet, das nicht nur einem bestimmten Teil der Medizin zugute kommt, sondern in allen biomedizinischen Bereichen wirksam werden wird. Die Elektronische Datenverarbeitung muß als ein wesentliches Mittel für eine effektivere Forschung betrachtet werden. Sie wird selbstverständlich ihren Standort auch bei der Krankenbehandlung einnehmen. Damit ist der Einfluß der Elektronischen Datenverarbeitung aber nicht nur auf Kliniken und Institute an den Hochschulen beschränkt; sie wird auch wesentliche Beiträge zur Rationalisierung im gesamten Krankenhauswesen liefern.

Die Denkschrift stellt eine Planung für die Zukunft dar. Es war ein dringliches Anliegen, zunächst einmal den derzeitigen Stand dieses neuen Wissenschaftsgebietes darzulegen und sodann einen Rahmenplan für den Gesamtbereich der Medizin auszuarbeiten, der in dieser Form im europäischen Raum bisher nicht besteht. Eine aufmerksame Lektüre der Denkschrift führt zu dem Ergebnis, daß große Anstrengungen gemacht werden müssen, um Versäumnisse zu vermeiden und die sonst entstehenden nachteiligen Folgen für die Medizin als Wissenschaft und für die Volksgesundheit abzuwenden.

Vielen Wissenschaftlern, insbesondere Herrn Kollegen Überla, ist die Deutsche Forschungsgemeinschaft für die unermüdliche und von hohem Verantwortungsbewußtsein getragene Mitarbeit zu großem Dank verpflichtet.



Prof. Dr. Dr. h. c. Julius Speer
Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Vorwort

Diese Denkschrift ist das Ergebnis jahrelanger Beratungen in einem Kreis von Fachgelehrten, welche ursprünglich von der „Kommission für medizinische Epidemiologie und Sozialmedizin“ um ihren Ratschlag gebeten worden waren. Die Kommission sah sich von Anfang an vor die Notwendigkeit gestellt, meist sehr kostspielige Forschungsvorhaben zu beurteilen, bei denen der Einsatz datenverarbeitender Maschinen unerlässlich war. Es zeigte sich sehr bald, daß die deutsche Situation durch zwei Tatsachen ausgezeichnet war: durch einen erheblichen Nachholbedarf auf diesem technischen Sektor, wenn man das Ausland und seine derzeitigen technischen Möglichkeiten als Maßstab betrachtete; durch einen beträchtlichen Wildwuchs der Entwicklung andererseits, da innerhalb der deutschen medizinischen Forschung viel zu wenig geplant wurde und weil zu wenige Informationen darüber vorlagen, was im Augenblick möglich und nötig ist. Es war die Idee von Dr. L a t s c h , dem für die Kommission zuständigen Referenten der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die mißliche Situation in größerem Kreis beraten zu lassen und eine Denkschrift auszuarbeiten, aus der die Notwendigkeit hervorgehen sollte, den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung in der Medizin zu beschleunigen, um damit eine Bedarfsanalyse/Planung auf diesem Sektor in der Bundesrepublik zu ermöglichen. Seiner Anregung ist die Kommission gern gefolgt. Schon ein Jahr nach der Gründung der Kommission (am 6. Dezember 1966) und kurz nach ihrer ersten konstituierenden Sitzung am 13. April 1967 wurden die Vorarbeiten für diese Denkschrift begonnen und eine erste Arbeitssitzung mit Experten am 17. April 1968 abgehalten. Seither hat ein Stab von Fachleuten diese Denkschrift in drei Entwürfen mit größter Sorgfalt vorbereitet und dank der sachkundigen Bearbeitung durch Professor Ü b e r l a (Ulm) einen Text vorlegen können, der für die Anwendung auch der elektronischen Datenverarbeitung als Hilfsmittel in der weiteren Forschung und Entwicklung der Medizin neue Wege aufweist.

Mit dem verstärkten Einsatz der elektronischen Rechenanlagen sind erhebliche Investitions- und Betriebskosten verbunden.

Der Kommission ist bewußt, daß diese Ausgaben für die weitere Entwicklung sowohl der medizinischen Forschung, nicht nur der Epidemiologie, sondern auch letztlich der Krankenbehandlung zugute kommen.

Die Kommission dankt allen denen, die diese so wichtigen Fragen mit ihrem Rat und ihrer Arbeitskraft zu klären versucht haben und hofft, daß die vorgelegte Denkschrift nicht nur Anregungen vermittelt, sondern dazu beiträgt, die maßgebenden Instanzen von der Notwendigkeit dieser Investitionen zu überzeugen.

gez. PROFESSOR DR. H. SCHAEFER

Vorsitzender der Kommission
für medizinische Epidemiologie
und Sozialmedizin
der Deutschen Forschungsgemeinschaft

1 Dringlichkeit der Situation

Der Einsatz elektronischer Datenverarbeitungsanlagen verändert die verschiedenen Bereiche menschlicher Tätigkeit. In der Organisation und Verwaltung großer Unternehmen sowie in der industriellen Fertigung haben Datenverarbeitungsanlagen zu rationelleren Lösungen geführt. Ein kleinerer Teil der damit verbundenen Veränderungen ist bereits realisiert, ein größerer Teil steht noch bevor, wie alle Marktschätzungen für die kommenden Jahrzehnte zeigen. Auch im Bereich der öffentlichen Verwaltungen ist der Trend zum Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen für die Lösung der großen staatlichen Gemeinschaftsaufgaben eindeutig zu erkennen und allgemein anerkannt.

Demgegenüber steht der Einsatz von Elektronenrechnern im Bereich der Medizin in Deutschland an einem schüchternen Anfang. Dem Laien leuchtet es unmittelbar ein, daß die zahlreichen Verwaltungsaufgaben der Krankenhäuser und Krankenkassen mit Hilfe solcher Geräte ebenso rationalisiert werden können, wie die anderer Betriebe. Aber auch die Medizin selbst braucht wie andere Naturwissenschaften einen breiten Zugang zu Computern. Der notwendige Umfang sowohl für die medizinische Forschung als auch für die praktische und angewandte Medizin wird freilich seltener gesehen.

Ziele der Denkschrift

Die vorliegende Denkschrift soll den derzeitigen Stand der Entwicklung der Datenverarbeitung in der Medizin in Deutschland mit dem anderer Länder vergleichen. Sie soll allgemeine Denkmodelle und Gesichtspunkte zur Förderung des sinnvollen Computereinsatzes in der Medizin herausstellen sowie spezielle Schwerpunkte und Entwicklungsziele angeben. Sie soll eine für die Bundesrepublik Deutschland realisierbare Finanzierungsstrategie für diesen wichtigen Forschungsbereich zur Diskussion stellen und damit dazu beitragen, den zuständigen Stellen und Entscheidungsgremien der Forschungsförderung die Arbeit zu erleichtern.

Unsicherheiten in der Förderungspolitik

Die zuständigen Stellen und Entscheidungsgremien stehen vor keiner leichten Aufgabe. Das Gebiet der Datenverarbeitung in der Medizin („computer science in medicine“) ist neu und teilweise recht komplex und futuristisch. Es muß noch experimentiert werden und man kann mit einer gewissen Versagerquote in den laufenden Einsatzversuchen rechnen. Es ist im Einzelfall sehr schwer zu beurteilen, ob ein Projekt nur relativ triviale Verwaltungsvereinfachungen mit sich bringen wird oder einen echten Entwicklungsdurchbruch bedeuten kann. Dies hängt oft von den Mitarbeitern ab, deren Qualifikation leistungsgerecht honoriert werden muß. Diese und andere Schwierigkeiten tragen zu einer gewissen Unsicherheit in der Förderungspolitik bei. Sie zeigt sich z. B. in der Dauer zwischen Antragstellung und Genehmigung, in einem Wechsel von wissenschaftlichen Beratergremien und in der ungeklärten Zuständigkeit der einzelnen Förderungsinstitutionen. Eine verbesserte Koordination und Kooperation dieser Gremien wäre sicher sehr sachdienlich.

Die möglichen Geldgeber und die entsprechenden Entscheidungsgremien, wie z. B. die Kultusverwaltungen der Länder, das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft, die Deutsche Forschungsgemeinschaft, der Wissenschaftsrat, die VW-Stiftung, das Institut für Dokumentationswesen und andere sind in der letzten Zeit mehr und mehr mit einschlägigen Vorhaben konfrontiert worden. Verschiedene Mitteilungen an die Öffentlichkeit lassen erkennen, daß die Datenverarbeitung als Schwerpunkt gefördert werden soll und daß erhebliche Mittel dafür in den nächsten Jahren verfügbar sind. Dies hat zur Erhöhung der Zahl der Anträge beigetragen. Die Zunahme der Anträge wird voraussichtlich weiter anhalten und macht eine Abklärung der Zuständigkeiten sowie klare Grundsatzentscheidungen über die sachlichen Gesichtspunkte erforderlich, die bei einer Vergabe von Mitteln zu berücksichtigen sind.

Erforderliche Investitionen

Die Höhe der erforderlichen Investitionen ist beträchtlich. Faßt man alle Ausgaben der verschiedenen Geldgeber zusammen, die in den nächsten fünf Jahren direkt oder indirekt zur Förderung der Datenverarbeitung in der Medizin erwartet werden müssen, so kommt man auf mehrere

hundert Millionen D-Mark. Es zeigt sich, daß die aufzuwendenden Mittel insgesamt eine Größenordnung erreichen werden, die strategische Überlegungen erforderlich macht, welche über die speziellen Auffassungen einzelner Förderungsinstitutionen hinausgehen. Wenn die Entwicklung nicht unkoordiniert verlaufen soll, müssen im gegenwärtigen Augenblick Weichen gestellt werden. Solche Richtlinien und Schwerpunkte vorzuschlagen, ist in erster Linie eine Aufgabe sachverständiger Wissenschaftler. Eine Denkschrift zur Situation der elektronischen Datenverarbeitung in der Medizin scheint die geeignete Form zu sein.

Notwendige Einschränkung durch Schwerpunkte

Eine funktionierende Selbstkontrolle der Wissenschaft eines Fachgebietes zeigt sich darin, daß notwendige finanzielle Einschränkungen anerkannt werden und realisierbare Schwerpunkte vorgeschlagen werden. Es ist nicht sinnvoll und ökonomisch unmöglich, alle Gebiete der Datenverarbeitung in der Medizin gleichmäßig in Deutschland zu fördern. Ein Landregen von Förderungsmitteln würde den obengenannten Ansatz um ein Vielfaches überschreiten. Dies ist nicht realisierbar und würde zudem kaum einen Nutzen erwarten lassen, der proportional zum Einsatz der Mittel ist, weil die ausgebildeten Mitarbeiter in der notwendigen Anzahl fehlen. Ein Verzicht auf einen vollen Einsatz von Mitteln in der ganzen Breite der Entwicklung — wie sie z. B. in den USA stattfinden kann — erscheint im gegenwärtigen Augenblick rationell. Es müssen freilich einige zukunfts-trächtige Schwerpunkte wirklich ausreichend und intensiv gefördert werden. Von diesen ausreichend finanzierten Schwerpunkten aus und teilweise neben ihnen sollte ein Zugang zu allen anderen Gebieten der elektronischen Datenverarbeitung in der Medizin möglich sein.

Zeitfaktor

Die für zweckmäßig erachtete Begrenzung der denkbaren Förderungsprogramme auf einen realisierbaren und zukunfts-trächtigen Teil wird nur dann zu keinem größeren Rückstand führen, wenn die zur Realisierung ausgewählten Programme rasch durchgeführt werden. Wie der Vergleich mit dem Ausland zeigt, besteht in der Bundesrepublik Deutschland ein Entwicklungsrückstand von mehreren Jahren. Es ist bekannt, daß die Zeit

von der ersten Konzeption bis zur Marktreife von Systemen in Deutschland länger ist als in anderen Ländern. Dies macht den intensiven Beginn zum frühest möglichen Zeitpunkt noch dringender.

Die notwendigen Begutachtungs- und Entscheidungsvorgänge und die verwaltungsmäßige Abwicklung von Vorhaben müssen beschleunigt werden. Wenn es nicht gelingt, die Geschwindigkeit der Förderung von der ersten Antragstellung bis zur vollen Realisierung der Projekte entscheidend zu verkürzen, bleibt trotz beträchtlicher Anfangsinvestitionen der derzeitige Rückstand unaufholbar. Der Zeitfaktor ist auf die Dauer ebenso entscheidend wie die Höhe der verfügbaren Mittel.

Notwendige Koordination

Es geht nicht an, daß die einschlägigen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben unkoordiniert nebeneinander betrieben werden. Ein reger Austausch zwischen den geförderten Arbeitsgruppen, wie er bisher gelegentlich schon stattfindet, muß intensiviert und generell gefordert werden. Großforschung macht Arbeitsteilung und Koordinierung notwendig, die freilich nicht zu Überorganisation führen darf. Besonders zu intensivieren sind die Kontakte zwischen den Universitätsinstituten und der einschlägigen Industrie. Diese beiden Partner sind aufeinander angewiesen und ergänzen sich gegenseitig.

Situation der Wissenschaftler

Der einzelne Wissenschaftler, der sich mit Datenverarbeitung in der Medizin beschäftigt, wird sich weiter in einer zwiespältigen und unbefriedigenden Situation befinden, wenn kein breit angelegtes Förderungsprogramm zustande kommt. Da es noch keine Fachausbildung gibt, hat sich der einzelne Wissenschaftler im Selbstunterricht und durch langjährige Praxis Erfahrungen erworben. Er sitzt — wenn er nicht zu den wenigen Lehrstuhlinhabern zählt, die sich für dieses Gebiet interessieren — gewissermaßen zwischen den Stühlen und hat nur an wenigen Stellen ernsthaften Einfluß auf die finanzielle Weiterentwicklung seines Bereiches. Dies verleitet ihn manchmal dazu, spektakuläre Projekte zu verfolgen, die von der Öffentlichkeit begriffen und aufgegriffen werden können. Einerseits ist er die Vorhut der Zukunft, und seine Arbeit wird eine entscheidende

Veränderung der Medizin in Theorie und Praxis herbeiführen; andererseits gehört er bisher zu den Stiefkindern der finanziellen Förderung und hat sich fast schon daran gewöhnt, mit unzulänglichen Übergangslösungen Kleinprojekte auszutüfteln, ohne echte Chance auf wirklich entscheidende Durchbrüche. Diese zerrissene und ungesicherte Situation hemmt die Entwicklung des Fachgebietes ernstlich.

Interesse der Öffentlichkeit

Die Dringlichkeit der anstehenden wissenschaftlichen und organisatorischen Aufgaben wird von der öffentlichen Meinung anerkannt. Die erfreuliche Aufmerksamkeit, das zunehmende Interesse und die wachsende Ungeduld der Öffentlichkeit, richten sich vor allem auf die angewandten Seiten, z. B. Computerdiagnostik, große medizinische Datenbanken oder Vorsorgeuntersuchungen. Die Grundlagenforschung darf jedoch neben der angewandten Seite auch hier nicht vernachlässigt werden. Heute beschäftigen sich bereits nichtärztliche Privatunternehmer mit der Anwendung der Datenverarbeitung in der Medizin als Service, und einschlägige Organisationen und Vereine werden in den nächsten Jahren weiter aus dem Boden schießen. Man erwartet auf lange Sicht allgemein eine Verbesserung der Patientenbetreuung und der ärztlichen Leistungen sowie des Gesundheitswesens durch Computer. Dies ist nicht in der gewünschten Schnelligkeit und Zielstrebigkeit zu erreichen, wenn man die Entwicklung und Förderung im Universitätsbereich sich selbst überläßt.

Weiterentwicklung vorhandener Ansätze

Die Datenverarbeitung in der Medizin ist an Deutschen Universitäten in unterschiedlichem Umfang bereits vertreten (s. 2.2). Die Institute für Medizinische Statistik und Dokumentation sind von ihren Aufgaben her sehr an dem Gebiet interessiert und nehmen z. Zt. meist seine Interessen wahr. Einzelne Anwendungsgruppen, z. B. aus dem Bereich der Laborautomatisierung oder der Nuklearmedizin, haben heute internationalen Standard erreicht, um zwei Beispiele zu nennen. Die bestehenden Arbeitsgruppen sind durchaus in der Lage, eine aussichtsreiche Entwicklung einzuleiten und man wird in der Förderung zweckmäßigerweise von ihnen ausgehen.

2 Stand des Fachgebietes

Solange ein Fachgebiet neu ist und wächst, läßt es sich nur vorläufig und approximativ definieren. Das Gebiet der Datenverarbeitung in der Medizin hat enge Beziehungen und Übergänge zu Teilgebieten der „computer science“. Das substantielle Wissen der Medizin wird in das Gebiet eingebracht, es wird andererseits erweitert durch die Methoden der Datenverarbeitung. Es gibt keinen Bereich der Medizin, der grundsätzlich von der Datenverarbeitung unberührt bleiben wird. Das Fachgebiet ist eng verknüpft mit der Statistik und Dokumentation sowohl in der Theorie als auch in der Praxis. Seine Grenzen zur Kybernetik und zum „biomedical engineering“ fluktuieren. Es ragt in den Bereich hinein, den man mit „Informatik“ zu umschreiben versucht. Teile seiner wissenschaftlichen Grundlagen sind in der angewandten Mathematik zu finden. In der routinemäßigen Anwendung spielt die Rationalisierung des Klinikbetriebes eine gewisse Rolle. Erst in der Zukunft wird sich zeigen, welche empirische Abgrenzung der Datenverarbeitung in der Medizin stabil und auch institutionell zweckmäßig ist.

Die mangelnde Definition im gegenwärtigen Zeitpunkt — die auch bei anderen modernen Fachgebieten gegeben ist — kann nicht dazu verleiten, dem Gebiet seine Eigenständigkeit abzusprechen. Diese Eigenständigkeit ist sowohl in der Forschung, als auch in der Lehre und in der praktischen Anwendung bereits heute eindeutig gegeben.

2.1 ANWENDUNGSSCHWERPUNKTE

Eine Gliederung der Wissenschaft von der Datenverarbeitung in der Medizin („computer science in medicine“) könnte bevorzugt von einer Systematik der Anwendungsgebiete oder von einer Systematik der „computer science“ ausgehen. Sinnvolle übergeordnete Gesichtspunkte sind die Forschung, die Lehre und die eigentlich ärztlichen Aufgaben („patient care“).

Diese Gesichtspunkte kommen bei den einzelnen Anwendungsschwerpunkten unterschiedlich stark zur Geltung. Im folgenden wird bewußt von jeder Systematik abgesehen, da das Gebiet sich in den nächsten Jahren weiter differenzieren und entwickeln wird.

Präzisierung der Fragestellung und Formulierung von Modellen

Der breite Einsatz von Rechnern für die medizinische Grundlagenforschung führt zur Entwicklung neuer und spezieller Auswertungstechniken und Modelle für einzelne Forschungsvorhaben, z. B. zu Simulationen biologischer Teilsysteme. Dadurch wird die Denkweise der Naturwissenschaften, die die Grundlage des Fortschrittes der Medizin ist, auf Bereiche übertragen, die sich bisher einer exakten Formulierung entzogen. Dies ist eine Hauptwirkung der Verwendung von Datenverarbeitungsanlagen in der Medizin. Sie befruchtet die allgemeine Methodik der Medizin, indem sie zur Präzisierung von Fragestellungen, zum logischen Durchdenken der Problematik und zur Formulierung von Modellen Anlaß gibt.

Statistische und mathematische Auswertungstechniken

Ein weites Feld für den Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen in der Medizin sind allgemeine und bekannte statistische und mathematische Auswertungstechniken. Der Einsatz von Computern hat hier wie in der angewandten Mathematik zu einer grundsätzlich neuen Situation geführt. Es sind Berechnungen und Methoden routinemäßig möglich geworden, deren Einsatz früher praktisch undenkbar war. Die Quantität des bearbeitbaren Materials, die Erhöhung der Genauigkeit und der Einsatz neuer und aufwendiger Rechenverfahren erschließen der medizinischen Forschung neue Dimensionen, die breit genutzt werden können.

Die damit verbundenen Gefahren liegen in einer mangelnden Fehlerkontrolle, z. B. wenn Programme ohne ständige Überprüfung der Ergebnisse einfach angewendet werden — und in der Unzahl der „signifikanten“ Ergebnisse, die von statistischen und mathematischen Laien produziert werden können. Die sachlich und medizinisch-ärztlich vorgegebenen Fehlerquellen, die im Urmaterial liegen, sind häufig von entscheidender Größenordnung und bedürfen einer gründlichen Analyse. Es ist daher unbedingt erforderlich, daß der Fachwissenschaftler (Mediziner) und der Biostatistiker

von der Materialgewinnung bis zur Sachaussage den gesamten Prozeß der Auswertung überblicken und alle möglichen Fehlerquellen — besonders die im ärztlichen oder biologischen Problem liegenden — bedenken, bevor man die Interpretation beginnt. Eine Vielzahl von Kontrollen sind auf allen Ebenen der Auswertung erforderlich. Hier zeigt sich die enge Verflechtung zwischen Medizin (dem jeweils bearbeiteten Sachgebiet), Statistik und speziellen Kenntnissen über die Fehlermöglichkeiten der „software“, z. B. Rundungsfehler.

„Patient care,“ Verwaltung und Basisdokumentation

Der Arzt im Krankenhaus kann in verschiedenen Bereichen durch Computer unterstützt werden und seine spezifisch ärztlichen Aufgaben dadurch besser wahrnehmen, z. B. bei der Anamneseerhebung, der klinischen Untersuchung, der Diagnosenstellung und der Therapie. Zu dieser Unterstützung gehört die Rationalisierung des Krankenhausbetriebes von der Aufnahme bis zur Abrechnung, wobei ärztliche und organisatorische Aufgaben von dem gleichen System geleistet werden. Zumindest müssen sie aufeinander abgestimmt sein. Die Information, die über einen Patienten anfällt, muß dokumentiert und festgehalten sowie für die verschiedenen Zwecke weiterverarbeitet werden. Die Rationalisierung und die reibungslose Abwicklung des Verkehrs zwischen den Krankenstationen, den Labors, der Apotheke, der Küche, der Verwaltung usw. läßt sich mit Hilfe eines Datenverarbeitungssystems erreichen, steuern, präziser und schneller gestalten. Die zunehmende Kompliziertheit des Informationsflusses in großen Krankenhäusern und der Engpaß im Klinik- und Verwaltungspersonal wird die Einführung solcher Krankenhaus-Informationssysteme auf die Dauer erzwingen, wobei die spezifisch ärztlichen Belange des „patient care“ im Vordergrund stehen müssen. Es ist durchaus noch offen, inwiefern eine Kostenersparnis zu erwarten ist oder ob der Gewinn nicht ausschließlich in der größeren Exaktheit und Leistungsfähigkeit solcher Systeme liegt.

Eine breitere Erfahrung und systematische Analysen werden zeigen, welche Anlagenkonfigurationen in so verschiedenen Institutionen wie Psychiatrischen Kliniken, Unfallkrankenhäusern, Nachsorgekliniken, Universitätskliniken und Kreiskrankenhäusern für ärztliche und organisatorische Zwecke notwendig und robust genug sind sowie wirtschaftlich eingerichtet werden können. Von solchen Systemen ist nicht nur eine Rationalisierung

des Krankenhausbetriebes und der Krankenhausverwaltung zu erwarten, sondern auch eine Verbesserung unserer Kenntnisse über die behandelten Patienten. Eine wissenschaftliche Bearbeitung des riesigen Materials, das in den Archiven der Krankenhäuser zur Zeit abgelegt wird, ohne daß die Fülle der exakten Beobachtungen für den wissenschaftlichen Fortschritt weiterverwendet werden kann, wäre bei entsprechend eingeführten Systemen der Dokumentation und klinischen Datenverarbeitung möglich.

Diagnostikhilfe durch Computer

Die Computerdiagnostik hat in einigen Teilgebieten, z. B. der Schilddrüsendiagnostik, der Differentialdiagnose der angeborenen Herzfehler oder bei der Auswertung von Elektrokardiogrammen von sich reden gemacht. Das verwendete Denkmodell ist klar zu trennen von der Realisierung durch Datenverarbeitungsanlagen und von dem gewählten medizinischen Teilgebiet. Es existieren eine Reihe mehr oder weniger komplizierter Modelle, die es im Prinzip gestatten, Patienten einer von mehreren möglichen Diagnosen zuzuordnen.

Alle formalen Modelle zur Diagnostik haben ihre Schwierigkeiten. Die üblichen Voraussetzungen, z. B. Normalverteilung und Unabhängigkeit der Beobachtungen sind oft nicht erfüllt. Eine optimale Strategie für den allgemeinen Fall ist nicht gefunden bzw. nicht einheitlich anerkannt. Obwohl „richtige“ Diagnosen in Teilgebieten bereits in mehr als 95 % der Fälle korrekt möglich sind, weiß man noch nicht, unter welchen Nebenbedingungen welche Zuordnungsregel besonders zu empfehlen ist und in welchem Sinn sie besser ist als eine andere. Was ebenfalls fehlt, ist eine geordnete Aufeinanderfolge der vielen möglichen diagnostischen Strategien, d. h., eine Systematisierung des diagnostischen Vorgehens überhaupt.

Die Realisierung der verschiedenen theoretischen Modelle zur Diagnostik erfolgt mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen, weil meist umfangreiche Berechnungen durchzuführen sind, das zu berücksichtigende Material sehr groß ist und eine zeitgerechte Bearbeitung mit anderen Mitteln nicht durchgeführt werden kann. Zusätzliche Vorteile sind, daß der Computer nicht vergißt, nicht ermüdet und auch auf seltene Krankheiten oder durchzuführende seltene Untersuchungen hinweisen kann.

Bei der Programmierung treten jedoch grundsätzliche Schwierigkeiten auf. Man muß exakt definieren, welche Krankheiten es geben soll und welche

Symptome bei welchen Krankheiten wie häufig vorkommen. Letzteres ist weitgehend unbekannt. Die einzelnen Krankheitsbegriffe überlappen sich, sind randunscharf und unter der gleichen Diagnose versteht man an verschiedenen Stellen der Welt Verschiedenes. Für eine echte statistische Definition von Krankheiten — die grundsätzlich möglich wäre — fehlt weitgehend das Material.

Innerhalb eines engen Anwendungsbereiches — z. B. bei der Diagnostik der angeborenen Herzfehler — lassen sich gut funktionierende Programmsysteme erstellen. Diese setzen aber im allgemeinen voraus, daß die tatsächliche Krankheit wirklich in diesem Bereich liegt und in keinem anderen, eine Voraussetzung, die nur selten gegeben ist. Daraus können schwerwiegende Fehldiagnosen resultieren, wenn man diagnostische Programmsysteme in größerem Umfang allen Ärzten verfügbar macht, weil gerade die Vollständigkeit der Information vom Computer erwartet werden muß. Die technischen Schwierigkeiten der Computerdiagnostik sind nicht unüberwindbar. Sie liegen in der Ansammlung eines hinreichend großen und sauberen Materials mit klaren Diagnosen, was sich nur über lange Zeit mit viel Aufwand realisieren lassen wird. Die Verfügbarkeit diagnostischer Hilfsprogramme ist zur Zeit auf wenige Stellen in der Welt eingeschränkt. Teilnehmersysteme mit geeigneten Ein/Ausgabegeräten auf der Krankenstation bzw. in der Praxis des Arztes würden diagnostische Hilfsprogramme generell verfügbar machen, wobei sowohl technische Entwicklungsarbeit für die Ein/Ausgabesysteme, Programmierarbeit und eine umfangreiche Erziehungsarbeit für die benutzenden Ärzte zu leisten ist. An keiner Stelle der Welt wird ein Programm direkt und unmittelbar zur Diagnosestellung verwendet, sondern das Ergebnis wird dem Arzt als zusätzliche Information zur Verfügung gestellt. Die Diagnosehilfe durch Computer ist grundsätzlich möglich und vielversprechend, sie befindet sich in einer Vorstufe, in der die rechtlichen Aspekte und vor allem die Fehlermöglichkeiten sorgfältig analysiert werden müssen und in der man neben der Entwicklung der theoretischen Modelle Kriterien für die Anwendungsreife von Systemen in der ärztlichen Praxis oder in Krankenhäusern herausarbeiten sollte. Es handelt sich insgesamt um eine Reihe typischer Forschungsaufgaben, wobei das Interesse der Öffentlichkeit die Formulierung des diagnostischen Problems in seiner ganzen Schwierigkeit erzwingen wird. Diese exakte Formulierung des diagnostischen Problems — die den Begriff der Diagnose evtl. entscheidend verändern wird —

muß einen erheblichen Einfluß auf das Selbstverständnis der Medizin haben: Diagnose nicht mehr als Kunst, sondern als naturwissenschaftliches statistisches Problem, als Massenerscheinung und als komplexe Datenverarbeitungsaufgabe, wobei bestimmte Informationen über einen Patienten nach bestimmten zu fixierenden Regeln in Diagnosen von bestimmter Wahrscheinlichkeit umgeformt werden bzw. schrittweise zu neuen Suchstrategien und neuen anzuwendenden Untersuchungsverfahren führen.

Das Beispiel der Diagnostik-Hilfsprogramme wurde etwas ausführlicher behandelt, um dabei die Vielfalt und die typischen Probleme der Datenverarbeitung in der Medizin zu zeigen, die modifiziert bei vielen anderen Anwendungsbereichen ebenfalls auftreten. Für ein konkretes Sachproblem muß zunächst ein Modell gefunden werden — meist ein mathematisch-statistisches Modell — das den Bedürfnissen des Arztes entspricht. Dieses Modell ist — oft unter Verletzung der Voraussetzungen — zumindest annähernd lösbar, aber nur mit erheblichem Rechen- und Organisationsaufwand. Ohne eine gründliche Analyse des Sachproblems ist die Anwendung einer Datenverarbeitungsanlage nutzlos. Von vornherein kommen die Logik, die Statistik und die Mathematik zum Tragen. Am Elektronenrechner werden die festgelegten Strategien oder Organisationsschemata nur realisiert. Die Verknüpfung der Fächer Biostatistik, Dokumentation, Datenverarbeitung und Medizin ist von der Sache her erforderlich.

Im einzelnen lassen sich folgende Forschungsbereiche erkennen:

- a) Weiterentwicklung und Neuentwicklung theoretischer Modelle für die Diagnostik, Vergleiche der bekannten Modelle, Untersuchungen über optimale Strategien bei bestimmten Nebenbedingungen, sowie der Versuch einer verbesserten statistischen Definition und Abgrenzung von Krankheitseinheiten;
- b) Sammlung von zuverlässig erfaßtem und dokumentiertem Material mit klaren Diagnosen, mit Angaben zur Anamnese, Befund und Verlauf in den verschiedensten Fachgebieten als Voraussetzung für die Entwicklung einer Computerdiagnostik;
- c) Entwicklung der notwendigen Ein/Ausgabesysteme sowie Untersuchungen über die optimale Realisierung diagnostischer Hilfsstrategien auf verschiedenen Anlagenkonfigurationen in verschiedenen medizinischen Teilgebieten und Sondersituationen;

- d) Entwicklung von Effizienzkriterien und Kriterien der Anwendungsreife von diagnostischen Hilfssystemen für Krankenhaus und Praxis.

Giftinformationszentralen

Als Teilgebiet der Computerdiagnostik sind größere Auskunftssysteme für Vergiftungsfälle, Gift-Informationszentralen, zu nennen, die einzelne Aspekte der Diagnoseunterstützung durch Maschinen besonders deutlich machen. Gegenüber den bisherigen Informationsstellen, die notgedrungen unvollständig und zum Teil improvisiert informieren müssen, lassen sich Auskunftssysteme denken und technisch realisieren, die wesentlich größere Informationsmengen durchsuchen und bereitstellen können. Weder das dafür erforderliche, sehr umfangreiche und notwendigerweise vollständige Datenmaterial ist zur Zeit entsprechend aufbereitet und in maschinenlesbarer Form verfügbar — von Teilbereichen und interessanten Vorversuchen abgesehen — noch sind die möglichen Abfragesysteme und Suchstrategien hinreichend bearbeitet. Dazu wäre ein erheblicher Personalaufwand erforderlich. Der Computereinsatz in diesem Gebiet darf auf keinen Fall improvisiert und lückenhaft sein, er erfordert und bedingt die Erfüllung allerhöchster Ansprüche und die Garantie, daß keine erreichbare Information fehlt. Der Benutzer hat gegenüber dem Computer eine ganz andere Leistungserwartung als gegenüber jeder Einzelpersonlichkeit oder einem improvisiert gewachsenen System. Wenn diese Erwartungen erfüllt werden, lohnt der Computereinsatz auch bei hohen Kosten und die schwerwiegenden rechtlichen Probleme, die z. B. mit der Frage der Verantwortung für die Folgen einer Auskunft verbunden sind, lassen sich dann wohl überwinden.

Literaturinformationssysteme

Die Erschließung der Fachliteratur mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen ist in allen Wissenschaften vordringlich. Die ständig wachsende Zahl der Publikationen kann auf die Dauer nur bewältigt werden, wenn es gelingt, die entscheidenden Informationen in umfangreiche Datenbasen einzubringen, die automatisch abgefragt und weiterverarbeitet werden, um die Interessenten gezielt informieren zu können. In der Medizin existieren bereits internationale Literaturinformationssysteme wie MEDLARS und

EXCERPTA MEDICA. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen und Gründen der Arbeitsteilung ist der Anschluß an solche bestehenden Systeme notwendig. Wissenschaftliche Untersuchungen über die optimale Organisation und Struktur der gespeicherten Daten sowie über eine Verbesserung der Retrieval-Systeme könnten zu Leistungssteigerungen führen.

Der rasche Anschluß möglichst vieler Benutzer an überregionale Literatur-Informationssysteme wirft zahlreiche Probleme auf, die eine intensive Bearbeitung erfordern. Neben diesen breiter fassenden und nicht sehr in die Tiefe gehenden Systemen sind zusätzliche Fachdokumentationsstellen erforderlich, die einen schmaleren Sektor der Gesamtliteratur erfassen, diesen aber detaillierter bearbeiten.

Rechnergestützter Unterricht in der Medizin

Ein weiteres Teilgebiet ist die Verwendung von Datenverarbeitungsanlagen für den medizinischen Unterricht. Lehrprogramme als on-line-Dialogsysteme zwischen Studenten und Maschine sind z. B. in der Differentialdiagnostik denkbar und lehnen sich an vorhandene Diagnoseprogramme an. Dabei steht dem lernenden Arzt das Fachwissen des besten Spezialisten zur Verfügung — sofern es im Programm enthalten ist — und er kann typische oder erfundene oder tatsächliche Fälle mit dem Lehrprogramm bearbeiten. Dabei ist für den Unterricht eine neue Möglichkeit gegeben, in einer Modellsituation alle wichtigen diagnostischen Gegebenheiten systematisch durchzuspielen, ohne daß Lehrer und Patient physisch vorhanden sein müssen. Es ist zu erwarten, daß die Möglichkeiten, die in gut gestalteten Lehrprogrammen liegen, auf die Dauer den medizinischen Unterricht erheblich beeinflussen werden. Zur Zeit fehlen freilich noch weitgehend die notwendigen umfangreichen Lehrprogramm-Systeme, die in langwieriger Zusammenarbeit zwischen medizinischen Spezialisten und speziell ausgebildeten Systemanalytikern, Didaktikern und Programmierern erarbeitet werden müssen.

Datenverarbeitung zur Leistungskontrolle

Auch für die Auswertung von Prüfungen und die Leistungskontrolle des Unterrichts lassen sich Datenverarbeitungsanlagen einsetzen. Die in der neuen Bestallungsordnung vorgesehenen schriftlichen Examina müssen maschinell ausgewertet werden. Es ist ein zentraler Fragenpool denkbar, der

von den Studenten zur Selbstkontrolle bei der Prüfungsvorbereitung angesprochen werden kann. Die Ausbildungsforschung in der Medizin benötigt ausreichende Maschinenkapazität, um das Rahmenwerk der neuen Ausbildungsordnung vernünftig zu füllen. Man kann erwarten, daß der Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen auf die Dauer zu neuen Prüfungs- und Lehrtechniken, sowie zu einer Kontrolle und Qualitätsverbesserung in der Didaktik und im medizinischen Unterricht führt.

Verkehr zwischen Mensch und Maschine

Bei allen Anwendungsbeispielen stellt sich das Problem des Verkehrs zwischen Mensch und Maschine. Es besteht kein Zweifel darüber, daß auf dem Gebiet des „interface“ zwischen Arzt oder Schwester und Computer noch zahlreiche Verbesserungen erforderlich sind. Diese Verbesserungen betreffen sowohl die „hardware“ als auch die „software“, wobei benutzerfreundliche Programmsysteme und ein Dialogverkehr im Vordergrund stehen.

Definition von Datenstrukturen; Entwicklung formaler Sprachen

Eine wirksame maschinelle Verarbeitung setzt voraus, daß bekannt ist, welche Daten wie oft und wo in der Medizin und im Krankenhaus vorkommen und welche Operationen mit diesen Daten erwünscht sind. Die Datenstrukturen der Medizin sind andere als im kommerziellen oder im technisch-rechnerischen Bereich. Erst nach ihrer Festlegung können besonders effiziente Strategien für ihre Verarbeitung nach Art spezieller formaler Sprachen entwickelt werden. Die Definition geeigneter Datenstrukturen für die Medizin und die Entwicklung formaler Sprachen, die diese Datenstrukturen effizient zu bearbeiten gestatten, sind ein Kernstück der gegenwärtigen Entwicklungsarbeit.

Die bisher genannten Aufgaben betreffen Anwendungsbereiche, die gewissermaßen quer durch die ganze Medizin gehen. Demgegenüber lassen sich eine Reihe von Anwendungsbeispielen abgrenzen, die ein definiertes Teilproblem betreffen, das unmittelbar mit der Datenerfassung und direkten Weiterverarbeitung gekoppelt ist. Diese Einzelprobleme sind freilich miteinander verzahnt, und zwar vom Patienten her gesehen, aber auch wenn man von der jeweils vorhandenen Maschinenkonfiguration ausgeht.

Automatisierung des klinischen Labors

Ein Teilproblem, das sozusagen von einem spezialisierten „Fachcomputer“ bearbeitet werden kann, ist die Automatisierung des klinischen Labors. Die Anzahl der zur Krankenbetreuung erforderlichen Laboratoriumsuntersuchungen hat sich in den letzten fünf Jahren verdoppelt. Sie stieg stärker als die sonstigen Leistungen im medizinischen Bereich. Ein Engpaß an ausgebildetem Personal ist vorhanden und die Weiterentwicklung ist dadurch begrenzt. Ein Prozeßrechner übernimmt die Aufgabe, automatische oder halbautomatische Analysengeräte zu überwachen und zu steuern und die Ergebnisse der Analysen, die zunächst z. B. als Spannungen in analoger Form vorliegen, in digitale Information umzuwandeln, weiter zu verrechnen und aufzubereiten. Eine wesentliche Entlastung des Personals von Schreibarbeiten, eine Reduzierung der Fehler, eine bessere Qualitätskontrolle und ein erheblich erhöhter Durchsatz lassen sich mit Hilfe solcher Systeme erreichen. Ein noch nicht ideal gelöstes Problem ist die Identifizierung der Proben und die Notwendigkeit, den gesamten Ablauf von der Anordnung einer Untersuchung über die Blutabnahme bis zur Mitteilung des Ergebnisses an den Arzt in das System einzubeziehen. Dabei sind eine Fülle von Detailfragen zu lösen, die teilweise klinikspezifisch sind.

Ausmessung und Auswertung von Elektrokardiogrammen und anderer Biosignale

Die Ausmessung und Auswertung von Elektrokardiogrammen und anderer Biosignale wie z. B. EEG und Phonokardiogramm ist ein weiterer wichtiger Teilbereich für die Anwendung von Datenverarbeitungsanlagen in der Medizin. In der Praxis erfolgt die Auswertung meist so, daß bestimmte Formabweichungen des EKG vom Arzt erkannt und interpretiert werden. Es ist aber auch eine tiefergehende und objektivere Auswertung durch quantitative Ausmessung möglich, wobei Formabweichungen ebenfalls zum Ausdruck kommen. Eine solche Vermessung kann ganz von einem Elektronenrechner übernommen werden, und zwar in wenigen Sekunden. Der Arzt erhält — bei einem entsprechend eingeführten System — alle ihn interessierenden Zeiten und Amplituden oder auch Vektoren ausgedruckt. Von der Norm abweichende Größen sind bereits als solche gekennzeichnet. Ein geeignet programmiertes Datenverarbeitungssystem ist außerdem in der Lage, bestimmte typische EKG-Veränderungen zu erkennen und als Dia-

gnosen von hoher Wahrscheinlichkeit vorzuschlagen. Ähnliche Systeme sind für das Phonokardiogramm, das EEG und andere Biosignale vorgeschlagen worden und teilweise in Betrieb. Beim EEG bietet die Vielzahl der Ableitungen und die daraus resultierende hohe Datenrate besondere Schwierigkeiten, abgesehen von den komplizierteren Auswertungstechniken und der schwierigeren Interpretation. Gemeinsam ist allen diesen Anwendungen, daß Analogsignale mit hoher Frequenz in Digitalimpulse überführt werden müssen, daß dann ein Vermessungsprogramm die interessierenden Größen ermittelt und schließlich ein Diagnostik-Hilfsprogramm „Diagnosen“ bestimmter Wahrscheinlichkeit vorschlägt. Die Exaktheit der Auswertung von Biosignalen wird durch diese Technik erheblich gesteigert, was besonders bei Untersuchungen des zeitlichen Verlaufs — die bisher nur sehr eingeschränkt möglich waren — neue Erkenntnisse erwarten läßt.

Nuklearmedizin und Röntgenologie

Bei der Anwendung von Datenverarbeitungsanlagen in der Nuklearmedizin werden die in großer Zahl anfallenden Meßwerte der Funktions- und Lokalisationsdiagnostik gespeichert, speziellen Auswertungsverfahren unterzogen und dem Arzt in unmittelbar verwertbarer Form zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus werden Computer auch für die im Rahmen der Isotopentherapie und des Strahlenschutzes erforderlichen Kalkulationen eingesetzt. Die Einführung der elektronischen Datenverarbeitung hat in der Durchführung dieser klinischen Arbeiten und auch in der nuklearmedizinischen Grundlagenforschung zu wesentlicher Präzisierung und Objektivierung der Interpretationsmöglichkeiten geführt. Insbesondere durch den Einsatz von Prozeßrechnern konnten grundsätzlich neue Verfahren entwickelt werden, deren Anwendung entscheidende Fortschritte auf dem Gebiet der medizinischen Nutzung kernphysikalischer Methoden erbracht hat und weiterhin erwarten läßt. — Auch im Bereich der röntgenologischen Befunderhebung sowie zur Berechnung der Dosisverteilung beim therapeutischen Einsatz von Bestrahlungsanlagen (Beta- und Gammatron) können Datenverarbeitungsanlagen nutzbringend eingesetzt werden.

Patientenüberwachung auf Intensivstationen

Die Patientenüberwachung auf Intensivpflegestationen mit Hilfe von Prozeßrechnern wird an verschiedenen Stellen erprobt. Dabei übernimmt der

Computer nach Umwandlung der fortlaufend gewonnenen Meßwerte (EKG, EEG, Temperatur, Blutdruck, usw.) eine beliebig programmierbare Funktion. Er ist damit zu einem wichtigen Instrument des Studiums der Schwerkrankenüberwachung geworden, wobei ein Kernproblem in der Bereitstellung geeigneter Meßfühler liegt. Da die meisten der zu verarbeitenden Signale analoger Art sind und auch der Arzt gewohnt ist, Kurven zu sehen, sind Ein/Ausgabegeräte für Analogdaten erforderlich. Später könnten festgelegte Teilaufgaben von Analogrechnern übernommen werden, im gegenwärtigen Experimentierstadium wird daher auch mit Hybridrechnern gearbeitet. Der wissenschaftliche Wert solcher Einrichtungen ist darin zu sehen, daß sie unsere Kenntnis über die Vorgänge an der Schwelle des Todes verfeinern und evtl. Modelle des Schocks und anderer komplexer lebensbedrohlicher Situationen zu entwickeln gestatten. Dies könnte zu einem späteren Zeitpunkt eine bessere Prognose für den Einzelfall und vielleicht auch eine Simulation verschiedener therapeutischer Maßnahmen ermöglichen. Ähnliche Probleme treten bei der automatischen Narkoseüberwachung durch Datenverarbeitungsanlagen auf.

Automatische Bildanalyse

Ein Bereich, der ebenfalls noch am Anfang der Entwicklung steht, ist die automatische Bildanalyse bzw. die morphologische Beschreibung von Bildern durch Computer. In der Medizin bieten sich dafür zahlreiche Einsatzmöglichkeiten, z. B. die Auszählung von Chromosomen, die Differenzierung von Zellen in Abstrichen aller Art und die Hilfe bei der Bewertung von Röntgenbildern an. Es sind auf diesem Gebiet, das zur biomedizinischen Technik (biomedical engineering) überleitet, zukunftsreiche Entwicklungen im Gang, deren volle Realisierung weitreichende Folgen für die medizinische Forschung und Praxis haben dürfte.

Biologische Untersuchungen im on-line-Betrieb

Bereits konkretisiert haben sich die Möglichkeiten, die ein Einsatz bei der Durchführung biologischer Experimente im on-line-Betrieb bietet. Bei Tierexperimenten können z. B. mehrere Kreislaufgrößen kontinuierlich in eine Datenverarbeitungsanlage eingegeben werden, am Bildschirm wird die Ausgabe überwacht und komplizierte Umrechnungen werden unmittelbar und variabel vorgenommen. Die Weiterführung des Experiments — z. B. die

Gabe eines Medikamentes — kann dann von dem Ergebnis der Berechnungen, die sehr schnell erfolgen, abhängig gemacht werden. Solche on-line-Auswertungen erweitern die experimentellen Möglichkeiten eines Labors erheblich und sind in weiten Bereichen der medizinischen Grundlagenforschung denkbar.

Pharmakokinetik und Analogrechner

Im Bereich der Pharmakokinetik werden bevorzugt Analogrechner eingesetzt. Das Studium der Resorption und Verteilung von Stoffen im tierischen und menschlichen Körper unter Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs ist durch die Entwicklung geeigneter Compartment-Modelle und deren Simulierung gefördert worden. Da diese Modelle mit Hilfe von Differentialgleichungen beschrieben werden, deren Lösung mit Analogrechnern rasch durchgeführt werden kann, hat sich hier ein Schwerpunkt der Anwendung von Analogrechnern in der Medizin gebildet.

Klinisch-pharmakologische Prüfung / Nebenwirkungsforschung

Ein aktuelles Beispiel für die Versuchsplanung und die statistische Versuchsauswertung mit Hilfe von Computern ist die Prüfung von Arzneimitteln. Die zu erwartende Verschärfung der Bestimmungen für die Einführung neuer Medikamente wird den Wirkungsnachweis stärker in den Vordergrund stellen und damit indirekt auch zu einer breiteren Verwendung von Rechnern beitragen. Die Erforschung von Nebenwirkungen erfordert häufig ein großes Beobachtungsgut, das in Verbundforschungsprojekten zwischen Kliniken, niedergelassenen Ärzten und Arzneimittelfirmen gesammelt werden kann und dessen Auswertung durch Datenverarbeitungsanlagen entscheidend erleichtert wird.

Statistische Bearbeitung großer prospektiver Reihen

Abschließend seien einige Anwendungsgebiete genannt, die ähnlich wie die elektronische Literaturschließung oder wie Gift-Informationszentralen überregionalen Charakter haben. Die statistische Bearbeitung großer prospektiver Reihen ermöglicht die Bearbeitung wichtiger Probleme der Volksgesundheit, wie Krebs, Herzkrankheiten, oder Frühinvalidität. In solchen Reihenuntersuchungen wird ein großer Kreis von Probanden erfaßt, speziell untersucht und befragt und über Jahre weiter verfolgt. Der Personal-

und Organisationsaufwand ist erheblich, die Auswertung nur mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen möglich. Methodisch ist dies bisher die einzige Möglichkeit, die zahlreichen Mitursachen und Bedingungskomplexe chronischer Krankheiten zu erforschen.

Vorsorgeuntersuchung (Automated Multiphasic Health Testing)

Ähnlich bedeutsam sind große Screening- und Vorsorgeuntersuchungen, in denen bestimmte Anteile der Bevölkerung (Risikogruppen) auf allgemeine oder spezielle Gesundheitsschädigungen genau untersucht werden, wobei automatisierte Erhebungstechniken eine zunehmende Rolle spielen. Abgesehen von gesundheitspolitisch wichtigen Informationen über die Inzidenz und Prävalenz bestimmter pathologischer Symptome oder Krankheiten resultiert für den einzelnen daraus eine größere Chance für die Behandlung, wenn krankhafte Abweichungen in einer Phase entdeckt werden, in der er den Arzt noch nicht aufsuchen würde. Die Entwicklung automatisierter Laborverfahren und anderer Meßtechniken, sowie die weitgehend automatisierte Auswertung von Fragebögen über beliebige anamnestisch interessante Sachverhalte oder Beschwerden sind eine wichtige Voraussetzung für wirkungsvolle Vorsorgeuntersuchungen, die ohne Datenverarbeitungsanlagen in großem Maßstab kaum realisierbar sind.

Medizinische Datenbanken

Schließlich sei auf eine Möglichkeit hingewiesen, die in kleineren Ländern, z. B. Schottland, bereits praktiziert wird. Große überregionale medizinische Datenbanken, die alle Patienten enthalten, die einmal stationär behandelt wurden, werden gebildet durch Zusammenführen der Information (record linkage) der einzelnen Krankenhäuser. Wenn der Patient erneut einen Arzt oder ein Krankenhaus zur stationären Behandlung aufsucht, könnte die medizinisch wesentliche Information über seine Vorgeschichte und bisherige Krankheiten von einer überregionalen Datenbank mit Quellenhinweisen angefordert werden. Eine enge Zusammenarbeit mit den Landesämtern und anderen staatlichen Stellen ist dabei erforderlich. Die rechtlichen und technischen Aspekte solcher zentraler medizinischer Datenbanken bedürfen einer sorgfältigen Prüfung. Vom ärztlichen Standpunkt und vom Standpunkt des Forschers aus gesehen sind medizinische Datenbanken anzustreben.

2.2 STAND DER ENTWICKLUNG IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Es gibt eine ganze Reihe von Arbeitsgruppen und Schwerpunkte der Forschung in der Bundesrepublik, die sich um interessierte Wissenschaftler gebildet haben. Eine systematische und vollständige Behandlung ist wegen der unterschiedlichen Ausgangslage an den einzelnen Orten und der divergierenden Interessenrichtungen nicht adäquat. Es werden daher die wichtigsten Orte in alphabetischer Reihenfolge genannt, an denen einschlägige Arbeiten bereits betrieben oder intensiv vorbereitet werden und an denen ein entsprechendes Potential an fachlich geschulten Mitarbeitern vorhanden ist. Auf Einzelheiten wurde bewußt verzichtet.

Berlin

Die Situation in Berlin ist durch die Inbetriebnahme eines neuen großen Klinikkomplexes gekennzeichnet, der mit allen technischen Einrichtungen einschließlich eines Computers ausgestattet werden soll. Die Planung wurde in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Medizinische Statistik vorangetrieben, wobei zunächst die Basisdokumentation und der Verwaltungsbereich bearbeitet werden und andere Aufgaben später schrittweise hinzukommen sollen.

Bonn

In Bonn nimmt die Abteilung für Medizinische Statistik, Dokumentation und Datenverarbeitung der Medizinischen Klinik die Aufgaben der Datenverarbeitung in der Medizin wahr, wobei die Ausbildung bei der Beschreibung und Programmierung medizinischer Probleme, die klinische Dokumentation im Volltextverfahren und die Befunderfassung mit Markierungslesern im Vordergrund stehen. Die Arbeiten werden auf einem kleinen klinikseigenen Computer und auf den Anlagen des Universitätsrechenzentrums und der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung durchgeführt.

Der Nuklearmedizinischen Abteilung an der Radiologischen Klinik steht ein eigener Prozeßrechner zur Verfügung. Hiermit, sowie auch mit Hilfe der Anlagen des Instituts für Instrumentelle Mathematik, werden in dieser

Abteilung seit längerer Zeit Probleme der Diagnostik und Therapieplanung bearbeitet.

Düsseldorf

An der Universität Düsseldorf ist noch kein eigener Rechner vorhanden. Die Planungen für die Anwendung in der Medizin werden vom Lehrstuhl für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Düsseldorf mit getragen. Besonderes Interesse besteht für den Einsatz von Hybridrechnern zur Überwachung von Schwerkranken, für biostatistische Programmsysteme sowie für die Planung der klinischen Dokumentation.

Frankfurt

In Frankfurt bestehen Interesse und Erfahrung in der Anwendung von Datenverarbeitungsanlagen und statistischen Auswertungsverfahren im Bereich der Psychiatrie und Neurologie, was in der angestrebten Einrichtung eines Sonderforschungsbereiches „Neuropsychiatrie und elektronische Datenverarbeitung“ und in einer Arbeitsgruppe „Datenverarbeitung, Planung und Organisation“ zum Ausdruck kommt. Diese Arbeitsgruppe war auch bei der Programmierung des zentralen Zulassungsverfahrens für das Medizinstudium beteiligt. Erfahrungen bestehen weiter im Einsatz von Datenverarbeitungsgeräten für physiologische Forschungsprobleme, für schriftliche Semesterabschlußprüfungen in Neurologie und Psychiatrie, in der Dokumentation pathologisch-anatomischer Befunde mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitungsanlagen und in der Organisation von Verbundforschungsprojekten.

Freiburg

Die Situation in Freiburg ist gekennzeichnet durch das Interesse des Instituts für Medizinische Statistik und Dokumentation an statistischen Auswertungsprogrammen und Versuchsplanung, wofür auch jedes Jahr mehrwöchige Kurse abgehalten werden. Ein eigener Rechner wurde vom Institut angemietet, außerdem werden die Datenverarbeitungsanlagen des Rechenzentrums benutzt. Mit diesem Rechner werden u. a. automatische Bildanalysen durchgeführt. Seit 1967 besteht eine Basisdokumentation für alle Kliniken, die ständig ausgebaut wird. Verschiedene prospektive Reihen

werden vom Institut betreut. Im Bereich der Kliniken bestehen außerdem Dokumentationssysteme, die eigenständig gewachsen sind. In der Neurophysiologie ist ein Prozeßrechner für spezielle Aufgaben eingesetzt.

Gießen

In Gießen ist im ehemaligen Institut für Sozialmedizin seit mehreren Jahren eine konventionelle Lochkartenanlage installiert. Mit dieser Anlage wird die Krankenblattdokumentation durchgeführt. Außerdem werden die Ergebnisse des klinischen Labors bearbeitet. Für die Echtzeit-Erfassung akustischer Signale zur Psychotherapie-Kontrolle wird in der Psychosomatischen Klinik ein kleiner Rechner eingesetzt. Die weitere Entwicklung der Datenverarbeitung in der Medizin wird vom neugeschaffenen Lehrstuhl für Medizinische Statistik und Dokumentation getragen, wobei u. a. die Einführung von Systemen zur Computer-Analyse von Elektrokardiogrammen und Phonokardiogrammen vorgesehen ist.

Hamburg

Auch in Hamburg bestehen seit längerer Zeit Dokumentationssysteme in verschiedenen Kliniken. Eine zentrale Abteilung für Medizinische Dokumentation und Statistik, die der Fakultät unterstellt ist, nimmt die Auswertung wahr, und bereitet die Einführung von Anwendungen der Datenverarbeitung in der Medizin sowie ein Krankenhausinformationssystem vor.

Hannover

An der Medizinischen Hochschule Hannover sind die Bemühungen um eine integrierte Datenverarbeitung zentral durch den Lehrstuhl für Biometrie und Dokumentation vorangetrieben worden. Es sind bereits vier kleinere und mittlere Rechner sowie eine relativ große Anlage ausschließlich für Zwecke der Medizin installiert. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf einem integralen Informationssystem und dem Dialogverkehr, wobei der optimale Informationsfluß im Krankenhaus, die Verwaltung und die Dokumentation, die Aufnahme und die automatische Labordiagnostik im Vordergrund stehen. Die geplanten Aufwendungen haben die notwendige Größenordnung. Auch die Nuklearmedizin ist mit einem eigenen Rechner ausgestattet. Der Bedarf der Sozialmedizin und Epidemiologie wird von dem medizinischen Rechenzentrum mit gedeckt.

Heidelberg

In Heidelberg ist am Institut für Dokumentation, Information und Statistik am Deutschen Krebsforschungszentrum ein Rechner mittlerer Größenordnung installiert. Es ist ein Information-Retrieval-System für die Erschließung der Krebsliteratur entwickelt worden, Planungs- und Auswertungsaufgaben der klinischen Dokumentation und Statistik sowie der Versuchsplanung werden wahrgenommen. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf dem Gebiet der Nuklearmedizin. Im Bereich der Physiologie besteht Erfahrung und Interesse an der Biosignalverarbeitung, man benutzt einen Analogrechner und einen Analog-Digital-Wandler. In der Pathologie wird die automatisierte Dokumentation vorangetrieben. Das Institut für Sozial- und Arbeitsmedizin hat Erfahrung in der Auswertung epidemiologischer Daten mit Hilfe von Computern und Bedarf an Rechenkapazität.

Kiel

Die Entwicklung in Kiel beginnt 1951 mit der Einführung der Befunddokumentation auf Lochkarten. Von Anfang an besteht mit dem 1958 am mathematischen Seminar der Universität errichteten Rechenzentrum eine enge Zusammenarbeit. Einen wesentlichen Fortschritt brachte die Einrichtung des mit einem konventionellen Lochkartenmaschinensatz ausgerüsteten Institutes für Medizinische Statistik und Dokumentation. Seit 1966 ist mit Ausnahme einer Klinik eine Basisdokumentation als erster Schritt zu einem Krankenhausinformationssystem eingeführt. Mit der Installation einer eigenen Datenverarbeitungsanlage ist begonnen worden. Sie wird mit der Datenzentrale Schleswig-Holsteins vernetzt und voraussichtlich 1971 in Betrieb genommen werden.

Mainz

Die Aufgaben der elektronischen Datenverarbeitung in der Medizin werden in Mainz vom Lehrstuhl für Medizinische Statistik und Dokumentation wahrgenommen, der als erster in Deutschland eingerichtet und von der VW-Stiftung mit einem Musterinstitut ausgestattet wurde.

Es erfolgt eine Zusammenarbeit mit dem Rechenzentrum der Universität, in der Medizin steht ein kleiner Satellitenrechner. Die Haupterfahrungs-

gebiete sind die klinische Dokumentation, statistische Auswertungsprogramme sowie die Auswertung überregionaler prospektiver Studien und Einzelprojekte wie Auswertung von Phonokardiogrammen oder Einsatz in der Röntgenologie. Medizinische Dokumentation und Statistik ist in Mainz Sonderforschungsbereich.

Marburg

In Marburg lassen sich zwei Schwerpunkte der Datenverarbeitung in der Medizin erkennen: Der Einsatz von Rechnern durch das Institut für Medizinisch-biologische Statistik und die Nuklearmedizin. Auf beiden Gebieten liegt Erfahrung vor. An der Auswertung von Klausuren und Leistungsprüfungen durch Computer wird gearbeitet. Auch die klinische Dokumentation wird vom Lehrstuhl für Medizinisch-biologische Statistik vorangetrieben.

München

Die Situation in München ist durch Ansätze an zahlreichen Stellen gekennzeichnet. Mehrere Datenverarbeitungsanlagen sind im Prinzip für die Medizin zugänglich. An der ersten Medizinischen Fakultät wird die Einrichtung eines neuen Klinikums vorangetrieben, das ähnlich wie in Berlin auch mit einem Rechner ausgestattet werden soll. Die Medizinische Fakultät der Technischen Hochschule hat einen Lehrstuhl für Medizinische Statistik, Dokumentation und Datenverarbeitung eingerichtet, der in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Strahlenforschung auch die Datenverarbeitung in der Medizin aufbaut. Das Projekt „Medizinische Datenverarbeitung“ ist ein Schwerpunkt im Datenverarbeitungs-Förderungsprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft. Eine größere Datenverarbeitungsanlage ist dort bereits installiert und arbeitet mit verschiedenen Klinischen Partnern zusammen.

Tübingen

In Tübingen wird seit 1960 in der Chirurgischen Universitätsklinik eine Basisdokumentation durchgeführt. Seit 1966 beteiligen sich an dieser eine Reihe weiterer Kliniken. Durch die Abteilung für Dokumentation und Datenverarbeitung wird z.Zt. ein Krankenhausinformationssystem aufge-

baut. Für die erste Stufe wird noch in diesem Jahr ein mittelgroßes Rechner-system installiert. Die Erfassung von Laboratoriumsdaten mit einem Prozeßrechner ist in der Medizinischen Klinik entwickelt worden. Die hierfür notwendige Maschineninstallation hat einen wichtigen Pilot Charakter. Die Anlagen sollen in ein Gesamtsystem integriert werden. Die Belange der Biostatistik werden durch einen Lehrstuhl vertreten.

Ulm

In Ulm ist noch kein Rechner vorhanden. Der Lehrstuhl für Medizinische Statistik, Dokumentation und Datenverarbeitung hat die Planung und den Aufbau eines Datenverarbeitungssystems im gesamten Bereich der Medizin übernommen. Es wurde zunächst ein allgemeines Rechenzentrum für die Universität räumlich und personell etabliert und ein Mitarbeiter- und Planungsteam für die Medizin zusammengestellt. Die stufenweise Einführung eines modular aufgebauten Klinischen Datenverarbeitungssystems steht im Vordergrund. In der Nuklearmedizin arbeitet eine Arbeitsgruppe mit einem kleinen Prozeßrechner. Eine Schule für Medizinische Dokumentationsassistenten, die als erste Vollzeitschule Mitarbeiter für den Computereinsatz in der Medizin in zweijährigem Unterricht ausbildet, wurde 1969 eröffnet. Seit kurzer Zeit steht dieser Schule ein kleiner Rechner für Unterrichtszwecke zur Verfügung.

Der derzeitige Entwicklungsstand in Deutschland zeigt eine erfreuliche Vielfalt der Bemühungen. An den Universitäten, an denen ein Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation die zentrale Kompetenz für die Datenverarbeitung in der Medizin übernommen hat, ist das Gebiet relativ einheitlich und weit vorangetrieben. Dort, wo solche Lehrstühle mit entsprechenden Kompetenzen und personellen Möglichkeiten in letzter Zeit eingerichtet wurden, sind die Planungen konkret und auf realisierbare Gesamtsysteme ausgerichtet, die eine entsprechende kontinuierliche Weiterentwicklung des Faches erwarten lassen. Der Bereich der Nuklearmedizin und die Laborautomatisierung sind auf dem Entwicklungsweg bereits relativ weit vorgeschritten, wenn man mit anderen Teilgebieten vergleicht.

Außerhalb des Universitätsbereichs, aber in enger Zusammenarbeit mit Universitätseinrichtungen, wird das Deutsche Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) in Köln seine Arbeit aufneh-

men, wobei das Schwergewicht auf der Literaturschließung liegen dürfte. Vorarbeiten für ein automatisiertes Vergiftungs-Informationssystem sind in Stuttgart bei der Bosch-Stiftung relativ weit gediehen.

An der Deutschen Klinik für Diagnostik in Wiesbaden ist ein System installiert, das die Klinikorganisation und auch die ärztlichen Aufgaben erleichtert.

Nicht alle Stellen konnten in dieser Aufzählung genannt werden. Ein Vollständigkeitsanspruch wäre hier fehl am Platze und der Anspruch der Bewertung ebenfalls. Die Planung der Förderung des Fachgebietes muß außer von einer kurzen Bestandsaufnahme von weiteren Gesichtspunkten ausgehen, so daß diese Schilderung des augenblicklichen Standes nur Teilargumentationen liefern kann.

2.3 STAND IN WESTEUROPA

Das Ziel dieser kurzen Darstellung ist es nicht, Einzelheiten und quantitative Aspekte zu bringen, sondern Hauptrichtungen in den europäischen Nachbarländern gegenüber dem Stand in Deutschland herauszuheben und zu charakterisieren.

Schweiz

In der Schweiz erfolgen Einzelanwendungen wie die Laborautomatisierung in relativ bescheidenem Rahmen, ohne daß sich bisher eine breite Koordination erkennen läßt. Die Anwendung statistischer und mathematischer Methoden auf medizinische Probleme wird etwa im gleichen Umfang wie in Deutschland durchgeführt, es gibt jedoch keine besonderen Lehrstühle für Medizinische Statistik und Dokumentation. Datenverarbeitungsanlagen der Universitäten und Technischen Hochschulen werden dazu benutzt.

Österreich

Die Situation in Österreich wird durch die Entwicklung in Wien geprägt, wo seit etwa drei Jahren ein mittelgroßer Rechner in der Medizinischen Klinik zur Verfügung steht. Es wird ein Krankenhausinformationssystem mit sparsamen Mitteln aufgebaut. Über Markierungsbelege bzw. Lochkarten

gelangen die Daten in den Rechner, der Arbeitslisten für das Labor und die Stationen sowie Wochenberichte über jeden Patienten erstellt. Neuerdings arbeitet man an einem diagnostischen Hilfsprogramm auf logischer Grundlage für die Differentialdiagnose der Leberkrankheiten. Das System wird bald zu klein sein und Schwierigkeiten bei der Erweiterung sind zu erwarten. Die Finanzierungstechnik für den Rechner über eine öffentliche Spendenaktion ist bemerkenswert. Die Einrichtung eines Lehrstuhls für Medizinische Statistik und Dokumentation in Wien, der in der Entwicklung kooperiert, bedeutet einen zusätzlichen Impuls, der auch in Innsbruck gegeben ist.

Großbritannien

Die Situation in Großbritannien ist durch den größeren Anteil nationaler Rechner am Markt sowie durch den größeren Einfluß des Staates auf die Medizin, die Kliniken und Krankenhäuser gekennzeichnet. Es läuft dort ein Rationalisierungsprogramm des Gesundheitsministeriums für die staatlichen Krankenhausverwaltungen, wobei die wichtigsten Daten über jeden Patienten auf Datenträgern festgehalten werden und die Abrechnung zentral erleichtert werden soll. Hervorzuheben sind weiter die Bemühungen um ein „Medical record linkage“, wobei die Bevölkerung ganzer Regionen, soweit sie stationär behandelt wird, in zentralen Datenbanken maschinell erfaßt wird. Ein erster Versuch ist inzwischen in Schottland angelaufen.

Skandinavische Länder

In den nordischen Ländern hat man den Einfluß der Datenverarbeitung auf die Medizin ebenfalls früher erkannt als in Deutschland. Die Entwicklung hat daher in diesen Ländern einen fortgeschritteneren Stand als bei uns erreicht. Kennzeichnend ist etwa das Data Center in Uppsala, eine Einrichtung, für die der Staat eine Ausfallsgarantie von bestimmter Höhe übernommen hat, die im übrigen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten arbeitet, über ein Spektrum verschiedener Rechner verfügt und ihre Dienstleistungen im Bereich der Medizin für eine ganze Region differenziert anbieten kann, je nachdem, welche Wünsche Krankenhäuser oder Ärzte äußern. Es resultiert in der Planung ein verzweigtes Netz größerer und kleinerer Computer, die über das Land verteilt differenziert zusammenarbeiten und medizinische Aufgaben wahrnehmen. Charakteristisch sind Vorhaben

wie die WEARMLAND-Studie, in der die Bevölkerung einer ganzen Region einer Screening-Untersuchung unterzogen wurde, oder Vorhaben der Laborautomatisierung, die verschiedenen Projekte am Karolinska-Krankenhaus oder ein MEDLARS-Zentrum. Die Datenverarbeitung in der Medizin wird in den nordischen Ländern in einer größeren Breite betrieben als dies in Deutschland der Fall ist. Hinsichtlich des vorhandenen Potentials an Fachleuten und Wissen und hinsichtlich der Ausrüstung ist Deutschland demgegenüber im Rückstand.

Italien

Die medizinische Datenverarbeitung wird besonders im „Istituto di Biometrica e Statistica Medica“ der Universität von Mailand vorangetrieben. Dort beschäftigt man sich neben Hospital-Informationssystemen besonders mit biomathematischen Fragen aus dem Bereich der Physiologie sowie mit einer Analyse der Herzströme auf der Thoraxoberfläche. In den Bereich der Strukturerkennung fällt die automatische Analyse menschlicher Chromosomen. In Pisa ist die Aktivität durch die Nuklearmedizin mitbestimmt, daneben nimmt das Problem der Patientenüberwachung einen breiten Raum ein; der medizinischen Fakultät stehen dafür ausreichende Computermöglichkeiten zur Verfügung. Weitere medizinische Datenverarbeitungszentren befinden sich z. B. in Rom und in Verona im Aufbau.

Frankreich

In Frankreich sind Medizinische Computerzentren zur Auswertung von Krankenhausdaten in den einzelnen Departments im Aufbau. Die Aktivitäten verteilen sich auf verschiedene Institutionen, z. B. ist das französische Krebsforschungszentrum Villejuif mit seiner Datenverarbeitungsanlage zu nennen. Neben Hospital-Informationssystemen wird in Frankreich über automatische Diagnostik gearbeitet, über Analyse von EKG und EEG, sowie über Strukturerkennung mit Anwendung auf die automatische Analyse menschlicher Chromosomen u.a.m. Auf dem radiologischen Sektor werden Computer zur Isodosenberechnung verwendet. Als Vorarbeit zu einer medizinorientierten Computersprache wurde ein Thesaurus von 15 000 medizinisch bedeutsamen Termini zusammengestellt. Bildschirm und Leuchtschrift werden in Bordeaux zur Befunderhebung bei Herzfehlern eingesetzt.

Eine starke Beteiligung der Computerindustrie an der Forschung auf dem Gebiet der biomedizinischen Informatik ist zu verzeichnen.

Benelux

In den Niederlanden wurde ein Computer im Rahmen eines Informationszentrums für die Organtransplantation (Organbank) verwendet, in Belgien wird der Computer bei der biomathematischen Forschung sowie bei nuklear-medizinischen Messungen der automatisierten Befunderhebung und der Patientenüberwachung eingesetzt.

2.4 STAND IN DEN OSTBLOCKLÄNDERN

Die Anwendung der EDV für medizinische Zwecke wird in der sowjetischen Fachliteratur etwa seit 1960 behandelt. Einen übergeordneten Forschungs- und Entwicklungsplan scheint es aber ebenso wenig zu geben wie eine zentrale (medizinische) Leitinstanz. Die für 1968 vorgesehene Einrichtung (Reorganisation) eines Instituts für medizinische Kybernetik in Moskau ist bisher nicht realisiert worden. Methodische Hilfe für die einzelnen Fachgebiete gibt das Institut für Kybernetik der Akademie der Wissenschaften der UdSSR.

Die Bemühungen um die EDV in der Medizin gruppieren sich um drei Schwerpunkte: a) elektronische Diagnostik, b) Datenverarbeitung im öffentlichen Gesundheitsdienst, c) Entwicklung biologischer Modelle. Die Koordination und Anleitung bei einigen Komplexen wurden bestehenden Forschungsanstalten übertragen: die Diagnostik dem Višnevskij-Institut für Chirurgie der Akademie der medizinischen Wissenschaften in Moskau, die EDV im Gesundheitsdienst dem Semaško-Institut für Sozialhygiene und Organisation des Gesundheitswesens in Moskau und die biologischen Modelle dem Institut für experimentelle Medizin der Akademie der medizinischen Wissenschaften in Leningrad.

Für die Computer-Diagnostik sind eine Reihe praktikabler Programme erarbeitet worden, die in mehreren Großstädten bereits benutzt werden, so z. B. für kardiale Vitien, Verbrennungen, Darmerkrankungen, mechanische Ikterus, chronische Appendizitis, Karzinom des Magens, der Lunge, der

Mamma und der Leber sowie ferner einige neurologische und psychiatrische Erkrankungen. Verwertbare Ergebnisse mit der elektronischen Dechiffrierung von Elektrokardiogrammen sind z. B. in Erevan erzielt worden.

Im öffentlichen Gesundheitsdienst zeichnen sich drei Richtungen ab. Die EDV soll (1) der Rationalisierung in der Medizinalverwaltung, bei der Planung und Errichtung von Krankenanstalten, bei der Verteilung von Krankenbetten und beim Einsatz des medizinischen Personals in größeren Räumen dienen. Dafür werden zur Zeit in Moskau kybernetische Modelle erarbeitet und in kleineren Verwaltungseinheiten durchgespielt. Wichtig ist die EDV ferner (2) für die Verwaltung der Großkrankenhäuser. Einige Erfahrungen dieser Art mit der Anlage „Minsk 22“ wurden veröffentlicht. Sie beschränken sich auf die Verwaltung und Finanzierung der Krankenhäuser sowie auf die zentrale Auswertung der Krankenblätter, während der Computer in die Labordiagnostik offenbar noch nicht eingeführt wird. Auch die Anlage überregionaler Befund-Datenbanken ist erst eine Forderung für die Zukunft. Zu den Anwendungen im Krankenhausdienst gehören auch das in Moskau ausgearbeitete Modell eines automatischen Leitsystems für die Aufnahme der Patienten, die dringender stationärer Versorgung bedürfen, die Ermittlung der ophthalmologischen Morbidität und des Bedarfs an Augenärzten in Krasnojarsk u. a. Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet der EDV ist (3) die Auswertung medizinalstatistischer Erhebungen, besonders bei umfangreichen Vorsorge-Untersuchungen. Hier ist man offenbar noch bei der Rationalisierung und Vereinheitlichung der Informationsträger und beim Experimentieren mit kleinen, regional begrenzten Modellen.

Bei der kybernetischen Modellierung wurden verschiedene Untersuchungen zur Ausarbeitung von Modellen für das Gedächtnis und andere psychische Funktionen sowie für die Hämodynamik unter dem Aspekt der Anwendung in der Reanimatologie durchgeführt.

Anwendungen für den programmierten medizinischen Unterricht werden diskutiert, aber noch nicht experimentell vorbereitet. Auch die Dokumentation der medizinischen Fachliteratur erfolgt in den großen, zentralen Speichern noch ohne elektronische Hilfe.

Aus den anderen osteuropäischen Ländern sind nur sporadische Angaben bekannt, die kein abgerundetes Bild vom Stand der EDV in der Medizin vermitteln. Im Gesundheitsdienst P o l e n s sind Rechenzentren für die

mechanische Auswertung von medizinischen Erhebungen tätig. Für die Erarbeitung von Modellen („Epidemiologie der Infektionskrankheiten“ u. a.) benutzt man ausländische Anlagen. Aus der C S S R ist ein Projekt der Computer-Kontrolle des Verbrauchs und der Verschreibung von Arzneimitteln bekannt.

2.5 STAND IN DEN USA

Auch hier genügen einige knappe Aussagen über die Größenordnung und die Leitlinien der Entwicklung. Die Computerkapazität, die in den Rechenzentren amerikanischer Universitäten verfügbar ist, dürfte etwa um den Faktor 30—40 größer sein als die in Deutschland. Für die Medizin gilt sicher ein noch wesentlich ungünstigeres Verhältnis, da ein großer und zunehmender Anteil der neu bewilligten Installationen in den USA im Bereich der Biomedizin liegt und die Anwendung der Datenverarbeitung in der Medizin auch von den großen Firmen als entscheidender Markt der Zukunft erkannt wird. Die Kürzung der Forschungsmittel in den USA wird sicher nicht zu einer generellen Retardierung führen, sondern nur dazu beitragen, unergiebigere Vorhaben stillzulegen und zweitrangige Projekte abzubauen. Die entscheidenden Vorhaben werden dafür umso intensiver betrieben.

Die Entwicklung der Datenverarbeitung in der Medizin in den USA begann mit Rationalisierungsmaßnahmen in den Krankenhausverwaltungen und mit ersten spektakulären Erfolgen in der Computerdiagnostik. Während der letzten 5—10 Jahre wurden die Probleme der Datenverarbeitung in der Medizin zunächst unbeachtet und ohne sichtbaren größeren Erfolg bearbeitet. Diese Situation hat sich in der letzten Zeit grundlegend geändert, indem jetzt erste brauchbare Ergebnisse vorliegen, auf denen aufbauend in großem Maßstab weitergearbeitet wird.

Der leichtere Zugang der Mediziner in den USA zu Rechanlagen sowie die großzügige Installation von Prozeßrechnern der unterschiedlichsten Größe in Forschungslaboratorien hat dort eine Überlegenheit an Möglichkeiten zur Datenerfassung und an geistigem Potential entstehen lassen, die geradezu erdrückend ist. Wenn man beispielsweise an das Rechenzentrum für Biomathematik der Universität von Kalifornien in Los Angeles denkt,

in dem u. a. eine IBM 360/91 steht, oder an die Forschungslaboratorien der Mayo Clinic, die seit Jahren „nur“ eine gutausgebaute CDC 3200 besitzen, auf der gleichzeitig 12 Benutzer ihre Versuchsergebnisse on-line eingeben können, dann wird klar, was bei uns bisher nicht geschehen konnte. Angesichts der amerikanischen Überlegenheit auf diesem Gebiet ist es sinnlos, den Rückstand in Jahren oder in Computerkapazität oder in der Zahl der Fachkräfte ausdrücken zu wollen. Sicher verschafft es eine gewisse Genugtuung auf die zahlreichen Fehlinvestitionen in den USA und auf die vielen Irrwege der vergangenen Jahre hinzuweisen. Ein eigener Erfolg wird dadurch aber nicht begründet, und die Leistungen in den USA werden dadurch nicht abgeschwächt. Es gibt kein Teilgebiet der Datenverarbeitung in der Medizin, auf dem in Deutschland eine eigene Leistung vorgewiesen werden könnte, die über das hinausgeht, was in den USA existiert. In allen Teilgebieten aber muß ein mindestens kleiner, meist jedoch grundsätzlicher Vorsprung zugegeben werden.

Die Entwicklung in den USA ist durch eine breite Streuung von Computerkapazität und Fachleuten in den unterschiedlichsten Einrichtungen der medizinischen Forschung und Lehre sowie im Krankenhausbetrieb gekennzeichnet. Diese Politik ist auf die Dauer sicher erfolgreich und führt zu robusten und zukunftsweisenden Systemen für praktische Aufgaben sowie zu einer Anhäufung von Wissenspotential. Es wird an zahlreichen futuristischen Einzelprojekten gearbeitet. Daneben sind und werden Großsysteme der Medizin installiert, die sowohl den Aufgaben der „Scientific computation“ als auch des „Data processing“ gewachsen sind, die on-line Arbeiten und teleprocessing, remote batch processing and remote file handling erlauben und mit Satellitenrechnern zusammenarbeiten können. Die Entwicklung von Eingabestationen und Dialog-Systemen für die Medizin wird vorangetrieben, spezielle Versionen von Betriebssystemen für Krankenhäuser sind bereits vorhanden, und die Frage der Datenstrukturen der Medizin und zugehöriger formaler Sprachen wird auf einer fortgeschrittenen Ebene bearbeitet.

Es ist unrealistisch, die Entwicklung in der ganzen Breite in Deutschland nachvollziehen zu wollen. Aber der Rückstand muß erkannt werden, da jeder Neubeginn eine mehrjährige Anlaufzeit hat. Die Entwicklung der medizinischen Wissenschaft wird in der Bundesrepublik gegenüber den USA durch das Fehlen geeigneter Positionen und Mitarbeiter und durch

fehlende Rechenkapazität in der ganzen Breite gehemmt und das ärztliche Denken in Deutschland bleibt auf der Ebene der Nachkriegszeit stehen, ohne sich auf Datenverarbeitungsanlagen einstellen zu können, die in der Medizin eine immer größere Rolle spielen werden. Wenn keine geeigneten Maßnahmen ergriffen werden, tritt für unsere Volkswirtschaft ein verheerender Rückstand an Wissen verbunden auch mit kommerziellen Einbußen auf diesem Gebiet ein. Diese Einsicht muß sich bei allen Stellen durchsetzen, die für die Planung verantwortlich sind.

3 Allgemeine Gesichtspunkte und Denkansätze zur Förderung

3.1 EINLEITENDE ÜBERLEGUNGEN

Größere Investitionen auf breiterer Basis erforderlich

Die konstatierte große Überlegenheit an Forschungspotential und Maschinenkapazität in den USA ist allein kein Grund zur Resignation. Wenn man die kleinen deutschen Arbeitsgruppen kennt, so ist einige Hoffnung berechtigt. Die Zahl der Wissenschaftler in diesem Gebiet muß allerdings drastisch erhöht werden, was am besten über attraktive Positionen gelingen wird. Voraussetzung ist weiter eine erhebliche Steigerung hinsichtlich Zahl und Art von Datenverarbeitungsanlagen, die der Medizin zur Verfügung stehen. Zukunftsträchtige technische und wissenschaftliche Entwicklungen machen erheblich größere Investitionen auf breiterer Basis erforderlich. Ohne die Schaffung zahlreicher neuer Stellen und die Bereitstellung entsprechender Geräte, die von ihrer Größe und Ausbaufähigkeit her eine Entwicklungsarbeit rechtfertigen, kann von deutschen Forschern nicht erwartet werden, daß sie die bestehenden Lücken verkleinern können. Die in der Medizin bisher verfügbaren Anlagen und Stellen lassen dies sicher nicht zu. Durchschlagende Erfolge setzen einen großen finanziellen Aufwand voraus, da eine kritische Masse überschritten werden muß und die Entwicklung gewissermaßen in Quantensprüngen erfolgt.

Austausch mit anderen Ländern intensivieren

Es wäre ein falscher Ehrgeiz, der zu Mißerfolgen führen müßte und unwirtschaftlich ist, wenn man Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die in anderen Ländern schon durchgeführt wurden, in Deutschland wiederholen würde. Ein intensiver Arbeitskontakt der beteiligten Wissenschaftler mit den entsprechenden Stellen in England, den nordischen Ländern und den USA führt schneller zum Erfolg und vermeidet kostspielige Umwege. Dies gilt auch für die zu beschaffenden Datenverarbeitungsanlagen, worauf weiter unten noch näher eingegangen wird.

Gleichzeitige Förderung der Adaptierung von Wissen, der Forschung und der Dienstleistung

Ein Großteil der Probleme der Datenverarbeitung in der Medizin besteht in der Adaptierung vorhandenen Wissens aus dem Bereich der „computer science“ auf medizinische Aufgabenstellungen. Diese Adaptierung geht fließend in eigenständige Forschungsarbeiten über, die auf einem entsprechend hohem Niveau liegen müssen, wenn sie dauernde Auswirkungen haben sollen. Die Forschung muß mit allem Anspruch betrieben werden und darf sich grundsätzlich nicht damit begnügen, nur den Unterschied zum Ausland aufholen zu wollen oder Systeme zu etablieren, die recht und schlecht funktionieren. Gleichzeitig mit der Adaptierung vorhandenen Wissens und der Förderung der Forschung muß der Dienstleistungsbereich vorangetrieben werden. Aus der Praxis der Dienstleistungen mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen kommen entscheidende Impulse für die Weiterentwicklung, auf die man nicht verzichten kann. Die Übertragung von Wissen aus den verschiedenen Fachgebieten und Ländern auf die Probleme der Datenverarbeitung in der Medizin erspart zahlreiche Umwege. Alle drei Bereiche, die Adaptierung von Wissen, die eigenständige Forschung und die Dienstleistung mit Hilfe von Datenverarbeitungsanlagen in der Medizin müssen gefördert werden.

Koordination und Konzentration durch kooperative Planungsgremien

Für eine sinnvolle Förderung ist die Koordination und Konzentration durch kooperative Planungsgremien erforderlich. Über die Art der Realisierung solcher Gremien sowie über die Aufgaben muß im einzelnen diskutiert werden, an der Notwendigkeit kann jedoch kein Zweifel bestehen. Sicher sollten solche kooperative Planungsgremien nicht autoritär die Entwicklung bestimmen können, aber sie sollten die Einhaltung gewisser minimaler Bedingungen der Kooperation beobachten und Rahmenkonzepte vorantreiben können.

Grenzen der Normierbarkeit der Entwicklung

Dabei muß man sich freilich der Grenzen der Normierbarkeit der Entwicklung bewußt sein. Es wird nicht gelingen, alle Systeme in einer einheitlichen Sprache zu schreiben oder auch nur den Hauptteil der Entwicklungs- und

Forschungsarbeiten auf demselben Anlagentyp durchzuführen. Beides wären unrealistische Forderungen. Man wird sich damit begnügen müssen, die Normierung zunächst indirekt voranzutreiben über die Durchsetzung bewährter Systeme auf dem Markt sowie durch Untersuchungen über Datenstrukturen, über Schnittstellen zwischen Systemen und über Bedingungen, die eine Übertragung erleichtern.

Rahmenstufenplan

Für die Durchführung der Förderung ist es sinnvoll, einen Rahmenstufenplan aufzustellen, der wenige Details enthält und damit die Entwicklung offen läßt, der aber andererseits klar die Richtung angibt. Dabei ist es zweckmäßig, zwei Phasen zu unterscheiden. In der ersten Phase sollten sofortige Maßnahmen realisiert werden, die die Zeit bis zum Einsetzen der eigentlichen Förderung überbrücken. Das internationale Niveau wird sich nur stufenweise in einem längeren Prozeß erreichen lassen. Die Einzelheiten des Rahmenstufenplanes sind in den Empfehlungen (5) enthalten.

3.2 BESTEHENDE INSTITUTIONEN UND ZUGEHÖRIGE VORSCHLÄGE

Die Förderung eines Fachgebietes muß von den bestehenden Institutionen ausgehen. Zunächst sollen daher anhand dieser bestehenden Institutionen Verbesserungsvorschläge gemacht werden. Diese Einzelschritte werden dann mit den übrigen Gesichtspunkten in den Empfehlungen neu überdacht und zusammengefaßt. Sie haben jedoch bereits für sich einen Wert, da sie einzeln von den verschiedenen Stellen aufgegriffen werden können und in die Richtung der Gesamtempfehlungen gehen.

3.2.1 DIE INSTITUTE FÜR MEDIZINISCHE STATISTIK UND DOKUMENTATION UND IHRE ERWEITERUNG ZU KOOPERATIVEN ZENTREN

In der bisherigen Entwicklung haben die Institute für Medizinische Statistik und Dokumentation als Kristallisationspunkte für die Datenverarbeitung in der Medizin gewirkt. Dies hat sich ergeben, weil dort neben medizinischem Wissen ein Potential an Mathematik, an Übung im for-

malen Denken und an Erfahrung im Umgang mit Computern vorhanden ist. Hinzu kam die generelle Planungsaufgabe für einzelne Lehrstuhlinhaber des Faches, ein Informations-, Dokumentations- und Datenverarbeitungssystem für ihre Fakultäten einzurichten. Die Entwicklung wurde dadurch entscheidend gefördert.

Es hat sich jedoch gezeigt, daß nicht alle Forscher des Faches gleichermaßen Interesse an der medizinischen Datenverarbeitung finden und die Institute teilweise wissenschaftlich anders ausgerichtet sind, was durchaus ihrer legitimen Aufgabe entspricht. Ein einzelner Wissenschaftler ist zudem nicht in der Lage, die ganze Breite des Gebietes von der Biostatistik über die Dokumentation bis zu speziellen Problemen der „computer science“ zu vertreten. An den Stellen, an denen die Institute für Medizinische Statistik und Dokumentation gezwungen waren, dieses ganze Gebiet zu planen und wahrzunehmen, hat sich daher ziemlich einheitlich eine Entwicklung zu größeren kooperativen Institutionen eingestellt, innerhalb derer einzelne Abteilungen Schwerpunkte wie Biostatistik, Dokumentation oder Datenverarbeitung in der Medizin vertreten.

Diese Entwicklung entspricht dem Trend der Universitätsreform, der unter anderem durch die Schaffung zahlreicher kleinerer Abteilungen, die zu größeren Einheiten zusammengefaßt werden, gekennzeichnet ist. Sie entspricht aber auch der Situation des Fachgebietes, das sich erst in der Zusammenarbeit zahlreicher selbständiger Spezialfächer wirkungsvoll entwickeln und konstituieren kann.

Es wäre wünschenswert, ausgehend von den vorhandenen Lehrstühlen und Instituten für Medizinische Statistik und Dokumentation größere Zentren entstehen zu lassen, die neben der Biostatistik und der Dokumentation die Datenverarbeitung in der Medizin als selbständige Abteilungen auf Lehrstuhlebene umfassen. An den einzelnen Universitäten werden sich je nach geltender Verfassung und bestehenden Institutionen unterschiedliche Lösungen ergeben müssen. An manchen Orten wird es günstig sein, Abteilungen für biomedical engineering in solche Zentren einzubringen, oder man wird mit einer Abteilung für „computer science“, mit der mathematischen Statistik, mit den Universitätsrechenzentren bzw. mit den Forschern, die sich um automatisierte Literaturschließungssysteme bemühen, eine institutionelle Kooperation eingehen wollen. Die organische Erweiterung der vorhandenen Lehrstühle durch weitere Lehrstühle ein-

schlägiger Fachrichtungen, die zur Kooperation institutionell veranlaßt werden, ist der beste Weg, um das gesamte Gebiet an den Universitäten stärker zur Geltung zu bringen. Dieser Weg muß bald beschritten werden. An Neugründungen wie Hannover wurde er bereits gewählt. Dabei ist zu bedenken, daß mit der neuen Bestallungsordnung eine Fülle von Lehraufgaben auf die bestehenden Institute zukommt, die vermutlich alle Kräfte absorbieren wird, wenn nicht in der vorgeschlagenen Weise eine personelle Erweiterung erfolgt.

Ein wichtiger Gesichtspunkt für die Einrichtung solcher kooperativer Zentren ist die Möglichkeit der Einflußnahme und die Nähe zu medizinischen Kliniken und Forschungsstätten. Größere Installationen sind nur dort sinnvoll, wo durch die personelle Struktur der Kliniken und Medizinischen Fakultäten die Gewähr dafür gegeben ist, daß die Datenverarbeitung wirklich Eingang in die Medizin findet und nicht auf Informations- und Standesmauern stößt. Die unmittelbare räumliche Nähe zu größeren Krankenhäusern und medizinischen Forschungsstätten ist eine technische Voraussetzung, die man keinesfalls unterschätzen darf. Es nützte wenig, wenn Rechenzentren in Glaspalästen weit außerhalb des Klinik- und Forschungsbetriebes entstehen würden.

3.2.2 DIE KULTUSVERWALTUNGEN DER LÄNDER

Die bisherigen Aufwendungen der Kultusverwaltungen für die Datenverarbeitung in der Medizin sind minimal. Dies geht teilweise darauf zurück, daß sich die einzelnen medizinischen Fakultäten nicht entschließen konnten, andere Aufgaben zugunsten dieses Gebietes zurückzustellen und entsprechende Anträge vorzubringen. Als Träger der großen Universitätskliniken ist es auf die Dauer die Aufgabe der Länder, diesen alle Einrichtungen zur Rationalisierung und Erleichterung des Routinebetriebes, einschließlich einer Datenverarbeitungsanlage, zur Verfügung zu stellen. Dabei wird es sich je nach Klinik um Anlagen kleiner oder mittlerer Größenordnung handeln müssen, die im wesentlichen die Datenerfassung und Basisdokumentation, die Steuerung des Informationsflusses und die Rationalisierung der Verwaltung übernehmen sollten.

Für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, die gewöhnlich eine größere Anlage notwendig machen, ist es verständlich, daß sich die Kultusministerien zunächst solange nicht zuständig fühlten, als die Deutsche For-

schungsgemeinschaft die Grundausrüstung mit Datenverarbeitungsanlagen an den Universitätsrechenzentren übernommen hat. An den Stellen, an denen durch eine zentrale Planung die Forschungsaufgaben mit den Aufgaben des klinischen Betriebes verbunden werden können, wird sich eventuell eine gemischte Finanzierung der Gesamtsysteme nicht umgehen lassen, wobei den Ländern eindeutig die Verantwortung für die Einrichtungen zur Rationalisierung und Erleichterung des Betriebes der Kliniken zufällt.

3.2.3 DIE DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT UND ANDERE FÖRDERUNGSINSTITUTIONEN

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat bisher die Maschinenausstattung für die Rechenzentren der Universitäten übernommen. Die Universitätsrechenzentren haben sich — von einzelnen Ausnahmen abgesehen — für Anwendungen in der Medizin nicht bewährt, weil sie hinsichtlich ihrer Mitarbeiter und Organisation, teilweise auch wegen ihrer Maschinenausstattung auf Anwendungen in der Mathematik und den Naturwissenschaften ausgerichtet sind. Sie lehnen sich meist eng an die Aufgaben eines oder weniger Lehrstühle an, und sind noch keine Service-Institutionen geworden, deren Interesse es ist, auch Benutzer der Medizin zufriedenzustellen bzw. sogar neue Anwendungsgebiete zu erschließen. Die Vergangenheit zeigt klar, daß bis auf wenige off-line Aufgaben, wie biostatistische Berechnungen oder Sortieraufgaben, sich keine intensiveren Kontakte zwischen der Medizin und den bestehenden Universitätsrechenzentren ergeben haben. Dies ist durch die historische Entwicklung bestimmt, aber auch durch die Kapazität der Rechenzentren, die meist überlastet sind und bei einer vollen Übernahme der Aufgaben aus der Medizin den übrigen Aufgaben nicht mehr gewachsen wären. Es wurden bisher durch überregionale Förderungsgesellschaften nur wenige Rechner für die speziellen Aufgaben der Medizin zur Verfügung gestellt und im übrigen der Bedarf der Medizin lediglich als zusätzlicher und peripherer Grund mit herangezogen, wenn ein Rechner für ein Universitätsrechenzentrum beschafft werden sollte.

Diese Förderungsstrategie der letzten Jahre war zwar relativ billig, hat aber eindeutig in eine Sackgasse geführt. Auf die Dauer verhindert sie

die Weiterentwicklung der Datenverarbeitung in der Medizin. Sie muß dahingehend geändert werden, daß an den Universitäten eigene Rechenzentren für die Medizin eingerichtet und maschinell sowie personell entsprechend ausgestattet werden. Dies sollte zunächst an mehreren örtlichen Schwerpunkten geschehen, in Hannover ist es bereits realisiert. Der Bedarf der Kernphysik oder anderer naturwissenschaftlicher Großeinrichtungen an eigener Rechenleistung ist seit langem anerkannt, und es gibt zahlreiche Institutionen, in denen Großrechner lediglich für spezielle Aufgaben, z. B. aus dem Bereich der Physik aufgestellt sind.

Der Bedarf der Medizin an derartigen Rechnern ist grundsätzlich und auf die Dauer von der gleichen Größenordnung. Er läßt sich ebenfalls nicht mit den Einrichtungen der vorhandenen Universitätsrechenzentren abdecken. Hier wie dort ist freilich eine Abstimmung mit den schon bestehenden Universitätsrechenzentren wünschenswert.

Die Beschaffungspolitik der großen Förderungsinstitutionen der Bundesrepublik muß auf dem Gebiet der Datenverarbeitung in der Medizin neu überdacht werden. Nach der anfänglichen Phase der Restriktion in der Vergabe von Mitteln für Rechner in der Medizin muß ein Weg gefunden werden, der die Beschaffung eigener Großrechner für medizinische Aufgaben zuläßt, so wie auch eigene Großrechner für Aufgaben der Kernphysik — um dieses Beispiel noch einmal zu nennen — beschafft werden konnten.

3.2.4 DAS BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND WISSENSCHAFT

Es ist sehr zu begrüßen, daß das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft auf dem Gebiet der Datenverarbeitung in der Medizin fördernd tätig ist und besonders überregionale zukunftsweisende Projekte herausgreift. Ob Umfang und Zielsetzung des jetzt betriebenen Projektes ausreichen werden, ist Gegenstand weiterer Überlegungen. Entscheidend ist die Abstimmung der Förderung mit den übrigen Programmen.

Die Erfahrungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft sollen auch weiterhin für die künftige Entwicklung dieses Gebietes genutzt werden. Rasche Entscheidungen lassen sich mit großer Transparenz der Vergabevorgänge verbinden. Die Grundsatzentscheidungen sollen auch in Zukunft von wissenschaftlichen Gremien getroffen werden, deren formale Zusammen-

setzung und Kompetenz bekannt ist. Die Mittel und Pläne des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft könnten so für die Datenverarbeitung in der Medizin an Durchschlagkraft noch gewinnen, da eine punktuelle Förderung besonders chancenreich ist.

3.2.5 DAS BUNDESMINISTERIUM FÜR JUGEND, FAMILIE UND GESUNDHEIT

Mit dem Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) hat das Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit ein wichtiges Teilgebiet der Datenverarbeitung in der Medizin übernommen. Dieses seit Jahren geplante und im Aufbau befindliche Institut soll zentral Literatūrauskünfte erteilen und wird sich zunächst eng an MEDLARS anlehnen. Die Erschließung internationaler Literaturinformationssysteme wird freilich weiterhin auch dezentral erfolgen müssen und nur teilweise über DIMDI erfolgen können. Es wäre wünschenswert, wenn dieses Institut rasch seine Arbeit voll aufnehmen könnte, wenn bald ein eigener Rechner mit entsprechenden Systemgruppen und Entwicklungsgruppen verfügbar wäre und wenn die Eingabe der deutschen Literatur in internationale Systeme dort erfolgen könnte. Zu wichtigen weiteren Aufgaben des Bundesministeriums für Jugend, Familie und Gesundheit könnte das eine oder andere der unter 4.2 genannten größeren Einzelprojekte werden.

3.2.6 DIE COMPUTERERZEUENDE INDUSTRIE

Die Leistungsfähigkeit ist ein entscheidendes Kriterium bei der Auswahl von Anlagen und auch bei ihrer Entwicklung durch die Hersteller, wobei die Beurteilung der Leistungsfähigkeit einer modernen Datenverarbeitungsanlage freilich ein kompliziertes Problem bleibt. Es lassen sich zweifellos Systeme entwickeln und anbieten, die besser auf die spezifischen Bedürfnisse der Medizin zugeschnitten sind als derzeitige Anlagen. Dies gilt für einzelne Hardwarekomponenten, noch mehr aber für Betriebssysteme und Anwenderprogrammsysteme. Die dafür erforderlichen Spezifikationen müssen aus den medizinischen Sachanforderungen und aus dem Umfeld im Krankenhaus oder der Praxis großenteils noch erarbeitet werden. Das vorhandene Interesse der deutschen computererzeugenden Industrie findet also ein breites Betätigungsfeld. Es ist durchaus sinnvoll,

diese Industrie zu fördern und zu einer intensiven Zusammenarbeit mit Universitätseinrichtungen zu ermutigen.

Forschung und Entwicklung werden jedoch entscheidend zurückgeworfen, wenn entgegen der Einsicht und den Anträgen der Wissenschaftler ausschließlich „deutsche“ Anlagen beschafft werden müssen. Wissenschaft und Forschung sind international und lassen sich nicht an nationalen Interessen messen. Es wäre eine verfehlte Politik, den Zugang zum „know how“ des Auslands dadurch zu verschließen, daß grundsätzlich keine ausländischen Systeme beschafft werden dürfen. Ein rascher Fortschritt und der Anschluß an das internationale Niveau sind zunächst nur zu erreichen, indem aufwendige Systeme, in denen hunderte von Mannjahren stecken, einfach übernommen und zunächst analysiert werden. Es genügt nicht, nur deutschen Firmen Aufträge zu geben. Sie müssen durch den harten Wind der Konkurrenz zu eigenen und vergleichbaren Entwicklungsleistungen stimuliert werden. Man sollte auf dem Gebiet der Datenverarbeitung in der Medizin die jeweils besten Systeme — ob deutsche oder ausländische — für einzelne Universitäten beschaffen und anhand dieser Systeme oder neben ihnen Entwicklungsarbeit auf deutschen Anlagen betreiben, die im Ziel die bestehenden Systeme übertreffen muß. So ließe sich die Kooperation aller Beteiligten gewinnen, und es könnte vermieden werden, daß wir in einigen Jahren zwar eine eigene deutsche Entwicklung auf dem Sektor der Datenverarbeitung in der Medizin haben, die aber im Vergleich zu den dann vorhandenen ausländischen Systemen wieder im Hintertreffen ist.

Dies wäre auch im Sinne einer besseren Zusammenarbeit zwischen deutscher Industrie und Universitätsinstituten, die sehr gefördert werden sollte. Die Expertengruppen für Datenverarbeitung in der Medizin an den Universitäten könnten das Fenster der deutschen Firmen für den Stand der ausländischen Entwicklung werden, wenn darauf verzichtet werden kann, nur „deutsche“ Anlagen zu beschaffen.

3.3 ALTERNATIVE DENKMODELLE DER FÖRDERUNG

Wenn man davon ausgeht, daß eine bestimmte Menge Kapital oder Maschinenkapazität erforderlich sein wird, um die Wissenschaft von der Datenverarbeitung in der Medizin weiter zu treiben, so ergeben sich ver-

schiedene Denkmöglichkeiten hinsichtlich Konzentration oder Dezentralisation der notwendigen Einrichtungen. Das eine Extrem wäre eine einzige zentrale Großeinrichtung für die Medizin, die alle Aufgaben wahrzunehmen hätte und auf die alle Mittel konzentriert werden könnten. In kleinen Ländern wie Österreich wäre eine solche Lösung vielleicht akzeptabel und vertretbar. In der Bundesrepublik rechtfertigt der Bedarf einzelner Regionen je eine solche große Einrichtung, die dann überschaubar bleibt und sich mit den Großeinrichtungen anderer Regionen hinsichtlich der Aufgabenschwerpunkte abstimmen kann.

Ein zweites Denkmodell bestände darin, zahlreiche mittlere oder kleinere Rechner möglichst vielen interessierten Benutzern zur Verfügung zu stellen. Für ein solches Vorgehen spräche die Vielzahl der resultierenden Anwendungen, dagegen spricht die mangelnde Kapazität kleinerer Anlagen, die Verbesserung des Preis/Leistungsverhältnisses bei größeren Anlagen und die fehlende Möglichkeit, größere Systeme zu entwickeln und mit den zukunftsträchtigsten Eigenschaften von Datenverarbeitungssystemen zu operieren, die nur auf Großanlagen realisierbar sind.

Eine Kombination beider Denkmodelle wird der gegenwärtigen Situation am besten gerecht. Danach sind mehrere regionale Großrechenzentren für Datenverarbeitungsaufgaben in der Medizin schrittweise einzurichten. Um diese Zentren würden sich kleinere und mittlere Rechner für spezielle Aufgaben gruppieren lassen. Das Ziel ist ein gestuftes Netz mehrerer größerer und zahlreicher mittlerer Rechner, das je nach den lokalen Bedürfnissen, den vorhandenen Mitarbeitern und den verfügbaren Geldmitteln organisch wachsen oder auch abgebaut werden kann. Ein rigider Plan wäre von vornherein zum Scheitern verurteilt.

3.4 DAS PROBLEM DER AUSBILDUNG

Der effektive Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen in der Medizin hängt vom Vorhandensein ausgebildeter Wissenschaftler und Hilfskräfte ab. Eine einschlägige Ausbildung gibt es bisher nicht und der Mangel an Fachleuten ist der eigentliche Engpaß in der Förderung des Fachgebietes. Zur Zeit wird dieser Engpaß in der Industrie und an den Universitäten dadurch gedeckt, daß man Mathematiker, Naturwissenschaftler, Mediziner

oder Techniker in spezielle Probleme, die jeweils anliegen, einarbeitet. Dabei besteht sowohl für die Mediziner wie für die anderen Wissenschaftler die Notwendigkeit, erlernte Denkschemata zu relativieren und andere Denksysteme kennenzulernen und zu akzeptieren, was sich gegenwärtig in einem harten Prozeß in der Praxis ohne weitere Einführung vollzieht.

Die Frage der Ausbildung stellt sich auf verschiedenen Ebenen. Ausbildungswege für Programmierer und mathematisch-technische Assistenten sind bereits vorhanden. Eine zweijährige Ausbildung für Medizinische Dokumentationsassistenten*) wurde in Ulm als Modellschule begonnen und soll spezielle Kräfte als Bindeglied zwischen Arzt und Datenverarbeitung hervorbringen. Weitere solche Schulen sind dringend notwendig. Auch die Frage einer medizinischen Grundausbildung für Kräfte, die aus dem technischen Bereich kommen, sollte durch entsprechende Kurse gelöst werden.

In der neuen Bestallungsordnung für Mediziner ist Unterricht in den Grundlagen der Biostatistik und Dokumentation vorgesehen. Dies könnte als Anknüpfungspunkt für eine Einführung in die Datenverarbeitung für Mediziner herangezogen werden, die als zusätzlicher Kurs angeboten wird. Bei entsprechender Unterrichtsgestaltung — z. B. Dialogverkehr mit dem Computer über ein Terminal — ist das Interesse der Studenten sicher groß, wie einschlägige Erfahrungen in den USA zeigen. Damit könnte aber wohl kaum mehr als das Interesse geweckt werden. Auch die bisherigen Fortbildungskurse über biostatistische Methoden für Assistenten geben keine breite Einführung in die Datenverarbeitung für Mediziner. Spezielle Kurse hierfür sollten bald eingerichtet werden, um die potentiellen Benutzer, die Ärzte und Wissenschaftler, umfassend über die Möglichkeiten der Datenverarbeitung in der Medizin zu informieren.

Das Hauptproblem jedoch ist die Ausbildung der eigentlichen Fachleute auf dem Gebiet der Datenverarbeitung in der Medizin. Da die Ausgangspunkte für Mediziner und für Mathematiker verschieden sind, müßten

*) Der Name „Med. Dok.-Ass.“ hat sich eingeführt durch die Bemühungen der Deutschen Gesellschaft für Med. Dok. u. Statistik. Die Ausbildung und Tätigkeit umfaßt sowohl Mathematik, Biostatistik und Programmierung als auch medizinische Grundbegriffe und Terminologie, medizinische Dokumentation und Literaturdokumentation.

mindestens zwei unterschiedliche Ausbildungsmöglichkeiten eingerichtet werden. Mediziner und Biologen einerseits müssen die nötigen theoretischen Kenntnisse in der Datenverarbeitung und Mathematik erhalten; Mathematiker, Techniker, Physiker und andere Naturwissenschaftler, die von der Maschinenseite kommen, oder auch Betriebswirte brauchen eine gründliche Einführung in biologische und medizinische Probleme, Denkweisen und Organisationsschemata. Diese Ausbildung der Fachleute sollte möglichst bald an einem der einzurichtenden regionalen Zentren — verbunden mit der praktischen Arbeit — in Angriff genommen werden. Die notwendigen Ausbildungspläne müssen zunächst erstellt werden. Die spezielle Ausbildung ist darüberhinaus dadurch zu fördern, daß ein großer Prozentsatz der Mitarbeiter für mehrere Monate bis zu einem Jahr entsprechenden Arbeitsgruppen in den USA oder in europäischen Ländern zugeordnet wird. Ein solcher intensiver Austausch dient nicht nur Ausbildungszwecken, sondern gleichzeitig der Übernahme dort vorhandenen Wissens.

4 Spezielle Schwerpunkte und Entwicklungsziele

Aus den vielen Ansätzen der Datenverarbeitung in der Medizin müssen einige Sachgebiete als Schwerpunkte herausgegriffen werden. Dabei kann man zunächst solche Vorhaben abgrenzen, die sich später zu Gesamtsystemen nach dem Baukastenprinzip zusammenfügen lassen oder bei denen dies von der Aufgabenstellung her technisch möglich erscheint. Andere Vorhaben sind zunächst als größere Einzelprojekte zu sehen, bei denen die Art der Integration in ein Gesamtsystem späteren Überlegungen vorbehalten bleiben kann. Als Rest bleibt die Fülle der übrigen Anwendungen, die isoliert gefördert werden sollten und bei denen man die weitere Entwicklung abwarten kann, bis man sich entschließt, sie in die erste oder zweite Gruppe aufzunehmen. Diese Gliederung erlaubt die sofortige Bildung von Schwerpunkten und eine bewegliche Weiterführung, ohne viel zu präjudizieren.

4.1 FORSCHUNGSARBEITEN, DIE ZU GESAMTSYSTEMEN BEITRAGEN ODER SICH ZU SOLCHEN ERGÄNZEN LASSEN.

Eine der dringlichsten Aufgaben ist die Koordination der zahlreichen Einzelansätze mit dem Ziel, eine zumindest teilweise integrierte Datenverarbeitung in großen Kliniken und Forschungsstätten zu erreichen. Dabei müssen einzelne Teilaufgaben oder Moduln so bearbeitet werden, daß eine bewegliche Zusammenstellung für unterschiedliche Aufgabenkombinationen möglich ist. Man sollte dies von einer Reihe von Projekten verlangen, auch wenn die zu erwartenden Schwierigkeiten groß sind.

4.1.1 FORSCHUNGSARBEITEN MIT SCHWERPUNKT IN DER THEORIE

Die eigentlichen Impulse sind von theoretischen Untersuchungen zu erwarten, die zwar von konkreten Aufgabenstellungen ausgehen, aber all-

gemeinere Lösungen anstreben. Sie sind allerdings ohne die Installationen, die unter 4.1.2 und 4.1.3 genannt werden, nicht durchführbar. In Verbindung mit ihnen gewinnen sie jedoch einen entscheidenden Stellenwert.

Als Beispiele seien die folgenden Themenkreise genannt:

- a. Untersuchungen über diagnostische Strategien;
- b. Untersuchungen über Schnittstellen zwischen Systemen;
- c. Untersuchungen über Datenstrukturen und formale Sprachen in der Medizin;
- d. Untersuchungen über Möglichkeiten der Normierung von Datenstrukturen in der Medizin;
- e. Untersuchungen über geeignete Ein/Ausgabesysteme für die Medizin;
- f. Systemanalysen in der Klinischen Medizin;
- g. Untersuchungen über Betriebssysteme für medizinische Aufgaben.

4.1.2 FORSCHUNGSARBEITEN, DIE SICH MIT PROZESSRECHNERN REALISIEREN LASSEN

Es werden fünf Aufgabengebiete herausgegriffen, zu deren Realisierung Prozeßrechner erforderlich sind, die zur Zeit je nach Ausstattung und Peripherie einen Kaufpreis zwischen 1,5 bis 3 Mill. DM haben. Es wäre wünschenswert, die genannten Systeme auf zwei verschiedenen Prozeßrechnerfamilien zu entwickeln, wobei innerhalb jeder Hardwaregruppe Austauschbarkeit gegeben ist. Mindestens zwei getrennte Entwicklungsansätze sollten gewählt werden, um eine Basis für spätere Entscheidungen über die Qualität der resultierenden Systeme zu haben und um von vornherein den Stimulus der Konkurrenz wirken zu lassen. Bei den Entwicklungsprojekten auf dem Prozeßrechnergebiet in der Medizin ist eine einheitliche Auflage zu machen: Es müssen Schnittstellen zum Datenaustausch untereinander und zu größeren digitalen Systemen festgelegt und eingehalten werden. Dadurch wird es möglich, die Systeme auf Datenebene zu kombinieren bzw. das jeweils bessere von beiden zum Anschluß an ein größeres Rechnersystem zu wählen. Im einzelnen wären folgende Systeme bzw. Moduln zu entwickeln bzw. entscheidend zu verbessern:

- a. Systeme zur Automatisierung des Labors;
- b. Systeme zur Überwachung von Schwerkranken und Narkosen;

- c. Systeme zur Biosignalverarbeitung: EKG, Phonokardiogramm, EEG;
- d. Systeme zur Anwendung in der Nuklearmedizin;
- e. Systeme zur automatisierten Bildanalyse.

4.1.3 FORSCHUNGSARBEITEN, DIE EINEN GROSSEN UND GUT AUSGESTATTETEN DIGITALRECHNER ERFORDERN

Es gibt eine Reihe von Aufgaben, die sich mit kleineren und mittleren Rechnern nur unvollständig bearbeiten lassen. Hierher gehören alle Aufgaben mit Direktzugriff zu großen Datenmengen, mit Dialogverkehr und mit rechenintensiven Programmen. Einige dieser Aufgaben lassen sich im Prinzip auf demselben Rechner realisieren, was zu einer besseren Auslastung führt. Diese Aufgaben müssen möglichst unter demselben Betriebssystem ablaufen können. Sie müssen aber auch in Verbindung gebracht werden mit den Systemen, die auf Prozeßrechnern (s. 4.1.2) verwirklicht werden, wobei die Satellitenrechner die Identifizierung und Verdichtung der Daten und deren unmittelbare Bearbeitung bereits durchgeführt haben. Hier werden also nur Forschungsarbeiten genannt, die sich aus Zweckmäßigkeitsgründen zu einem Gesamtsystem zusammenfügen lassen:

- a. Retrieval von großen Datenmengen, z. B. Patientendaten im on-line-Dialogbetrieb;
- b. On-line-Systeme für die Betriebs- und Informationssteuerung und Analyse in Großkrankenhäusern, für die medizinische Datenerfassung, die Dokumentation und Verwaltung;
- c. Diagnostik-Hilfsprogramme im on-line-Dialogbetrieb;
- d. Statistische und mathematische Auswertungen im on-line-Dialogbetrieb für medizinische Probleme.

Für jede dieser Aufgaben wären eigene Software-Systeme zu entwickeln, die zumindest teilweise definierte Schnittstellen zu den unter 4.1.2 genannten Systemen haben müssen. Auch hier würde es sich nicht empfehlen, von vornherein nur eine Familie von Großrechnern zuzulassen, da ohnehin mehrere Zentren entstehen werden, deren Vorläufer zur Zeit schon unterschiedlich ausgestattet sind. Der Wettbewerb der Firmen und Arbeitsgruppen ist in der gegenwärtigen Phase höher zu bewerten als die erreichbare Vereinheitlichung.

Am Ende aller Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die hier unter 4.1 aufgeführt wurden, sollte ein für die Klinik geeignetes Rechner- und Softwaresystem stehen, das sich variabel den Bedürfnissen verschiedener Krankenhäuser und Spezialaufgaben nach dem Baukastenprinzip anpassen läßt. Die Entwicklung eines solchen Systems erfordert gründliche Prüfung und präzise Absprachen bei der Vergabe der Mittel an die einzelnen Arbeitsgruppen.

4.2 GRÖßERE SPEZIALPROJEKTE

Es gibt in der Medizin eine Reihe von Aufgaben, die große Datenverarbeitungsanlagen erfordern und sich zentral bearbeiten lassen, wobei im Unterschied zu 4.2.3 der Rechner vorwiegend oder ausschließlich durch ein Projekt allein ausgelastet ist. Diese Projekte ergänzen sich mit den unter 4.1 genannten, und es wird ein natürlicher Informationsaustausch stattfinden. Solche größeren Spezialprojekte sind teilweise in ein konkretes Planungsstadium getreten, die zugehörigen Aufgaben sind vordringlich:

1. Zentrale Literatur-Informationsprojekte;
2. Planung und Auswertung großer epidemiologischer prospektiver Reihen;
3. Automatisierte Screening- und Vorsorgeuntersuchungen;
4. Examensauswertung, Lehrprogramme und Didaktik in der Medizin;
5. Aufbau umfangreicher Register und Datenbasen der Medizin.

4.3 ALLGEMEINER EINSATZ

Alle übrigen Anwendungsgebiete der Datenverarbeitung in der Medizin, die nicht einzeln genannt wurden, werden unter „Allgemeiner Einsatz“ subsumiert. Die Notwendigkeit, wenige Schwerpunkte zu nennen, hat dazu geführt, daß eine Reihe wichtiger Forschungsteilgebiete übergangen werden mußten. Alle diese Teilbereiche sollten in Einzelverfahren gefördert werden. Dadurch ist die Gewähr gegeben, daß neue Entwicklungen nicht zu stark durch die Schwerpunktbildung behindert werden.

5 Empfehlungen

Ausgehend vom Stand des Fachgebietes, den genannten allgemeinen Gesichtspunkten zur Förderung und den speziellen herausgehobenen Entwicklungsschwerpunkten ergeben sich Empfehlungen. Die Empfehlungen sind in sofortige Maßnahmen und in ein Programm für den stufenweisen Aufbau unterteilt. Für die notwendigen Kosten werden grobe Schätzwerte genannt, die insgesamt für den Zeitraum der nächsten fünf Jahre zusammengefaßt werden, um Anhaltspunkte für die Planung zu gewinnen.

5.1 SOFORTIGE MASSNAHMEN

Die hier genannten Maßnahmen sind für sich allein unzureichend und wurden nur zusammengestellt, um die Zeit bis zum Beginn der eigentlichen Förderungsmaßnahmen zu überbrücken (etwa ein Jahr) und um strukturelle Vorbedingungen dafür zu schaffen.

5.1.1 BESTELLUNG EINES BERATUNGS- UND PLANUNGSGREMIUMS „DATENVERARBEITUNG IN DER MEDIZIN“

Die Notwendigkeit eines kooperativen Planungsgremiums zur Abstimmung der verschiedenen Projekte und Geldgeber wurde in der Denkschrift wiederholt betont. Als Ziel ist ein transparentes, von Wissenschaftlern des Fachgebietes und Sach Gesichtspunkten getragenes Gremium erstrebenswert, das sowohl das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft als auch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und andere potentielle Geldgeber in Angelegenheiten der Datenverarbeitung in der Medizin berät und Rahmenrichtlinien für die Förderungspolitik auf diesem Gebiet empfiehlt. Die Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft wäre durch die entstehenden Aufgaben überfordert.

In einem noch in stürmischer Entwicklung befindlichen Wissenschaftszweig gibt es relativ wenige Fachleute; vielfach kommen sie aus verschiedenen

Ursprungsfächern, so daß jede der einzelnen aktiven Arbeitsgruppen in gewissem Sinne zunächst einmalig ist. Bei einer Förderung des ganzen neuen Gebietes sind alle selbst Interessenten und es gibt kaum unabhängige und voll sachverständige unbeteiligte Begutachter. Die im Prinzip stets erforderliche Trennung von Antragstellern und Begutachtern ist daher nicht durchführbar, sondern höchstens partiell und in fallweise wechselnder Form. Die darin liegenden Gefahren können nur durch offene und ausführliche Diskussionen unter Anwesenheit aufmerksamer, fachlich eingearbeiteter und in der Beurteilung von Anträgen erfahrener Spezialisten, wie es z. B. die Referenten der Deutschen Forschungsgemeinschaft sind, gemindert werden.

Für ein solches Gremium besteht die Versuchung, die Förderung auf die in ihr vertretenen Arbeitsrichtungen und Arbeitsgruppen zu beschränken und das Zuwachsen neuer Gruppen und Richtungen zu hemmen. Dieses Risiko der Monopolisierung und des Dirigismus ist zweifellos mit der Installation eines Planungsgremiums verbunden. Eine gewisse dirigistische Note gehört freilich zwangsläufig zu jeder Planung; sie ist notwendig, um in einer für aussichtsreich gehaltenen Richtung bzw. einem Bündel von Richtungen Mittel konzentriert so einzusetzen, daß Erfolge erzielt werden können, die bei Verzettlung der Mittel nicht möglich wären. Das Gremium muß die Gefahren der Monopolisierung kennen, um sie vermeiden zu können.

Das vorgeschlagene Beratungs- und Planungsgremium könnte die Bezeichnung „Kommission für Datenverarbeitung in der Medizin“ erhalten. Es sollte mit dem Maschinenausschuß und der bestehenden Geschäftsstelle sowie mit dem Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft eng zusammenarbeiten. Dadurch würden die großen Erfahrungen dieser Stellen sinnvoll in die Gesamtförderung des Fachgebietes eingebracht, worauf nicht verzichtet werden kann. Eine eigene Geschäftsstelle, die dem neuen Beratungs- und Planungsgremium zugeordnet ist, würde die speziellen organisatorischen Aufgaben der Datenverarbeitung in der Medizin sowie die Planungs- und Bewertungsaufgaben mit unterstützen können. Dazu gehört auch die fortschreitende Dokumentation aller Vorhaben und ihre organisatorische Koordination. Diese Koordination ist in Form eines lockeren Verbundnetzes am einfachsten zu realisieren, wobei der Austausch von Erfahrungen über Aufgaben, die an verschiedenen Stellen bearbeitet

werden, durch jeweils einen der beteiligten Wissenschaftler organisiert wird. Die vorgeschlagene Kommission „Datenverarbeitung in der Medizin“ hätte auch die Aufgabe, weitere Förderungsinstitutionen und ärztliche Organisationen zu beraten und als kompetenter Schrittmacher und Kristallisationspunkt der Entwicklung zu wirken. Das Gremium könnte von dem Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gemeinsam einberufen werden, wobei eine der beiden Einrichtungen die Federführung übernehmen könnte. Durch die Realisierung dieses Gremiums würde eine wichtige strukturelle Voraussetzung dafür geschaffen, daß eine abgestimmte Forschungs- und Entwicklungsförderung im nächsten Jahrzehnt möglich wird. Gelingt es nicht, ein Gremium mit den entsprechenden fachlichen Kompetenzen und der nötigen Einflußmöglichkeit auf Grundsatzentscheidungen der Förderung bald zu schaffen, dann wird die Chance der Koordinierung der verschiedenen Bemühungen verspielt, was die gesamte Entwicklung der Datenverarbeitung in der Medizin entscheidend hemmen würde. Die Kosten, die mit der Einrichtung einer Geschäftsstelle verbunden sind, fallen demgegenüber kaum ins Gewicht.

5.1.2 FINANZIERUNG EINES SOFORTPROGRAMMES FÜR DIE BESCHAFFUNG VON DATENVERARBEITUNGSANLAGEN UND MITARBEITERN

Dieses Sofortprogramm soll ausschließlich dazu dienen, in dringenden Fällen bestehenden Arbeitsgruppen bessere Arbeitsmöglichkeiten in Form von mittleren Rechnern und von Mitarbeitern zur Verfügung zu stellen. Insgesamt ist für dieses Sofortprogramm eine Summe von ca. 10 Mill. DM erforderlich, womit etwa 3—4 kleinere Datenverarbeitungsanlagen angeschafft und ausreichend viele Mitarbeiter auf 1—2 Jahre eingestellt werden können. Es sollte mit diesen Mitteln auch möglich sein, in Einzelfällen Kräfte mit besonderen Qualifikationen, die aus dem Bereich der Datenverarbeitung in der Medizin aus finanziellen Gründen abwandern würden, durch Sonderverträge zu halten bzw. solche Kräfte aus anderen Bereichen zu gewinnen. Der Umfang des Sofortprogramms wird bewußt klein gehalten, damit über die Mittel bald verfügt werden kann.

Da der eigentliche Engpaß in der Zahl der qualifizierten Mitarbeiter liegt und dieser Engpaß in Zukunft eher noch größer wird, ist eine Förderung von Ausbildungsmaßnahmen in das Sofortprogramm aufzunehmen. Im einzelnen wird vorgeschlagen:

- a. Eine kleine selbständige Gruppe für die Ausbildungsplanung der Datenverarbeitung in der Medizin einzurichten und diese einer der bestehenden Institutionen vorläufig anzugliedern. Die Aufgabe dieser Stelle wäre es, Unterrichtspläne für verschiedene in Frage kommende Gruppen und Ebenen aufzustellen und konkrete Realisierungsweisen auszuarbeiten und vorzuschlagen. Dabei sollte es gelingen, einen in verschiedene Richtungen durchlässigen Ausbildungsgang zu schaffen, der im Rahmen der zukünftigen „Gesamthochschulen“ vom medizinischen Dokumentationsassistenten über den Informatik-Ingenieur bis zur Akademie für Datenverarbeitung in der Medizin und zur Promotion reicht und Übergänge und Eingänge auf verschiedenen Ebenen gestattet.
- b. Ein Programm für Studienaufenthalte im Ausland zu starten. Damit soll etwa 20 jüngeren Mitarbeitern und 10 erfahrenen Wissenschaftlern die Möglichkeit gegeben werden, über eine Zeit von 3 bis 12 Monaten an entsprechenden Einrichtungen im Ausland zu arbeiten. Empfehlenswert wäre es, 3 bis 5 Institutionen auszuwählen und auf diese den Kontakt zu konzentrieren, wobei jeweils eine kleine Gruppe von deutschen Wissenschaftlern an einem Gastinstitut gleichzeitig tätig wäre und sich besondere Beziehungen zwischen dem Gastinstitut und einzelnen Einrichtungen in Deutschland anbahnen würden. Es sollte auch möglich sein, einzelne ausländische Forscher für einige Zeit in einer deutschen Gruppe mitarbeiten zu lassen, um Systeme besser übertragen zu können. Auch hierfür müßten Mittel bereitgestellt werden.
- c. Ein Programm zur Förderung der Ausbildung im Inland zu starten. Dabei würde zunächst die Finanzierung von Studienjahren für Mediziner und Biologen im Vordergrund stehen, die über längere Zeit an einem Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation, an einem Universitätsrechenzentrum oder einem entsprechenden interessierten Lehrstuhl für Mathematik arbeiten wollen. Umgekehrt sollten Studienjahre für Techniker und Mathematiker ebenso großzügig finanziert

werden können, die über längere Zeit einen praktischen Arbeitskontakt mit Problemen der Medizin suchen. In einzelnen Fällen wird es zweckmäßig sein, in Form von Rundreisen mit genügend langem Aufenthalt an bestimmten Stellen das Ausbildungsjahr abzurunden. Die Einrichtung von Schulen für Medizinische Dokumentationsassistenten*), die eine zweijährige Ausbildung für Hilfskräfte der Datenverarbeitung in der Medizin durchführen, ist zu fördern und voranzutreiben.

Für die Punkte a. bis c. ist insgesamt zunächst ein Betrag von ca. 2 Mill. DM anzusetzen, wobei der Hauptanteil der Aufwand für die Studienaufenthalte im Ausland sein wird. Mit diesem Ausbildungs-Sofortprogramm wird man Erfahrungen für die Realisierung des eigentlichen Ausbildungsprogrammes sammeln.

5.2 PROGRAMM FÜR EINEN STUFENWEISEN AUFBAU INNERHALB DER NÄCHSTEN FÜNF JAHRE

Es werden hier sieben Wege oder Schwerpunkte genannt, innerhalb derer sich jeweils stufenweise ein Aufbau vollziehen soll. Dabei werden sich sowohl die Aufgaben als auch die Finanzierungsquellen beweglich ergänzen müssen. Die Reihenfolge der Wege oder Schwerpunkte deutet eine gewisse Priorität an, die aber nicht bedeutet, daß erst ein Schwerpunkt voll realisiert sein muß, bevor der nächste in Angriff genommen werden kann. Vielmehr sollte man gleichzeitig auf den genannten sieben Wegen fortschreiten, wobei die Erfolge auf einem Weg allen Bereichen zugute kommen werden.

5.2.1 BILDUNG VON ÖRTLICHEN ZENTREN IN ANLEHNUNG AN BESTEHENDE LEHRSTÜHLE UND GRÖßERE KLINIKKOMPLEXE

Es wurde oben dargelegt, daß in Deutschland wenige größere Einrichtungen erforderlich sind, die in verschiedenen Regionen liegen sollten und sich hinsichtlich der Schwerpunkte ihrer Aufgaben und hinsichtlich ihrer Struktur und Finanzierung unterscheiden können. Wichtig für die Bildung solcher regionaler Zentren sind folgende Gesichtspunkte.

*) s. Fußnote S. 54.

Es sollte eine Anlehnung an die bestehenden Institute für Medizinische Statistik und Dokumentation erfolgen. Dabei sollen diese Lehrstühle um mindestens zwei gleichberechtigte Abteilungen auf der Ebene eines Ordinariats erweitert werden und einen Organisationsplan vorlegen, der den jeweiligen Universitätssatzungen entspricht. Ein wirtschaftlicher Einsatz der Mittel macht diese Bindung an bestehende kompetente Einrichtungen mit entsprechenden Einflußmöglichkeiten erforderlich. Das Fachgebiet der Datenverarbeitung in der Medizin ist so breit, daß es nicht in einem Schritt etabliert werden kann. Zudem wäre es unwirtschaftlich, alle notwendigen Fächer zu duplizieren, um eine fragliche Selbständigkeit zu erreichen. Die Einbettung in eine größere Struktur, die breit genug angelegt ist, ist der organische und wirtschaftliche Weg. Er sollte dort beschritten werden, wo die notwendigen strukturellen Voraussetzungen gegeben sind.

Zu diesen strukturellen Voraussetzungen gehört die Nähe eines größeren Klinikums sowie das Vorhandensein qualifizierter Forschungsstätten der medizinischen Grundlagenforschung. Die räumliche Nähe ist notwendig. Ebenso wichtig ist die mögliche Einflußnahme auf die Organisation des Klinikablaufs und die Forschungsarbeiten. Wenn diese Einflußnahme nicht garantiert werden kann, ist zu erwarten, daß die Wirkung eines solchen Zentrums auf die Medizin nicht groß sein wird. Die Aufgeschlossenheit der entsprechenden Verwaltungen, Ärzte und Professoren der Medizin ist eine unabdingbare Voraussetzung, die man genau prüfen sollte. Entscheidend ist auch die Möglichkeit, innerhalb der Kliniken und medizinischen Forschungsstätten selbst die Installation von Satellitenrechnern oder Ein/Ausgabestationen baulich durchzuführen.

Es werden mehrere solche Zentren in der Bundesrepublik für notwendig gehalten, die solche Aufgaben übernehmen sollen, die große Rechner erfordern (s. 4.1.3). Um den größeren Rechner mit der erforderlichen Peripherie und eventuelle zahlreichen Terminals sind für spezielle Aufgaben kleinere Rechner gruppiert. Man sollte nicht nur hinsichtlich des Arbeitsschwerpunktes variieren, sondern kann auch hinsichtlich des Hauptkostenträgers und der Abwicklung der Mittel unterschiedliche Wege einschlagen. Eine dieser Einrichtungen wird in Hannover im wesentlichen aus Landesmitteln bereits finanziert, eine weitere könnte das Datenverarbeitungsdemonstrationsprojekt des Bundesministeriums für Bildung und

Wissenschaft „Medizinische Diagnostik“ sein, dessen Kern bei der Gesellschaft für Strahlenforschung in München realisiert wird. Eine dritte Einrichtung sollte nach Art eines Max-Planck-Instituts für „computer science in medicine“ organisiert werden, wobei der Schwerpunkt hier mehr auf der Forschung und Entwicklung liegen könnte, die Verbindung zu Klinik und medizinischer Grundlagenforschung aber garantiert sein muß. Eine weitere Einrichtung schließlich könnte schwerpunktmäßig als Sonderforschungsbereich organisiert und finanziert werden und sich Einrichtungen aus dem Bereich der „computer science“ oder „Informatik“ anlehnen, wobei ebenfalls der Kontakt zur Medizin gewährleistet sein muß. Eines der Zentren sollte die Beziehungen zur einschlägigen Industrie besonders pflegen. Die konkreten Aufgabenschwerpunkte und Finanzierungsweisen der Zentren sollten schrittweise im Beratungs- und Planungsgremium „Datenverarbeitung in der Medizin“ festgelegt werden.

Der notwendige Aufwand für ein solches größeres Zentrum — bestehende Teileinrichtungen eines Lehrstuhls vorausgesetzt — dürfte einschließlich der Baukosten und der Basisausstattung insgesamt bei ca. 15 Mill. DM liegen. Damit sollten Grundeinrichtungen käuflich erworben werden, die über einen längeren Zeitraum als Forschungs- und Entwicklungsanlagen sinnvoll verwendet werden können. Zusätzlich ist bei vollem Betrieb ein Personaletat von ca. 2 Mill. DM für etwa 50 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter und ein laufender Etat von jährlich etwa 6 Mill. DM erforderlich, aus dem Wartungskosten und Verbrauchskosten, vor allem aber Mietkosten für weitere Geräte getragen werden müssen, die einen Kauf nicht von vornherein rechtfertigen. Über diesen laufenden Etat sollten z. B. neue Geräte jeweils solange gemietet werden können, bis man auf einen Kauf übergeht oder sie abstößt. Es wäre sinnvoll, daß ein solches Zentrum direkt über die Mittel verfügen kann.

Faßt man die erforderlichen Kosten für den Aufbau von z. B. sechs solcher Zentren in den nächsten 5 Jahren zusammen, so kommt man auf eine Erstausrüstung von ca. 90 Mill. DM. Der laufende Etat wird sich je nach dem Zeitpunkt der Einrichtung summieren und dürfte — da mit einer vollen Inbetriebnahme in keinem Fall vor drei Jahren gerechnet werden kann —, insgesamt in den nächsten fünf Jahren in der Größenordnung von 130 Mill. DM liegen. Von diesem Zeitpunkt ab wären jährlich etwa 50 Mill. DM an laufenden Mitteln für die Erhaltung von sechs Zentren aufzubringen.

Die Erarbeitung geeigneter Ausbildungsgänge und deren Realisierungsmöglichkeiten müssen im Rahmen des Sofortprogramms erfolgen. In Abhängigkeit von den resultierenden Vorschlägen wird der Finanzbedarf für das Ausbildungsprogramm zu gestalten sein. Man kann bereits jetzt davon ausgehen, daß eine rasche Beseitigung des Mitarbeitermangels nicht durch die Nutzung der deutschen Kapazitäten allein erreichbar sein wird, obwohl diese im Vordergrund stehen sollte.

Ein wichtiger Teil des Ausbildungsprogramms wird in Deutschland selbst realisiert werden müssen. Dabei ist an die Einrichtung entsprechender Jahreskurse — etwa in Form einer Akademie für Datenverarbeitung in der Medizin — an einem der vorgeschlagenen Zentren gedacht. Die 30—40 Teilnehmer müßten ein adäquates Gehalt erhalten. Die Lehrer könnten aus allen Teilen Deutschlands zur Ausbildungsstätte reisen. Dadurch wären genügend Spezialisten verfügbar. Man könnte teilweise auch ausländische Wissenschaftler zum Unterricht zuziehen. Die am Ort vorhandene Maschinenkapazität und Wissenskonzentration kann gleichzeitig für die Ausbildung an der Akademie in größerem Maßstab genutzt werden. Eine zusätzliche Erstinvestition von ca. 4 Mill. DM für Bauten oder Maschinen sowie ein laufender Etat von ca. 2 Mill. DM pro Jahr für die Bezahlung von Mitarbeitern, Stipendien und laufenden Kosten wäre dafür anzusetzen. Einen wichtigen Teil des Ausbildungsprogramms wird die Finanzierung längerer Studienaufenthalte im Ausland für Gruppen von Wissenschaftlern einnehmen. Diese Aufenthalte sollten aber im Zusammenhang mit der Ausbildung in Deutschland gesehen werden. Bei 30—40 Auslandsaufenthalten im Jahr wären dafür ca. 2 Mill. DM anzusetzen. Das Problem, die im Ausland ausgebildeten Wissenschaftler auf die Dauer in Deutschland zu halten, läßt sich durch entsprechende Bezahlung und den Aufbau von selbständigen Forschungsstätten lösen, wie es den übrigen Empfehlungen der Denkschrift entspricht.

Das Ausbildungsprogramm hat auch die mittlere Ebene zu erfassen, da Akademiker allein, ohne personellen Unterbau, gerade in der Datenverarbeitung in der Medizin frustriert werden müssen. Dafür qualifizierte Mitarbeiter sind neben mathematisch-technischen Assistenten sogenannte Medizinische Dokumentationsassistenten^{*)}, ein Berufsbild, das von der

^{*)} s. Fußnote S. 54.

Deutschen Gesellschaft für Medizinische Statistik und Dokumentation seit Jahren gefordert und vorbereitet wurde und das speziell auf die Bedürfnisse der Datenverarbeitung in der Medizin zugeschnitten ist. Im September 1969 ist eine erste Vollzeitschule mit zweijähriger Ausbildung durch die Hilfe des Instituts für Dokumentationswesen an der Universität Ulm eröffnet worden. Eine Zahl von zunächst 12—15 Schülern in den beiden ersten Lehrgängen ist absolut unzureichend. Mindestens fünf weitere solcher Schulen mit einer Kapazität von je 30 Teilnehmern pro Jahr sind umgehend einzurichten. Die Erstausrüstung solcher Schulen sollte zentral finanziert werden, z. B. vom Institut für Dokumentationswesen. Pro Schule sind dazu ca. 300 000,— DM erforderlich neben einem jährlichen Etat von etwa 200 000,— DM für Personalmittel und laufende Kosten.

Geht man davon aus, daß in den nächsten fünf Jahren insgesamt 8 Mill. DM für die Finanzierung von Studienaufenthalten zur Verfügung stehen sollten und daß in etwa 2—3 Jahren eine bevorzugte Ausbildungsstätte in Deutschland vorhanden ist, so kommt man auf insgesamt $8 + 4 + 8 = 20$ Mill. DM für das empfohlene intensive Ausbildungsprogramm in den nächsten fünf Jahren. Für fünf Schulen für Medizinische Dokumentationsassistenten wären zusätzlich 1,5 Mill. DM für Erstausrüstung und bei stufenweiser Einrichtung 3 Mill. DM laufende Kosten erforderlich.

5.2.3 FINANZIERUNG VON FORSCHUNGSARBEITEN MIT THEORETISCHEM SCHWERPUNKT

Unter 4.1 wurden eine Reihe von Arbeitsgebieten genannt, die außerhalb der Zentren, aber durchaus in Zusammenarbeit mit ihnen vorangetrieben werden sollten. Die dort genannten Forschungsarbeiten mit theoretischem Schwerpunkt sind außerordentlich wichtig und kosten relativ wenig, wenn entsprechende Arbeitsmöglichkeiten bereits vorhanden sind. Sie sollten sobald als möglich anlaufen. Wenn man pro Jahr insgesamt 20 qualifizierte Mitarbeiter ansetzen kann, würden für theoretische Arbeiten insgesamt ca. 1 Mill. DM anfallen, in den nächsten fünf Jahren also das fünf- oder sechsfache. Der mögliche Themenkatalog wurde so gewählt, daß die Vorhaben zur Konzeption von integrierten Gesamtsystemen beitragen, er sei hier wiederholt:

- a. Untersuchungen über diagnostische Strategien;

- b. Untersuchungen über Schnittstellen zwischen Systemen;
- c. Untersuchungen über Datenstrukturen und formale Sprachen in der Medizin;
- d. Untersuchungen über Möglichkeiten der Normierung von Datenstrukturen in der Medizin;
- e. Untersuchungen über geeignete Ein/Ausgabesysteme für die Medizin;
- f. Systemanalysen in der Klinischen Medizin;
- g. Untersuchungen über Betriebssysteme für medizinische Aufgaben.

5.2.4 BESCHAFFUNG VON SPEZIELL EINZUSETZENDEN RECHNERN

Die Aufgaben, die sich nur auf Großrechnern realisieren lassen, sollen in den obengenannten Zentren bearbeitet werden. Es gibt jedoch — wie unter 4.1.2 angeführt — eine ganze Reihe von Aufgaben, die mit speziellen mittleren Anlagen, besonders mit Prozeßrechnern, gelöst werden können, die dann vorwiegend oder ausschließlich für diese Zwecke eingesetzt sind. Hierher gehören im Prinzip alle Aufgaben mit besonders hoher Datenrate, mit umfangreichen Berechnungen zur sofortigen Ermittlung des Ergebnisses, mit A/D-Konversion oder Prozeßsteuerung. Durch den Einsatz spezieller Systeme wird der Zentralrechner entlastet und für seine eigentlichen Aufgaben freigemacht. Entscheidend ist die Definition der Schnittstelle zum Zentralrechner und zu anderen Systemen. Im einzelnen wurden folgende bevorzugte Aufgaben in 4.1.2 aufgeführt:

- a. Systeme zur Automatisierung des Labors;
- b. Systeme zur Überwachung von Schwerkranken und Narkose;
- c. Systeme zur Biosignalverarbeitung: EKG, Phonokardiogramm, EEG;
- d. Systeme zur Anwendung in der Nuklearmedizin;
- e. Systeme zur automatisierten Bildanalyse.

Setzt man für die genannten Forschungsarbeiten insgesamt 10 Prozeßrechner oder andere Satellitenrechner zu je ca. 2 Mill. DM an, so erhält man den Bedarf von 20 Mill. DM für die Finanzierung von mittelgroßen Datenverarbeitungsanlagen, auf denen Systeme entwickelt werden sollen, die grundsätzlich mit den Großrechnern der Zentren in Verbindung gebracht werden müssen. Für jeden Prozeßrechner sind zusätzlich ca. 5—7 Stellen, d. h. 0,25 Mill. DM pro Jahr anzusetzen, sowie ein Zuschuß für die laufen-

den Kosten von ca. 200 000,— DM pro Jahr. Da das Programm nicht sofort voll anlaufen kann, dürften innerhalb der ersten 5 Jahre insgesamt ca. 24 Mill. DM an laufenden Kosten entstehen.

5.2.5 FINANZIERUNG GRÖßERER SPEZIALPROJEKTE

Während die bisherigen Empfehlungen in engster Zusammenarbeit und im Wechselspiel aller Stellen zu realisieren sind, kann man einige relativ abgrenzbare Einzelprojekte herausgreifen (s. 5.2). Ein Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) wird vom Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit in Angriff genommen und muß bald voll funktionsfähig gemacht werden. Man wird daneben zwei bis drei weitere Projekte aus den genannten (s. 5.2) auswählen und in den nächsten Jahren in Angriff nehmen müssen. Der Aufwand der Erstinvestitionen ist dabei von der gleichen Größenordnung wie bei den örtlichen Zentren, d. h. man würde für zwei größere Einzelprojekte ca. 30 Mill. DM benötigen. Der laufende Etat ist für jedes Projekt mit ca. 5 Mill. DM einschließlich Personalmittel zu veranschlagen. Setzt man beide Projekte mit 1,5 Jahren vollen Betrieb innerhalb der nächsten 5 Jahre an, so erhält man ca. 15 Mill. DM an laufenden Kosten für diesen Zeitraum. Die Finanzierung, Planung und Ausgestaltung solcher größerer Spezialprojekte kann relativ unabhängig von den übrigen Vorhaben erfolgen. Ein Nutzen für die anderen Projekte wird sich jedoch ebenfalls durch Wissensmehrung und Austausch ergeben.

5.2.6 ALLGEMEINER EINSATZ VON DATENVERARBEITUNGSANLAGEN IN DER MEDIZIN

Die vorgeschlagene Schwerpunktbildung darf nicht dazu führen, daß wichtige Forschungsvorhaben, die zufällig nicht Schwerpunkt sind, automatisch unterbunden werden. Es wird daher notwendig sein, einen bestimmten Anteil für in der Denkschrift nicht genannte Arbeiten aus dem Gebiet der Datenverarbeitung in der Medizin anzusetzen. Bei einem so kostenintensiven Gebiet, das eine Schwerpunktbildung erfordert, dürfte ein geringer Prozentsatz der übrigen Aufwendungen für diesen Zweck ausreichen. Wir schlagen für alle Aufgaben — die nicht speziell im Förderungsprogramm aufgeführt sind, z. B. die in 2.1 genannten — einen Betrag von ca. 6 Mill.

DM pro Jahr vor. Diesen Betrag sollte man von vornherein in gleicher Höhe ansetzen, da das Schwerpunktprogramm nur langsam anlaufen wird.

5.2.7 MEDIZINISCHE DATENERFASSUNG, RATIONALISIERUNG UND INFORMATIONSTEUERUNG IN GRÖßEREN KLINIKEN

Die Aufgaben des „patient care“ sowie Rationalisierungsmaßnahmen im Krankenhaus von der Dokumentation über die Verwaltung und Abrechnung bis zur Lagerhaltung gehören in den Kompetenzbereich der Krankenhausträger, im Fall der Universitätskliniken also in den Bereich der Kultusministerien. Für diese Aufgaben müssen preisgünstige Systeme entwickelt werden, denn Großrechner wie in den Zentren mit on-line-Dialogverarbeitung werden sich nicht alle Kliniken in den nächsten Jahrzehnten leisten können. Dabei kommt es besonders auf eine korrekte Datenerfassung und Identifizierung an allen Bedarfsstellen einer Klinik an. Belegleserformulare mit entsprechenden Identifizierungssystemen und der Möglichkeit, auch Klartext mit speziellen Kugelkopfschreibmaschinen zu schreiben und dann direkt in eine Datenverarbeitungsanlage einzugeben, bieten sich dazu unter anderem an. Die notwendige Formularentwicklung wird an verschiedenen Stellen bereits vorangetrieben, wodurch technisch fortgeschrittene Datenerfassungssysteme vorbereitet werden. Die Aufgaben dieser Systeme werden eine korrekte Datenerfassung und Datenreduzierung sein, die Steuerung des Informationsflusses im Krankenhaus mit einfachsten Mitteln, z. B. über das Erstellen von Arbeitslisten, sowie die Verbindung der verschiedenen Bedarfsstellen zu einem teilweise integrierten System. Eine Zusammenarbeit mit den regionalen Zentren ist für die Entwicklung der Systeme und die Auswertung wünschenswert, wobei der Arbeitsschnitt je nach lokalen Gegebenheiten variieren wird.

Zurückhaltend geschätzt, sollten in den nächsten 5 Jahren etwa 30 solcher Systeme im Bereich der Universitätskliniken eingerichtet werden. Setzt man für ein System einschließlich Belegleser und Nebengeräten ca. 2 Mill. DM an, dann wäre insgesamt ein Kostenaufwand von 60 Mill. DM in den nächsten 5 Jahren erforderlich. Die laufenden Kosten einschließlich Personaletat liegen bei 1 Mill. DM pro Jahr, so daß bei schrittweiser Installation (s. Tabelle S. 74) mit insgesamt etwa 105 Mill. DM laufenden Kosten in den nächsten 5 Jahren gerechnet werden kann. Diese Systeme sollen sich entweder an die regionalen Zentren anlehnen oder können sich — etwa auf

Landesebene — zu eigenen größeren Verbundsystemen zusammenschließen. Die Kosten müßten in der einen oder anderen Form von den Kultusverwaltungen übernommen oder aus anderen speziell dafür bereitgestellten Mitteln finanziert werden, da es sich nicht um Forschungsvorhaben im eigentlichen Sinne, sondern um notwendige Rationalisierungsmaßnahmen handelt. Im Verhältnis zum Umsatz der großen Universitätskliniken liegen diese Rationalisierungsmaßnahmen in einer angemessenen Größenordnung. Mittel für die Rationalisierung der Krankenhäuser anderer Krankenhausträger wurden hier nicht berücksichtigt.

5.3 ÜBERSICHT ÜBER DEN ZU ERWARTENDEN FINANZIELLEN BEDARF

Die im Text bei den einzelnen Maßnahmen unter 5. angegebenen Schätzwerte sind notwendigerweise pauschal. Sie werden hier noch einmal übersichtlich zusammengestellt, um die finanziellen Relationen der einzelnen Maßnahmen zu zeigen und den gesamten Bedarf in etwa überschaubar zu machen. Die Anforderungen für die Sofortmaßnahmen sind klein gehalten und müssen ohne jede zeitliche Verzögerung bereitgestellt werden. Sie sind als Überbrückung für etwa 1 Jahr gedacht und werden durch das stufenweise Aufbauprogramm fortgeführt, wobei die Stellen und die laufenden Kosten in dieses eigentliche Förderungsprogramm einmünden.

ÜBERSICHT ÜBER AUFWENDUNGEN FÜR DIE SOFORTMASSNAHMEN

		Mill. DM
1. Kosten des Beratungsgremiums und einer Geschäftsstelle „Datenverarbeitung in der Medizin“ (Erstausstattung, laufender Bedarf, Personalkosten für 1 Jahr)		0,3
2. Datenverarbeitungsanlagen und Mitarbeiter Pro Anlage sind 2—3 Mill. DM Kaufpreis und 10—15 Mitarbeiter anzusetzen. Bei minimal drei Anlagen erhält man		
Sachmittel	8,0	
Personalkosten f. ca. 40 Mitarbeiter auf 1—1,5 Jahre einschl. Reisekosten	2,0	10,0
3. Startfinanzierung für Ausbildung		<u>2,0</u>
		<u><u>12,3</u></u>

ÜBERSICHT ÜBER DIE UNGEFÄHREN AUFWENDUNGEN IM STUFENWEISEN
AUFBAUPROGRAMM

	Beratungsgremium und Geschäftsstelle		1. Sechs regionale Zentren		2. Ausbildungsprogramm				3. Arbeiten mit Schwerpunkt in der Theorie		4. Beschaffung speziell eingesetzter Rechner		5. Zweigrößere Einzelprojekte		6. Allgemeiner Einsatz		7. Med. Datenerfassung u. Klinik-rationalisierung		Summe
	E	L	E	L	Austauschprogramm	Akademie für Datenverab. i. d. Med.	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	
Jahr 1	0,2	10	4	1	2	0,5	0,3	0,2	1	4	1,2	—	—	6	30,4	10	5	45,4	
Jahr 2	0,2	20	12	1,5	2	1,5	0,3	0,4	1	6	3,2	—	—	6	54,1	20	15	89,1	
Jahr 3	0,2	30	28	1,5	2	0,3	0,6	1,5	1,5	6	5,6	5	2	6	88,7	20	25	133,7	
Jahr 4	0,2	20	40	2	2	0,3	0,8	1,5	1,5	4	7	15	5	6	103,8	10	30	143,8	
Jahr 5	0,2	10	46	2	2	0,3	1	1	1	7	7	10	8	6	93,5	—	30	123,5	
Summe L	1,0	130	8	8	8	8	3	6	6	24	24	15	30	30	225	105	330		
Summe E		90	4	4	4	1,5	1,5	1,5	1,5	20	20	30	30	145,5	60	205,5			
															370,5			535,5	

Alle Zahlen in Mill. DM geschätzt. E = Erstaussattung, L = Laufende Kosten. In den laufenden Kosten sind die Personalmittel mit enthalten. Die Kosten für Med. Datenerfassung und Rationalisierung in ca. 30 Universitätskliniken wurden gesondert aufsummiert, da es sich hier nicht um Forschungsaufgaben im eigentlichen Sinn handelt. Weitere Erläuterungen s. Text.

Die Empfehlungen der Denkschrift gehen von einer Analyse des Standes der Datenverarbeitung in der Medizin in Deutschland und im Ausland aus. Die derzeit vorhandenen Rechner und Stellen lassen eine zukunfts-trächtige Entwicklungsarbeit in unserem Lande auf diesem Gebiet nicht in ausreichendem Maße zu. Vor allem kleinere Projekte, die als Pilot-Studies betrachtet werden können, werden gegenwärtig von engagierten Arbeitsgruppen an deutschen Universitäten realisiert. Erheblich größere Investitionen als bisher sind erforderlich, wenn eigenständige Erfolge auf dem Gebiet der Datenverarbeitung in der Medizin erwartet werden.

In der Denkschrift werden allgemeine Gesichtspunkte der Förderung in Erwägung gezogen und eine Reihe spezieller Schwerpunkte und Entwicklungsziele in einem aufeinander abgestimmten Programm aufgestellt. Dabei mußte auf zahlreiche Entwicklungsmöglichkeiten und Forschungsansätze zugunsten einer realisierbaren Finanzierung verzichtet werden.

WAS WIR BRAUCHEN

In einem Sofortprogramm wird die Bildung einer Kommission „Datenverarbeitung in der Medizin“ als Beratungs- und Planungsgremium vorgeschlagen. Als unmittelbare Maßnahme wird die Beschaffung von wenigen mittleren Rechnern und dazugehöriger Stellen und eine Startfinanzierung für Ausbildungsprogramme empfohlen. Dafür sind etwa 12,3 Mill. DM erforderlich. Das Sofortprogramm wurde bewußt klein gehalten, weil die Mittel unverzüglich bereitgestellt werden sollen. Es ist für sich allein absolut unzureichend.

Das Programm für den stufenweisen Aufbau innerhalb der nächsten fünf Jahre sieht die Bildung von örtlichen Schwerpunkten vor, die mit Großrechnern für die Medizin ausgestattet werden sollen. Für sechs solche Zentren sind in fünf Jahren 90 Mill. DM Erstausrüstung und 130 Mill. DM laufende Kosten anzusetzen. Weitere Förderungsschwer-

punkte sind ein Ausbildungsprogramm (19 Mill. DM Erstausrüstung und 5,5 Mill. laufende Kosten), Forschungsarbeiten mit theoretischem Schwerpunkt (6 Mill. DM), die Beschaffung speziell eingesetzter Rechner (20 Mill. DM Erstausrüstung und 24 Mill. DM laufende Kosten), die Finanzierung zweier größerer Einzelprojekte (30 Mill. DM Erstausrüstung und 15 Mill. DM laufende Kosten) sowie der allgemeine Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen in der Medizin (30 Mill. DM). Diese Kostenangaben beziehen sich auf einen Stufenplan für fünf Jahre. Insgesamt sind hierfür 370 Mill. DM anzusetzen. Hinzu kommen Kosten für die Medizinische Datenerfassung, Rationalisierung und Informationssteuerung in größeren Kliniken, die in den Ausgabenbereich der Kultusverwaltungen der Länder als Träger der Universitätskliniken fallen und mit insgesamt 60 Mill. DM Erstausrüstung und 105 Mill. DM laufende Kosten für fünf Jahre bei stufenweiser Realisierung anzusetzen sind.

WAS AUF DEM SPIEL STEHT

Der Gesamtbetrag von ca. 370 Mill. DM für fünf Jahre ist relativ gesehen klein, weil nur die wichtigsten Projekte in den Empfehlungen beibehalten sind. Die genannte Größenordnung läßt sich im vorgesehenen Zeitraum aufbringen, wenn man der Datenverarbeitung in der Medizin genügend Beachtung schenken will. Maßgebliche Wissenschaftler des Fachgebietes halten diese Aufwendungen für ein erforderliches Minimum, wenn die Chance nicht verpaßt werden soll, Deutschland auf diesem wichtigen Gebiet im nächsten Jahrzehnt zu einem kompetenten Gesprächspartner zu machen. Die nachteiligen Folgen für die Medizin als Wissenschaft, für die Volksgesundheit und die Volkswirtschaft werden bei mangelnder Förderung wesentlich größer sein als dieser initiale Aufwand. Die verantwortlichen Stellen müssen rasch handeln und dürfen die Augen vor der Realität nicht verschließen. Es geht darum, eine Schlüsselstelle in der wissenschaftlich-technischen Entwicklung der Medizin ausreichend zu fördern und damit die Basis für die Zukunft unseres Volkes zu verbessern.

Die vorliegende Denkschrift ist eine Gemeinschaftsarbeit, zu der folgende Herren ihre Beiträge und Zustimmung gegeben haben: Prof. Dr. H. J. Bodnik (Frankfurt), Dr. Dr. M. Cremer (Frankfurt), Prof. Dr. M. Eggstein (Tübingen), Priv.Doz. Dr. C. Th. Ehlers (Tübingen), Prof. Dr. E. H. Graul (Marburg), Prof. Dr. R. Gross (Köln), Prof. Dr. H. Hirsch (Köln), Prof. Dr. P. Ihm (Marburg), Prof. Dr. S. Koller (Mainz), Prof. Dr. H. J. Lange (München), Prof. Dr. H. Müller-Dietz (Berlin), Prof. Dr. G. Oberhoffer (Bonn), Prof. Dr. A. Proppe (Kiel), Prof. Dr. L. Reichertz (Hannover), Prof. Dr. H. Schäfer (Heidelberg), Prof. Dr. B. Schlenker (Hannover), Prof. Dr. P. Schneider (Hannover), Prof. Dr. H. Staudinger (Gießen), Prof. Dr. K. Überla (Ulm), Prof. Dr. G. Wagner (Heidelberg), Prof. Dr. E. Walter (Freiburg), Prof. Dr. K. H. Weise (Kiel) und Prof. Dr. L. Winkler (Bonn).

Als Ausgangspunkt lagen Teilentwürfe und Memoranden folgender Professoren vor:

Eggstein (Tübingen), Gillmann (Ludwigshafen), Griesser (Kiel), Heite (Freiburg), Koller (Mainz), Kuhlendahl (Düsseldorf), Reichertz (Hannover), Schneider (Hannover), Schölmerich (Mainz) und Vossius (Karlsruhe).