

Probleme zwischen Informatik und Medizin – die Sicht des Anwenders

Karl Überla

Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Statistik und Biomathematik der Universität München

Zusammenfassung. Zum Thema werden 7 Fragen gestellt, die in ihrer Qualität unterschiedlich sind und auf verschiedenen Ebenen behandelt werden: Wie hat sich medizinische Informatik historisch entwickelt? Gibt es medizinische Informatik als Wissenschaft? Welche Berufsmöglichkeiten hat ein Informatiker in der Medizin? Wo liegen Hindernisse für die Entwicklung und Schwierigkeiten für die Implementierung? Wo liegen Probleme der Ausbildung? Welches sind häufige und attraktive Mißverständnisse zwischen Medizin und Informatik? Woran soll man Informatikprojekte in der Medizin messen? Probleme zwischen Informatik und Medizin werden aus der Sicht des Anwenders an diesen Fragen aufgezeigt.

Summary. Seven questions are asked and treated at different levels: How evolved medical informatics historically? Is medical informatics a science? What are possible careers for informaticians in medicine? Where are barriers for development and difficulties for implementation? What are the problems of education in this field? What are frequent and attractive misunderstandings between medicine and informatics? How and at what should the projects of medical informatics be measured and evaluated? The problems between informatics and medicine are treated from the point of view of the user.

Um es in einem Bild zu sagen: Die Medizin ist wie ein alter Wald mit wachsenden Pflanzen, übereinanderfallenden Bäumen und mancherlei Getier. Dieser Urwald ist schön und gefährlich, und seinen eigenen ökologischen Gesetzen unterworfen. Er produziert Gesund-

heit, Tod und neues Leben. Die Medizin wird nie eine Baumschule werden oder ihr Wesen wäre dahin und man müßte zumindest Teile unter Naturschutz stellen. In diesem Wald Medizin pfeift seit einigen Jahren ein neuer Vogel sein Lied: die Informatik.

Gestatten Sie mir, daß ich als Mediziner dieses Bild an den Anfang gestellt habe. Wie alle Bilder hat es seine Tücken und seine holzschnittartigen Wahrheiten.

Zum Thema „Probleme zwischen Informatik und Medizin – die Sicht des Anwenders“ möchte ich 7 Fragen stellen:

1. Wie hat sich medizinische Informatik historisch entwickelt?
2. Gibt es Medizinische Informatik als Wissenschaft?
3. Welche Berufsmöglichkeiten hat ein Informatiker in der Medizin?
4. Wo liegen Hindernisse für die Entwicklung und Schwierigkeiten für die Implementierung?
5. Wo liegen Probleme der Ausbildung?
6. Welches sind häufige und attraktive Mißverständnisse zwischen Medizin und Informatik?
7. Woran soll man Informatikprojekte in der Medizin messen?

Diese Fragen sind von der Qualität her unterschiedlich und man kann sie auf verschiedenen Ebenen beantworten. Fertige Lösungen und technische Details sind hier fehl am Platze. Der gesunde Menschenverstand des Anwenders, verbunden mit Reflektionen, eher feuilletonistisch als systematisch, steht in Folgendem im Vordergrund.

1. Wie hat sich Medizinische Informatik entwickelt?

Wie die Geburt mancher Kinder beruht die Geburt der Informatik und die Geburt der Informatik in der Medizin auf mancherlei Mißverständnissen. Es ist erstaunlich, wie nützlich solche ungeplanten Kinder auf die Dauer sein können und zu welchen Entwicklungen sie Anlaß geben.

Datenverarbeitung in der Medizin gab es, bevor es Informatik gab. Die wesentlichen Daten über einen Krankheitsfall werden seit Jahrhunderten in der Krankengeschichte schriftlich festgehalten und manuell bearbeitet.

Mitte und Ende der fünfziger Jahre bestand Datenverarbeitung in der Medizin in Deutschland aus der Anwendung von Tabellier- und Sortiermaschinen bei Aufgaben der klinischen Dokumentation. Die klinische Dokumentation beschäftigt sich mit dem korrekten Ablegen und Wiederfinden einzelner Diagnosen, Befunde und Therapieergebnisse. Sie stößt dabei auf das Problem der Definition der medizinischen Sprache, auf die Festlegung der Ziele einer wissenschaftlichen Untersuchung und auf grundsätzliche Probleme der Erkenntnisgewinnung in der Medizin. Dieselben Grundsatzprobleme bestehen auch heute. Sie wurden damals durch das Interesse an der Technologie der Lochkartenverarbeitung verdeckt. Heute werden sie durch das Interesse an der Technologie der Datenverarbeitung in den Hintergrund gedrängt. In den fünfziger Jahren beschäftigten sich ganz wenige Stellen und Wissenschaftler – größenordnungsmäßig etwa 10 – hauptamtlich und ernsthaft mit den Anfängen der formalisierten Datenverarbeitung in der Medizin.

Mitte und Ende der sechziger Jahre wurden Datenverarbeitungsanlagen zunehmend für die Medizin erreichbar. Sie fanden Anwendung in der Forschung, für das klinisch-chemische Labor, aber auch für größere Klinikkomplexe mit allgemeiner Aufgabenstellung. Größenordnungsmäßig waren damals etwa 100 Mitarbeiter hauptamtlich und ernsthaft mit Datenverarbeitung in der Medizin beschäftigt.

1971 erschien eine Denkschrift der DFG: „Datenverarbeitung in der Medizin – Stand und Entwicklung“, an deren Zustandekommen zahlreiche Wissenschaftler beteiligt waren. Im Anschluß daran legte das BMFT einen Förderungsplan für die Datenverarbeitung in der Medizin vor, der im 1. und 2. DV-Förderungsprogramm für die Medizin fortgeschrieben wurde. Aus diesem Programm kamen wesentliche Entwicklungsmittel.

Im Jahre 1977 hat die GMDS, die deutsche Fachgesellschaft, mehr als 500 Mitglieder und hält ihre 22. Jahrestagung ab. Es gibt ca. 30 Lehrstühle für Medizinische Statistik, Medizinische Datenverarbeitung oder Biomathematik, von denen etwa ein Drittel auf medizi-

nische Informatik ausgerichtet ist. Etwa 1000 Mitarbeiter in der Bundesrepublik dürften in diesem Bereich hauptamtlich und ernsthaft tätig sein: Bei Universitäten, in Krankenhäusern, ihren Trägern und zentralen Organisationen, bei staatlichen und öffentlichen Stellen verschiedenster Art. Die Kosten für die derzeit laufenden EDV-Anlagen in der Medizin lassen sich schwer abschätzen. Rechnet man Prozeßrechner dazu, die mittlere Datentechnik jedoch nicht, so liegen sie wohl zwischen 300–400 Mill. DM. Die laufenden Kosten incl. Personal dürften zwischen 50 und 100 Mill. DM pro Jahr betragen. Dies sind über den Daumen gepeilte Zahlen.

Die Projekte, in denen Datenverarbeitung in der Medizin betrieben wird, sind zahlreich und heterogen. Die Übersichten über die Förderung durch das BMFT geben einen Eindruck von der Fülle der Applikationen im Entwicklungsbereich.

An manchen Universitätskliniken gibt es Installationen mit allgemeiner Aufgabenstellung und einer breiten Anwendungspalette, meist gebunden an einen entsprechenden Lehrstuhl. Hier reichen die Anwendungen von wissenschaftlichen Auswertungen über Patientenaufnahme, Patientenverwaltung und betriebswirtschaftlichen Aufgaben bis zum Labor und zu speziellen Systemen z.B. in der Nuklearmedizin oder Intensivmedizin.

Neben diesen Installationen mit breiter Anwendungspalette gibt es zahlreiche Einzelanwendungen bei Prozeßaufgaben, die für sich allein verwirklicht sind, z.B. im klinisch-chemischen Labor, in der Biosignalverarbeitung, in der Intensivüberwachung, beim EMI-Scanner usw.

An zahlreichen Stellen werden, mehr oder weniger zentralisiert, Abrechnungsaufgaben bearbeitet. Die Einführung der kaufmännischen Buchführung in den Krankenhäusern ist zum 1. 1. 1978 vorgeschrieben. Sie ist nur durch die Datenverarbeitung realisierbar. Der Termindruck ist stark. Man erhofft sich eine erhöhte Kostentransparenz und sekundär auch eine Kostenkontrolle in den Krankenhäusern. Die doppelte Buchführung allein wird dazu jedoch nicht ausreichen. Eine Erfassung der medizinischen Leistungen im Einzelfall ist nötig. Man muß das Produktspektrum der Krankenhäuser, das sehr viel stärker variiert, als man es sich als Außenstehender vorstellen mag, erfassen. Die Erfassung der Kosten und ihre Zurechnung zu Kostenstellen genügt nicht. Der Kostendruck in der Medizin wird in den nächsten Jahren zu einem verstärkten Einsatz von EDV-Anlagen für betriebswirtschaftliche und organisatorische Aufgaben führen.

Einzelne größere Institutionen mit Sonderaufgaben – z.B. am Deutschen Krebsforschungszentrum, am Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Informatik, wo die Literaturdokumentation bear-

beitet wird, oder am IMD der GSF, wo Vorsorge und Früherkennung unterstützt werden – bearbeiten schwerpunktmäßig ihre Sonderaufgaben.

2. Gibt es so etwas wie Medizinische Informatik als Wissenschaft?

Daß Medizin eine Wissenschaft sei, wird von manchen ebenso bezweifelt, wie daß Informatik eine Wissenschaft sei. Es hängt vom jeweiligen Wissenschaftsverständnis ab, ob man die Medizin zur Empirie und die Informatik zur angewandten Mathematik rechnet.

Die Fächer der theoretischen Medizin, z.B. Physiologie und Anatomie, haben sicher die wesentlichen Charakteristika einer Wissenschaft. Die klinischen Fächer, wie Chirurgie oder Innere Medizin, sind stärker von der Empirie geprägt. Es kommt dort nicht in erster Linie darauf an, ob eine Theorie richtig ist oder falsch. Das Handeln des Arztes richtet sich vielmehr danach, ob der Patient gesund wird oder nicht, völlig unabhängig davon, ob eine Theorie dazu dient oder nicht. Sogar ohne solche Theorie muß gehandelt werden. Insofern wird die klinische Medizin immer Empirie bleiben, obwohl sie sehr viel mehr als bisher der Theorienbildung und Formalisierung zugänglich wäre.

In der Informatik scheint es ähnlich zu sein. Es gibt Bereiche, in denen eine eigene Methodik entwickelt wurde, die stärker theoretisch ausgerichtet sind und die die Kennzeichen einer Wissenschaft haben. Andererseits gibt es anwendungsbezogene Bereiche, in denen es auf praktisches Handeln ankommt. Wie in der Medizin leben die stärker theoretisch orientierten Bereiche im Finanzbedarf vermutlich von den stärker praktisch orientierten Bereichen. Ganz selten hat ein theoretischer Durchbruch größere praktische Folgen, dies allerdings dann auf Dauer.

Weder die Medizin noch die Informatik sind reine Wissenschaften. Ihr Verhältnis sollte sich auf praktische Zusammenarbeit gründen und nicht auf theoretische Überlegungen.

Was ist nun Medizinische Informatik? Ich halte das Wort für unglücklich, aber es scheint zu überleben. Ein Definitionsversuch lautet: *Medizinische Informatik ist die Anwendung formaler Methoden auf Probleme der Medizin, wobei das Modell in einem Rechner realisiert wird.* Die Medizinische Informatik hat damit die Algorithmisierung der Medizin zum wesentlichen Inhalt, verbunden mit der Implementierung der Algorithmen auf Rechnern. Die Abgrenzung gegen Biometrie, Biostatistik, Biomathematik, Medizinische Dokumentation, Systemtheorie und andere Gebiete liegt darin, daß sich die Medizinische Informatik nicht mit den Algorithmen als solchen beschäftigt, sondern mit ihrer Implementierung auf Rechnern.

Dadurch sind zahlreiche Schnittstellen zu anderen Fächern, zahlreiche Kooperationsmöglichkeiten und Überschneidungen gegeben.

Es bleibt offen, ob wesentliche Teile der Algorithmisierung der Medizin nicht ohne Rechner möglich wären und was Rechner dazu taugen. Die Entwicklung wird zeigen, ob die Medizinische Informatik genügend eigene Methodik entwickeln kann, daß sie mit Recht als eigenes Fachgebiet überlebt, oder ob sie zum bloßen Anwendungsfach wird. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es vor allem das Wort „Medizinische Informatik“ sowie eine Fülle von Rechneranwendungen in der Medizin und der dazugehörigen Verwaltung. Alles ist noch im Fluß. Medizinische Informatik als eigene Wissenschaft ist jedoch durchaus realisierbar.

3. Welche Berufsmöglichkeiten hat ein Informatiker in der Medizin?

Er kann als *gehobener Anwendungsprogrammierer* in medizinischen Rechenzentren und bei verschiedenen medizinischen und Verwaltungsprojekten tätig werden. Hier liegt die größte Zahl der Stellen, vor allem der Anfangsstellen. Programmierer werden dem Informatiker dabei in unterschiedlichem Umfang zugeordnet. Typisch für die Tätigkeit ist, daß er selbst auch programmieren muß und nicht nur Analysen durchführt oder die Strukturen von Programmen festlegt. Oft handelt es sich dabei um Zeitstellen, z.B. bei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.

Der Informatiker kann in der *Systemgruppe* medizinischer Rechenzentren tätig sein oder sie leiten.

Er kann in der *Betriebsgruppe* medizinischer Rechenzentren tätig sein oder sie leiten.

Er kann als *wissenschaftlicher Assistent oder wissenschaftlicher Angestellter* an einem Institut für Medizinische Informationsverarbeitung tätig sein. Ob er sich dabei stärker um Aspekte der Rechnertechnik bemüht oder sich in die Biometrie und Versuchsplanung, die Gesundheitssystemforschung oder andere Fachgebiete einarbeitet, wird sehr unterschiedlich sein.

Der Informatiker kann als *All-round-Mann bei speziellen medizinischen Systemen* eine Stellung finden, z.B. im Labor oder in der Nuklearmedizin, in der Biosignalverarbeitung oder der Intensivmedizin. Vorteile sind hier die große Kliniknähe und die unmittelbare Zusammenarbeit mit Ärzten und Patienten, sowie die Abgegrenztheit der Aufgabe. Eine gewisse Selbständigkeit ergibt sich von selbst, weil in einer solchen Arbeitsgruppe keine Konkurrenten da sind. Nachteile sind die Einengung auf einen Anwendungsbereich, der fehlende Kontakt zu anderen Anwendungsbereichen und Problemen, und die Schwierigkeit, von einem speziellen Feld später wieder loszukommen.

Der Informatiker kann als *Leiter eines Medizinischen Rechenzentrums* tätig sein oder eine andere *gut bezahlte Dauerposition* im Bereich der medizinischen Informationsverarbeitung erhalten, z.B. als wissenschaftlicher Rat oder als Projektleiter.

Er könnte schließlich *Ordinarius für Medizinische Informationsverarbeitung* werden. Etwa die Hälfte der vorhandenen Lehrstühle für Medizinische Statistik, Informationsverarbeitung oder Biomathematik sind derzeit mit Mathematikern besetzt, die andere Hälfte mit Medizinern. Es gibt keinen ausgebildeten Informatiker auf einem Lehrstuhl, das ist aber nicht verwunderlich, da noch kaum ausgebildete Informatiker in der Medizin Erfahrungen sammeln konnten.

Die Stellungen, die ein Informatiker in der Medizin einnehmen kann, sind nur teilweise festgefügt. Das Aufgabenfeld ist meist nicht genau definiert und aktive Leute können auf ihre Tätigkeit in hohem Maß Einfluß nehmen. Diese Flexibilität hat zahlreiche Vorteile, aber auch den Nachteil, daß schwächere Persönlichkeiten, die einen festen Rahmen brauchen, sich verunsichert fühlen. Die Ansprüche an die Arbeitszeit sind meist hoch, da mit Medizinern verglichen wird, die auch im Nachtdienst und an Sonntagen eingesetzt werden können. Es wird ein hohes Maß an Integrationsfähigkeit erwartet, da das bearbeitete Feld meist von verschiedenen konkurrierenden Interessen bestimmt ist. Eine gewisse Robustheit und Unkompliziertheit erleichtert den Umgang mit dem medizinischen Umfeld. Dünnhäutige und sensible Naturen haben in allen Positionen ein schwereres Leben.

Insgesamt gesehen bieten sich dem Informatiker in der Medizin attraktive Berufschancen auf mittlere Frist von etwa 10 Jahren. Wie sich die Entwicklung danach vollziehen wird, ist schwer vorauszusagen.

4. Wo liegen Hindernisse für die Entwicklung und Schwierigkeiten für die Implementierung?

Lassen Sie mich hier 13 Punkte herausgreifen. Sie enthalten meine Voreingenommenheit und Erfahrung, die ja immer weitgehend zusammenhängen.

- Eine Reihe wichtiger Implementierungsschwierigkeiten liegt in *der Medizin selbst*: In ihrer Undefiniertheit, in den fehlenden Zielvorgaben, in der fehlenden Standardisierung beim Einsatz diagnostischer und therapeutischer Verfahren, insbesondere in ihren Kombinationsmöglichkeiten. Die Medizin besteht am allerwenigsten aus einer definierten Menge von Axiomen, die in sich widerspruchsfrei sind, sondern ist ein Konglomerat empirisch und historisch gewachsener Meinungen, die sich im allgemeinen widersprechen.
- Eine zweite grundsätzliche Implementierungsschwierigkeit liegt im *Kompliziertheitsgrad* der Medizin. Menschen gehören zu den komplexesten Systemen,

die wir kennen und jede Schematisierung und Vereinfachung zum Zweck der Algorithmisierung fordert ihre Opfer hinsichtlich der Genauigkeit der Abbildung der Realität.

- Weitere Implementierungsschwierigkeiten entstehen durch die ständige *Änderung der Anforderungen*. Nicht nur daß sich die Medizin in einem ständigen Änderungsprozeß befindet: auch die Organisation wird ständig weiterentwickelt. Vor allem führt jedes Projekt selbst zu neuen Anforderungen, da Benutzer solche Möglichkeiten der EDV erkennen, die ihnen Vorteile bringen.

- Eine vierte wichtige Limitierung liegt darin, daß es einen echten *Dialog zwischen Medizinern und Informatikern höchst selten* gibt. Man spricht verschiedene Sprachen, redet aneinander vorbei und lebt in verschiedenen Welten, die wohl erst nach Jahren gemeinsamer Arbeit konvergieren werden. Gemeinsame Zielvorstellungen werden wenig entwickelt, die Methodik der Informatik wird nicht benötigt, es findet sich daher auch keine Gemeinsamkeit. Eher findet eine Abgrenzung der Interessen statt.

- Ein weiteres Hindernis ist darin zu sehen, daß es sich bei den meisten Anwendungen *nicht um eigentliche Informatikprojekte* handelt, sondern um Anwendungen auf der Ebene des „Machens“ ohne große Philosophie. Theoretiker neigen dazu, dies zu verkennen und eine Philosophie zu jedem Problem zu entwickeln, eine Art Überbau, der das theoretische Leben erleichtert, die Anwendung aber eher erschwert.

- In der geeigneten *Präsentation der Daten* liegt ein besonderes Problem der Medizin. Ärzte und Personal sind gewohnt, zu schreiben, zu diktieren, mit Papier und mit graphischen Darstellungen zu arbeiten. Die Einengung eines Terminals und des üblichen Ausdrucks auf Schnelldruckpapier schaffen Widerstände. Die Präsentation der Daten hat aber nicht nur technische Aspekte. Die Einengung auf die wirklich nötigen Informationen in der Ausgabe erfordert Logik und Festlegung der Ziele. Die Kritik der Ausgabe geschieht in einem Prozeß, der sich hinzieht, und der immer neue Mühe erfordert, weil er gemeinsames Nachdenken voraussetzt.

- *Der Mangel an sauber gesammelten Daten mit korrekt geplanten Vergleichsmöglichkeiten* ist ein Haupthindernis in der Entwicklung der Medizin. Der Wirksamkeitsnachweis am Menschen für Medikamente z.B. ist nur in ganz wenigen Fällen wissenschaftlich sauber geführt. Wer die einschlägigen Publikationen einigermaßen kennt, staunt immer wieder darüber, wie wenig wirklich fundierte klinische Prüfungen bei häufig benutzten Präparaten vorliegen. Nicht zu vernachlässigende Gruppen in unserer Gesellschaft wehren sich gegen die Rationalität in der Medizin. Der Wirksamkeitsnachweis als Voraussetzung für die Zulassung

eines Medikaments etwa ist durch den Gesetzgeber stark abgeschwächt worden. Aber nicht nur auf dem Sektor der Arzneitherapie fehlen uns gut geplante Vergleichsstudien und saubere Daten. Über den natürlichen Ablauf der Krankheiten ist viel zu wenig statistisches Material vorhanden. Eine rechnerisch korrekte Auswertung vorhandener Datenbestände durch EDV-Anlagen erweckt den Eindruck einer Scheingenauigkeit. In Wirklichkeit werden sachlich falsche Aussagen mit Hilfe von Rechnern in großer Zahl produziert. Der erfahrene Informatiker wird hier Zurückhaltung üben und die Sachaussagen den Fachleuten für methodisches Vorgehen überlassen.

- Ein weiteres methodisches Problem, das weniger im Bereich der Informatik liegt, besteht im *Heraussuchen vergleichbarer Gruppen* aus großen medizinischen Datenbeständen. Da prospektive Studien langwierig und teuer sind, liegt es nahe, aus vorhandenen Datenbeständen retrospektiv Vergleichsgruppen zu bilden, etwa durch "matched pairs". Datentechnisch ist dies kein Problem, wenn die Kriterien der Paarbildung gegeben sind. Dies ist aber meist nicht der Fall. Man tastet sich bei gegebenem Material an Kriterien heran, die noch genügend große Vergleichsgruppen ergeben.

Die Philosophie dazu ist nicht vorhanden und die Ergebnisse streuen weit je nach Vorgehen. Gerade wegen der hohen Geschwindigkeit, mit denen Datenbestände durchsucht und umorganisiert werden können, liegt die Gefahr der Manipulation der Ergebnisse nahe. Die Gefahr, daß Datenverarbeitungsanlagen in der Medizin zur Wünschelrute der jeweils Mächtigen werden und diejenigen Ergebnisse produzieren, die der Auftraggeber wünscht, ist nicht von der Hand zu weisen.

- Ein spezielles organisatorisches Problem der Medizin, das durch Rechner erleichtert werden könnte, liegt in der *Qualitätsüberwachung medizinischer Eingabedaten über längere Zeiträume*. Die relevanten medizinischen Aussagen erfordern im allgemeinen Studien, die sich über mehrere Jahre hinziehen. Die Kontrolle und Überwachung der Qualität der Eingabedaten über einen längeren Zeitraum in komplexen Organisationen ist ein ernstzunehmendes Hindernis.

- Auch in der Medizin wird der Übergang von zentralen Rechnern auf *distributed processing und distributed data bases* diskutiert. In Krankenhäusern erprobte Softwaresysteme sind nicht vorhanden. Es kann nicht Aufgabe der Medizin sein, interessante Konzepte der Informatik zu implementieren, wenn die Anwendungsaufgabe dies nicht erfordert. Noch ist nicht abzusehen, wie diese Entwicklung enden wird. Einerseits sind für bestimmte Aufgaben weiterhin eigene Prozessoren erforderlich. Andererseits nehmen die zentralen Aufgaben in größeren Kliniken tendenziell eher zu, z.B. im Bereich der Abrechnung und Verwaltung. Ein Rechnernetz aus zahlreichen kleinen Rechnern in

einem Klinikum wäre ein interessantes Entwicklungsprojekt. Es könnte aber erst nach der nötigen Entwicklungszeit diejenige Routinearbeit leisten, die heute von den vorhandenen Systemen übernommen wird.

- *Mängel der Ausbildung* — sowohl auf Seite der Informatik, als auch auf der Seite der Medizin — sind ein gravierendes Hindernis. Darauf wird noch genauer einzugehen sein. Der Mediziner erfährt im Rahmen der vorgeschriebenen Ausbildung bisher praktisch nichts über die Informatik. Beim Umfang der Lernziele in den zahlreichen medizinischen Teilgebieten ist dies verständlich. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß bereits in den nächsten Jahren im Rahmen des ökologischen Stoffgebiets im zweiten klinischen Jahr Grundbegriffe der Informatik in bescheidenem Umfang jedem Mediziner angeboten werden.

- Ein gravierender Mangel liegt darin, daß *zweckfreie Grundlagenforschung fast nicht möglich* ist. Die derzeitige Förderung bezieht sich auf Projekte mit klaren Anwendungsaufgaben.

- *Hindernisse und Begrenzungen in der Verwaltung und Organisation* sind allgemein bekannt. In der Medizin dauert es besonders lange, bevor eine DV-Anlage aufgestellt oder erweitert wird. Der Konkurrenzkampf um die beschränkten Mittel gegenüber unmittelbar der Krankenversorgung dienenden Aufgaben ist schwer. Die Flexibilität der Verwaltungen scheint eher abzunehmen. Der Weg des zunehmenden Verwaltungsstrüpps wird immer schwieriger zu gehen. Man kann sich nur mit der Gewißheit trösten, daß er sich von selbst im Dickicht verliert. Über das Verwaltungsstrüpp zu springen und einen attraktiven Ausweg zu finden, ist allerdings nicht jedermanns Sache.

5. Wo liegen die Probleme der Ausbildung?

Die Ausbildung erfolgt derzeit weitgehend informell, durch "Learning by doing" in den einschlägigen Projekten.

Mitarbeiter können sich weiterbilden auf Seminaren der Nato-Summer-Schools oder durch Kongreßbesuche. Neben dieser nicht formalisierten praktischen Ausbildung gibt es die Möglichkeit des Doppelstudiums der Medizin und der Informatik, die gar nicht so selten gewählt wird, wie man meinen möchte.

Drei formalisierte Ausbildungsgänge auf verschiedenen Ebenen sind derzeit vorhanden:

- *Medizinische Dokumentations-Assistenten*. Die staatlichen Schulen in Ulm und Gießen bilden pro Jahr zusammen etwa 60 Med. Dok. Assistenten aus. Es handelt sich um eine 2jährige Vollzeitausbildung, die im wesentlichen von Abiturienten gewählt wird. Der Stand entspricht dem der Math.-techn. Assistenten. Der Ausbildungsplan hat Schwerpunkte im Bereich der Medizin, der Informatik, der Dokumentation, der Statistik und der Betriebswirtschaft. Die Schulen produzieren

seit 7 Jahren ihre Absolventen und die Ausbildung hat sich bewährt. Der Berufsverband hat nahezu 250 Mitglieder.

- *Medizinische Informatiker*. Dieser Ausbildungsgang hat nach einem dreijährigen Studium, das gemeinsam von der Fachhochschule Heilbronn und der Universität Heidelberg getragen wird, 1977 die ersten Absolventen entlassen. Die Schwerpunkte der Ausbildung liegen wie bei den Dokumentations-Assistenten in der Informatik, in der Medizin, in der Betriebswirtschaft, in der Statistik und in der Dokumentation. Die Ausbildung ist gegenüber der Med. Dok.-Assistenten um ein Jahr verlängert.

- *Informatiker* (Fachrichtung Medizin). Derartige Ausbildungen im Rahmen des Informatik-Studiums gibt es an vielen Universitäten oder Technischen Hochschulen, z.B. Braunschweig, Hannover und Hamburg. Weitere Universitäten planen sie. Die Grundausbildung der Informatiker wird dabei im Nebenfach durch relativ wenige medizinische Grundkenntnisse ergänzt.

Die derzeitige Ausbildung hat zahlreiche Probleme, z.B.:

- es steht kein erkennbares *einheitliches Konzept* hinter den verschiedenen Ausbildungsgängen, die unzureichend aufeinander abgestimmt sind

- die Ausbildungsgänge sind *nicht durchlässig*. Das Verhältnis zwischen Med. Dok. Assistenten und Med. Informatikern ist z.B. unklar hinsichtlich Qualifikation und Übergängen

- die Schwerpunkte der Ausbildung liegen allgemein zu sehr in der *Theorie* und zu wenig in der *Praxis*. Wir brauchen eher die mittlere und untere Ebene, als die Hochschulebene

- die Schwerpunkte der Ausbildung liegen zu sehr im Bereich der Informatik und Statistik und *zu wenig* im Bereich der *Medizin*. Die Medizinische Denkweise und Umwelt wird unzureichend übermittelt

- die *Weiterbildung* — nach Abschluß eines Studiums — mit der Berufsbezeichnung „Med. Informatik“ ist noch nicht hinreichend formalisiert. Die GMDS und die GI haben in einem gemeinsamen Ausschuß einen Ausbildungsgang erarbeitet, der eine praktische Tätigkeit über 3 Jahre vorsieht, gefolgt von individuellen Ausbildungsplänen. Mit der Berufsbezeichnung „Medizinischer Informatiker“ soll diese Weiterbildung vor einem Anerkennungsausschuß abgeschlossen werden. Für Ärzte gibt es die Möglichkeit, über die Landesärztekammern die Zusatzbezeichnung „Med. Informatik“ zu erwerben. Die Durchführungsbestimmungen befinden sich noch im Stadium der Erprobung.

Hinter den verschiedenen Bemühungen steht das Problem, wie man sowohl dem Informatiker, der in der Medizin arbeitet, als auch dem Mediziner, der sich um die Informatik bemüht, auf die Dauer faire Berufschan-

cen geben kann. Der Mediziner wird zwar die ärztliche Verantwortung tragen müssen, trotzdem kann er nicht immer der Chef sein. Auch Informatiker müssen im Bereich der Medizin entsprechende Aufstiegschancen bekommen, analog zu den Chemikern, die Laborleiter werden können und die die Berufsbezeichnung klinische Chemie von der Fachgesellschaft erhalten. Die Zusammenarbeit zwischen GMDS und GI auf dem Gebiet der Erstellung und Durchführung einer Weiterbildungsordnung ist konstruktiv.

6. Welches sind häufige und attraktive Mißverständnisse zwischen Medizin und Informatik?

Die Beziehung zwischen Informatik und Medizin ist durch eine Fülle von Sprachschwierigkeiten und Mißverständnissen belastet.

Lassen Sie mich einige besonders attraktive Irrwege aufzählen und ein wenig erläutern, auch wenn sie sich mit den schon genannten Hindernissen in der Entwicklung teilweise überlappen.

Das Sprach- und Verständigungsproblem. Echte Kooperation setzt ein gemeinsames Verständnis der anstehenden Probleme voraus. Dieses entwickelt sich nur in langjähriger Zusammenarbeit und kommt noch relativ selten zustande.

Die Mediziner reden von ihren Sprachproblemen und den organisatorischen Schwierigkeiten und die Informatiker von Systemkonzepten, ohne daß man einander versteht.

Die Lösung besteht meist darin, daß formal bestimmte Vorgaben und Ziele für ein Projekt gesetzt werden, die technisch auch gelöst werden. Die eigentlichen Möglichkeiten der Informatik in der Übertragung ihrer Konzepte und ihrer Philosophie auf medizinische Fachinhalte werden dabei aber nicht einmal berührt. Die Verständigung spielt sich auf einer niedrigen Ebene ab, der der Organisation einer technischen Aufgabe.

Der Irrtum, die Medizin sei definiert, ihre Regeln und Verfahren lägen fest, sie habe nur die Vorgaben zu geben, der Informatiker würde diese Vorgaben dann schon realisieren. Die Medizin ist in ihren diagnostischen und therapeutischen Strategien nicht standardisiert und praktisch nicht normiert. Vorgehensregeln lassen sich oft nicht für überschaubare Zeit festlegen. Die Anschauungen der beteiligten Ärzte wandeln sich von Kongreß zu Kongreß und von Ort zu Ort. In einem komplexen Zielfindungsprozeß lassen sich jedoch leidlich konstante Verhaltens- und Verfahrensweisen für bestimmte Situationen in gemeinsamen Gesprächen herausarbeiten und festlegen.

Der Irrtum mancher Klinikchefs, bestimmte DV-Anlagen oder *Informatiker* „besitzen zu wollen“ die für einen arbeiten, wie man eben ein Labor hat. Die Annahme, der Mediziner sei der Chef und der Informa-

tiker der Ausführer, kann dazu führen, daß sich die Verständigung auf der rein technischen Ebene abspielt, und die Möglichkeiten einer echten Kooperation nicht genutzt werden.

Der Irrtum, Med. Informatik sei ein Problem der Rechnerkapazität und lasse sich – ebenso wie die Routineaufgaben eines Klinikbetriebes – durch Universitätsrechenzentren erledigen. Wenn die Informatik für die Medizin fruchtbar werden soll in der ganzen Breite der Anwendungen, gehört sie mit der nötigen Hardware in die Medizin. Lediglich triviale Aufgaben mit relativ weiten Zeitbedingungen lassen sich durch zentrale Rechenzentren abwickeln, z.B. Buchhaltungs- und Abrechnungsaufgaben. Die on-line Patientenaufnahme, das Labor, die Patientenverwaltung, die Patientendatenbanken, schließlich Dialogauswertungen des Patientenmaterials gehören auf eigene Rechner in medizinischen Fachbereichen. Sowohl vom Volumen der anfallenden Operationen, als auch von den organisatorischen Nebenbedingungen her ist dies gerechtfertigt. Datenverarbeitung in der Medizin ist nicht ein Problem der zentralen Rechnerkapazität, sondern der Integration in den Medizinbetrieb. Medizinische Informatik ist ebensowenig ein Problem der Rechnerzeit, sondern der Durchdringung medizinischer Sachprobleme mit formalen Methoden. Dazu muß man die medizinischen Sachprobleme hautnah kennen und dies ergibt sich bei Universitätsrechenzentren erfahrungsgemäß nie.

Der Irrtum, der Informatiker könne ein Problem der Medizin lösen – es fehlen ihm dazu nur ein paar triviale medizinische Kenntnisse. Die Probleme der Medizin sind komplex und über Jahrhunderte gewachsen. Es ist unwahrscheinlich, daß man von außen den Stein der Weisen zufällig findet, so stimulierend solche Hoffnungen sein mögen.

Der Irrtum, Mediziner seien primär dazu bereit, Daten auszutauschen. Ärzte sind primär daran interessiert, ihren Patienten zu helfen und diese zufriedenzustellen. Datenaustausch ist für sie sekundär und wird mit entsprechend schwachem Interesse bedacht.

Der Irrtum, der Informatiker könne das Funktionieren eines implementierten System im praktischen Betrieb garantieren oder erreichen. In einer komplexen Umwelt wie dem Krankenhaus gehört ein gewisser Einfluß unter Medizinern und Verwaltungsleuten, Krankenschwestern und anderem Personal dazu, den praktischen Betrieb zu gewährleisten. Diese Macht und dieser Einfluß muß kontinuierlich ausgeübt werden. Dazu reicht die Position des Informatikers meist nicht aus.

Der Irrtum, der Informatiker könne seine Interessen an der Medizin oder seine sozialen Interessen und Vorstellungen in der Medizin ausleben. Der Informatiker in der Medizin hat primär technische Aufgaben zu lösen. Wenn er sich als verkappter Arzt fühlt oder als Sozialreformer, wird er ständig an die Grenzen seiner

Kompetenzen stoßen und in Konflikte geraten, die ihm nur unerfreuliche Auswege lassen.

Der Irrtum, am eigentlichen Problem vorbeizuentwickeln. Es gibt Informatikprojekte in der Medizin, die vom Rechnereinsatz her vielleicht interessant sind, die aber das Anwenderproblem nicht treffen. Die Steuerung einer Anästhesie oder die direkte rechnergesteuerte Einstellung von bestimmten Blutwerten nach Art einer Prozeß-Steuerung, wobei der Kranke und der Rechner in einen Regelkreis direkt verbunden sind, sind sehr komplexe Aufgaben. Grundsätzlich sollten derartige Aufgaben lösbar sein. Ihre Komplexität wird jedoch leicht übersehen oder unterschätzt. Es resultieren Projekte, die ihr Ziel gar nicht erreichen können, weil die Aufgabe eine Nummer zu groß gewählt wurde und die Zeit und die sonstigen Ressourcen nicht ausreichen. Die Aufgabe wird daher im Projektverlauf reduziert und es kommt zu Lösungen, die bestenfalls einen wissenschaftlichen Beitrag bringen können, im Regelfall aber zu Verlegenheitslösungen führen, die niemandem richtig nutzen. Die Anwender und die medizinische Umwelt tolerieren heute noch die seltsamsten Verfahrensweisen, auch wenn sie nicht optimal sind. Ein gewisser Basisnutzen für die Betroffenen muß jedoch da sein. An medizinischen Aufgaben oder an Verwaltungsproblemen vorbei zu entwickeln und dann implementierte Lösungen durch die Trägheit der Beteiligten durchzusetzen, ist ein Ausweg, der insgesamt mehr schadet, als er nützt.

Der Irrtum der Datenfriedhöfe. Die maschinelle Erfassung und Verarbeitung von Daten ist so einfach geworden, daß sich fast überall Datenfriedhöfe entwickeln. Es ist immer wieder zu fragen, welche Informationen in Daten noch enthalten sind, so daß es lohnt, sie aufzubewahren, für welchen Zweck dies nützlich ist und für wen. In der Sammlerwut der ersten Jahre ist es verständlich, daß durch den Vorteil technischer Systeme und durch die Vorstellung, wenn man die Daten nur gesammelt habe, dann werde man sie auch auswerten, Datensammlungen entstehen, die ungenutzt bleiben. Das bloße Akkumulieren von Daten ist auch in der Medizin sinnlos. Die Größe einer Datei sagt nichts aus über ihren Nutzen. Planmäßig und experimentell gesammelte Daten an wenigen Patienten sind sinnvoller, als ungenau definierte Datensammlungen. Datenfriedhöfe sind bis zu einem gewissen Grad nötig, sie erfüllen eine Funktion. Der methodische Geruch ist jedoch nicht gut, obwohl man manchmal museale Schmuckstücke auf Datenfriedhöfen finden kann.

Der Irrtum, die korrekte Datenverarbeitung garantiere auch korrekte Sachaussagen. Die Fallstricke, die vor und nach der Datenverarbeitung liegen, sind um Dimensionen größer. Auch wenn der Informatiker die korrekte und genaue Datenverarbeitung nach bestimmten Algorithmen garantieren kann, darf er nicht dem Irrtum verfallen, die resultierenden Sachaussagen

seien richtig. Die statistischen Verfahren, die Verfahren der Versuchsplanung, die gesamte Aussagenlogik in der Medizin ist vielschichtig. Die Datenverarbeitung ist innerhalb einer Argumentationskette nur ein kleines Glied, das freilich fest gefügt sein muß. Die eigentlichen Schwachstellen liegen meist davor oder dahinter. Entscheidend bei medizinischen Sachaussagen ist, daß in ein Gehirn die ganze Logik und der Ablauf der Argumentation hineinpassen muß, vom Konzept einer klinischen Studie über die Ausführung und Auswertung bis hin zur Sachinterpretation.

7. Woran soll man Informatikprojekte in der Medizin messen?

- Informationsverarbeitung in der Medizin ist daran zu messen, inwieweit sie dazu beiträgt, den Menschen in seinen Funktionen und seiner Krankheit besser zu verstehen. Eine *bessere Forschung durch bessere Informationsverarbeitung* ist das erste Kriterium. Wie immer man die Verbesserung der medizinischen Forschung durch Datenverarbeitung messen mag: es ist sicher, daß hier die Datenverarbeitung im ganzen gesehen erfolgreich war. Die Präzisierung von Fragestellungen, die Formulierung von Modellen und das logische Durchdenken der Problematik haben durch die Möglichkeiten der Datenverarbeitung zugenommen.
- Informationsverarbeitung in der Medizin ist daran zu messen, ob und inwieweit *Kranke rascher und besser diagnostiziert und behandelt* werden. Bei verschiedenen "dedicated systems" ist es unzweifelhaft, daß ein derartiger Nutzen in mehr oder weniger großem Umfang eintritt, z.B. beim EMI-Scanner, im Labor und in der Nuklearmedizin.
- Informationsverarbeitung in der Medizin ist daran zu messen, ob *Ressourcen besser steuerbar werden* und damit im Prinzip auch zu senken sind. Dazu müssen Kosten und Leistungen erfaßt werden. Ob sie dann gesenkt oder gehalten werden sollen, ist ein politisches Problem, nicht eines der medizinischen Informatik.
- Informationsverarbeitung in der Medizin ist daran zu messen, ob sie *akzeptiert wird* im praktischen Betrieb, weil sie den Arbeitsablauf erleichtert.
- Informationsverarbeitung in der Medizin ist daran zu messen, ob bei den gegebenen Nebenbedingungen unter den *Gesichtspunkten der Informatik* die Lösung eine rationelle ist.

- Informationsverarbeitung in der Medizin ist daran zu messen, inwieweit portable Systeme zustandekommen, die tatsächlich *von anderen Anwendern übernommen* werden.

Ich habe die Reihenfolge bewußt gewählt: zuerst das Kriterium, ob unser Wissen wächst, denn das nützt den zukünftigen Kranken, dann das Kriterium, ob die Diagnostik und Behandlung im Einzelfall verbessert wird, schließlich das Kriterium der Steuerbarkeit der Ressourcen, das der Benutzerakzeptanz und als letzte die Kriterien der Informatik und die Portabilität.

An diesen Kriterien – die sich operationalisieren lassen – könnte man also medizinische Informatik in ihren Applikationen messen, ihre Wege und Irrwege beurteilen. In den USA gibt es Ansätze und Studien dazu, gelegentlich auch bei uns, aber eingengt auf Teilaspekte, z.B. die Benutzerakzeptanz und die Übertragbarkeit.

Die Medizinische Informatik wird sich in den nächsten Jahrzehnten als Fachgebiet stabilisieren. Sie wird einerseits von großen ärztlichen Forscher-Persönlichkeiten oder von Methodikern getragen werden, andererseits von immer wiederkehrenden technischen Leistungen. Es wird sich vermutlich ein kleiner Theoretikern entwickeln, der es rechtfertigt, von einem eigenen wissenschaftlichen Fachgebiet zu sprechen. Dieses Fachgebiet wird zahlreiche Überlappungen zu anderen Gebieten immer haben und ist ein Bestandteil der theoretischen Medizin. Ein echter Dialog zwischen Informatik und Medizin wird langsam in Gang kommen.

Der Computer ist ein nützliches Gartengerät im Garten der Medizin, ein Schubkarren zum Transportieren von Erdmassen, ein Auto, in dem man seine medizinischen Produkte zum Markt fahren kann. Mit der eigentlichen gärtnerischen Tätigkeit hat er noch wenig zu tun, in die Gedankengänge der Medizin dringt er erst langsam ein.

Aufgabe des nächsten Jahrzehnts könnte es sein, in einem Prozeß der Partnerschaft Grenzen der Medizin und Grenzen der Informatik abzutasten. Sie dürften enger sein, als mancher Enthusiast sich das noch vor wenigen Jahren hat träumen lassen.

Eingegangen am 15. Mai 1978

Prof. Dr. K. Überla
 Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Statistik und Biomathematik der Universität
 Marchioninistraße 15
 D-8000 München 70