Hauptseminar Informatik und Gesellschaft:

Vortrag 7:

Informatik in der Medizin

Moderner Diagnostik, Moderne Verwaltung

von
Dragan Zuvic

am 18. Juni 1997

Prüfer:
Prof. Dr. Klaus Lagally
Dipl. Inf. Stefan Schimpf

Abstract: Examples of usage of software in medicine. Problems and Chances for the society for the usage of different kinds of software.

Abstrakt: Beispiele von Software in der Medizin. Gefahren und Chancen für die Gesellschaft bei der Benutzung von verschiedenen Softarearten

1 Einleitung

Seit etwa 30 Jahren werden Computer in der Medizin verwendet. In Deutschland wurde Mitte der sechziger Jahre begonnen, Rechenzentren in Krankenhäusern aufzubauen [KOE72] . Aber auch bereits davor wurden Computer in der Statistik eingesetzt.
Die Geschichte der Medizinischen Informatik ist jedoch nicht Gegenstand. Es soll vielmehr auf Folgen und Änderungen des Gesundheitswesens eingegangen werden. Moderne Technik wird meistens eingesetzt, um Patienten zu helfen, aber auch manchmal aus Kosten- , Prestige- und Dokumenationsgründen. Mit Hilfe der Computertechnologie versucht man, nicht nur im Gesundheitsbereich, entstehende Kosten zu senken. Oft wird aber moderne Technik einfach eingesetzt, um deren Funktionsfähigkeit zu demonstrieren.

1.1 Gesichtspunkte

Persönlichkeits- und Eigentumsrechte in der Informatik werfen keine neuen ethischen oder moralischen Probleme auf [BZ97]. Allerdings wird der Kontext in dem ethische Fragen auftreten geändert. In den Folgenethiken werden die kurzfristigen und/oder langfristigen Folgen des Handelns einer oder mehrerer Personen betrachtet. Das Handeln soll den größtmöglichen Nutzen und kleinsten möglichen Schaden haben. Die deontischen Ethiken befaßt sich nicht mit den Folgen des Handelns, sondern die Intension der Handlung steht hierbei im Mittelpunkt. Kants Kategorischer Imperativ ist ein Vertreter dieser Gattung.
Die folgenden Beispiele und Überlegungen werden unter den Gesichtspunkten der Folgenethiken betrachtet. Nicht das Handeln der Informatiker in der Medizin wird betrachtet, sondern deren Auswirkungen auf die Medizin und Gesundheitsversorgung.

1.2 Medizin

In der Medizin wird Software in vielen verschiedenen Bereichen eingesetzt. Alle einzeln aufzuführen wäre sicherlich unmöglich. Kategorien spiegeln nur Teile der Wirklichkeit wider, da viele Bereiche keine feste Grenzen kennen. Grob kann man die in der Medizin verwendete Software unterscheiden in ihrer Funktion.
Medizin ist eine Wissenschaft von kranken und gesunden Lebewesen [WMI90 Seite 315]. Medizin in Zusammenhang mit dem Menschen wird auch Humanmedizin genannt. Der Begriff „Medizin“ wird fortan mit dem Begriff Humanmedizin gleichgesetzt. Die Medizin gliedert sich hauptsächlich in die Bereiche *Diagnose*, dem Erkennen einer Krankheit, und *Therapie*, der Heilung einer Krankheit. Die *Pathologie* beschäftigt sich mit den Ursachen und Erscheinungen von Krankheiten und die *Prävention* mit dem Verhindern der Krankheitsentstehung. Das Ziel der Medizin ist die Förderung, Wiederherstellung und Erhaltung der Gesundheit von Einzelpersonen in der *Individualmedizin*, oder von Personengruppen in der *Sozialmedizin*. Schließlich müssen alle vorher genannten Bereiche in der *praktischen Medizin* umgesetzt werden.

1.3 Software

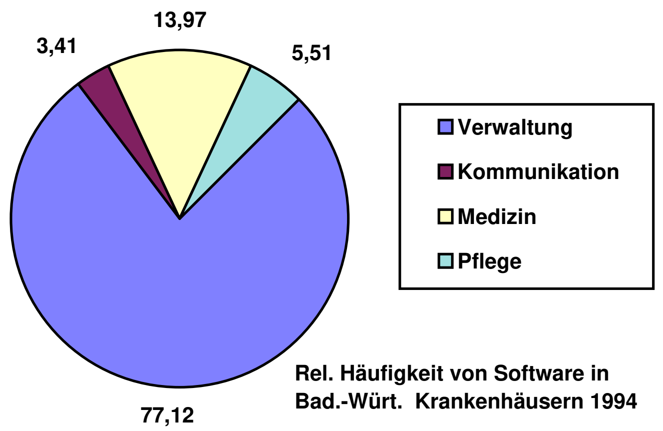
Software ist die Gesamtheit oder ein Teil der Programme für Informationsverarbeitende Systeme. Nur die Information, die formalisierbar ist, wird von Computern verarbeitet. Gerade Zusammenhang mit der Medizin sind viele Problemstellungen nicht formalisierbar. Es bleiben für die Medizin nur noch wenige Bereiche *Diagnostik*, *Therapie*, und aus der *praktische Medizin* die Verwaltung, Dokumention und die Lehre.

In der Medizin gibt es jedoch Abläufe, die nicht mit Hilfe von Computerprogrammen erfaßt werden können. Es sind meist komplexe Vorgänge, für die es (noch) keine Modelle gibt, z.B. Denkabläufe des Gehirns oder Allgemeinwissen.

Einige Beispiele:

Diagnostik	Alle Formen von Computer Tomographien und ähnliche Bildgebende Verfahren. Expertensysteme wie MYCIN. Laborroboter. Telemonitoring
Therapie	Roboter. Telemedizin. Implantate. Steuerungssoftware von med. Instrumenten.
Dokumentation	Datenbanken und statistische Auswertungen. Textverarbeitung. Medizinische- oder Notfallkarte
Verwaltung	Krankenhaus Informationsysteme. Administrative Chipkarten
Lehre	Simulatoren. „Multimediale“ Lernsysteme. Alle oben genannten, da diese auch geschult werden müßen

Nach einer Studie in [BK94] wird Software in Krankenhäusern zu über 70% in der Verwaltung genutzt. In dieser Studie wurden Daten von 160 Baden-Würtembergischen Krankenhäusern ausgewertet. In den Fragebögen wurden gefragt, welche Software in welcher Art verwendet wurde. So z.B. ein Krankenhaus eine Patientenverwaltung und eine Finanzbuchhaltung betreiben. So wurden insgesamt 2198 Softwarearten gezählt, von denen 1695 der Verwaltung zugeordnet wurden.



Rel. Häufigkeit von Software in Bad.-Würt. Krankenhäusern 1994

Im allgemeinen gibt es keine Softwareart, die nicht in der Medizin verwendet werden könnte. So gibt es Software in EKG-Geräten, welche die gemessenen Werte dokumentieren, oder Laborroboter, die automatisch Blutproben untersuchen. Auch wurde von Software berichtet, die in der Psychotherapie gegen Phobien eingesetzt wird. In der Medizin wird jedoch auch Software eingesetzt, welche nicht im Vordergrund zu sehen ist. Ein Beispiel wäre die Software einer Telefonanlage eines Krankenhauses. In diesem Dokument kann nur auf einige spezielle Softwarearten eingegangen werden.
Die folgende Tabelle zeigt einen kleinen Überblick über den Einsatz von verschieden Softwarebereichen in der Medizin.

Textverarbeitung	Medizinische Dokumentation. In einem durchschnittlich großem Krankenhaus werden etwa 200.000 Arztbriefe pro Jahr erstellt..
Tabellenverarbeitung	Forschungsberichte. Statistiken.
Statistik- und Mathematik SW	In Forschung unbedingt notwendig. Ohne Statistische Aussagen, kann man keine medizinischen Hypothesen durch statistische Methoden erhärten.

Datenbanken	Patientendaten und Patienteninformationen verwaltet in Krankenhäusern, Arztpraxen und Krankenkassen.
Netzwerk-Bertiebssoftware	Kein Computer ohne Betriebssystem. Netzwerkunterstützung bei verteilten Einrichtungen.
Software zur Erstellung von Simulationen	Nachbilden von Organfunktionen. Nachbilden Molekularer Reaktionen in der Pharmazie.
Steuern, Regeln. Robotik	Steuern von Meßrobotern. Roboter in der Chirurgie
Bildverarbeitung	Verstärkung des Kontrasts bei Bildgebenden Diagnostika. Hervorheben bestimmter Details. Archivierung.
Dokumentenarchivierung	Erstellung von umfangreichen medizinischen Dokumentenarchiven. Verwaltung von Berichten.

1.4 Medizinische Informatik

Die Medizinische Informatik befaßt sich mit der systematischen Sammlung und Verarbeitung von Daten in der Medizin, wie Patiendaten, EKG oder Bilder. Primär will sich dieses Fach an den einzelnen Menschen und seine Gesundheit ausrichten. Technisch jedoch geht es um die Weiterentwicklung diverser Teilziele. Alle folgenden Ziele sind aus [Hau95] entnommen.

1.4.1 Weiterentwicklung diagnostischer Methoden

Viele diagnostische Methoden verletzen den Menschen. Wenn man z.B. eine Blutuntersuchung macht, muß dem Menschen ein kleines Loch durch die Haut in stechen, um an das Blut heranzukommen. Aber auch bei Bestrahlung wird der Körper verletzt. Meist müssen nicht die Meßmethoden verbessert werden, sondern die Informationsverarbeitung und Präsentation.

1.4.2 Weiterentwicklung therapeutischer Methoden

In diesem Teilziel wird versucht, bei Eingriffen in den Körper diesen nicht zu verletzen. Dazu kann man die Planung am Computer von minimalen invasiven Eingriffen und Bestrahlung zählen. Bei der Entwicklung von Mikrosystemtechnik wird die Informationsverarbeitung eine wesentliche Rolle spielen. Bei Operationen am Gehirn, kann man mit Hilfe des Computers den Eingriff planen. Während der Operation kann das Instrument auf den Millimeter genau im Körper ohne Sicht mit einem Minimum an Schaden bewegt werden (siehe auch [Ha95] und [Gu95]) .

1.4.3 Weiterentwicklung der Simulation therapeutischer Eingriffe

Die Simulation therapeutischer Eingriffe steht in einem Engen Zusammenhang zu diesen selbst. Gerade die Mediziner sind auf praktischen Unterricht angewiesen. Dadurch wird weniger lebende Testobjekte benötigt. Bei schwierigen Eingriffen kann man durch vorherige Planung und Simulation die *Qualität* der Eingriffe erheblich verbessern. Man muß allerdings auch immer die Grenzen der Simulation vor Augen halten. Ein simuliertes Model kann nie die Wirklichkeit widerspiegeln. Es ist auch ein Ziel, zu wissen wie eingeschränkt die Simulation ist.

1.4.4 Weiterentwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Prävention

Diagnostik und Therapie sind nur das Ende einer Behandlungskette. Am Anfang steht sicherlich die Prävention. Je früher eine Krankheit erkannt wird (meist vom Patienten) desto größer ist die Wirksamkeit der Diagnostik und Therapie. Die Informationsverarbeitung spielt eine unbeachtete Rolle am Anfang dieser Kette. Ziel ist es kostengünstige Werkzeuge der Informationsverarbeitung weit zu verbreiten. So gibt bereits heute z.B. Uhren, die anhand der aktuellen UV-Strahlung und dem Hauttyp des Trägers die verbleibende Zeit anzeigen, die der Träger in der Sonne verweilen darf.

1.4.5 Die Weiterentwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Linderung körperlicher Behinderung

Linderung von Behinderungen in Zusammenhang mit der Informationsverarbeitung bedeutet meist Prothesen, welche Sinneswahrnehmungen verbessern sollen. Ein Zahnimplantat mit eingebauten Computer ist nicht so sinnvoll, wie ein Implantat , welches Hören und Sehen verbessert.

1.4.6 Die Weiterentwicklung der Gesundheitsberatung

Beratung ist zeitintesiv und damit teuer. Medizinische Informationsverarbeitung kann helfen, den Patienten zu informieren. Der „informierte“ Patient birgt allerdings auch Gefahren. So kann sich der Patient mit Hilfe moderner Lernmethoden und einfachen Expertensystemen den Arzt ganz oder teilweise wegrationalisieren. Gesundheitsberatung mit Hilfe der Computertechnologie birgt jedoch auch ein ungeahntes Potential. Damit könnte, gerade in Verbindung mit der Prävention, der Patient ein Wissen und eine Beratungsqualität erhalten, welche ohne Informationstechnologien nicht bezahlbar wäre.

1.4.7 Weiterentwicklung der Gesundheitsberichterstattung

Ein Problem des Gesundheitswesens ist das relativ geringe Wissen über den Gesundheitszustand der Bevölkerung. Mit Hilfe der Informationstechnologien kann man nahezu automatisch den Zustand der Bevölkerung erfahren. Es versteht sich natürlich von selbst, daß die Sicherung des Datenschutzes wohl das größte Problem an der Realisiebarkeit sein wird. Auch auf technischer Seite muß man sich Gedanken machen, wie man einen umfassenden Gesundheitsbericht auf der Basis von kooperierenden, aber heterogenen, Informationssystemen gewinnen kann.

1.4.8 Weiterentwicklung von Methoden und Werkzeuge für das Management

Krankenhausinformationssysteme (KIS) gehören zu den typischen Vertretern des Managment Feldes. Jedoch sind heutige Systeme groß (physikalisch) und unhandlich. Ein Terminal in einem Schwesternzimmer ist größer als eine Akte eines Patienten und unhandlich, da man einen Terminal nicht zum Patienten bewegen kann. Ziel ist es, diese Systeme so unauffällig wie Bleistift und Papier zu machen. Es sollte auch weiterhin über Methoden nachgedacht werden, die die Behandlung und Pflege des Patienten an mehreren Orten, bzw. Einrichtungen, unterstützt.

1.4.9 Weiterentwicklung von Methoden und Werkzeugen für die Medizinische Dokumentation und zur Unterscheidungsunterstützung

Die Grundlage aller oben genannten Ziele ist die systematische Dokumentation von Wissen, Forschungsergebnissen und natürlich den Patientendaten. Dieses Wissen kann man formalisieren und mit Hilfe wissensbasierter Systeme Werkzeuge zur Entscheidungsunterstützung entwickeln. Jedoch muß man sich Gedanken machen, inwieweit der Arzt hierbei zu ersetzen ist.

1.5 Allgemeine Gefahren und Probleme von Software

1.5.1 Softwarefehler

Softwarefehler treten überall auf, gerade in der Medizin können sie verheerende Folgen haben. Meistens wird die Gesundheit einer Lebensform dabei beeinträchtigt oder dauerhaft zerstört. Softwaresysteme werden im allgemeinen immer komplexer, und damit immer anfälliger für Fehler. Die Programme verlieren an „Robustheit“ und an „Qualität“. Die Schätzungen über das Auftreten eines Softwarefehlers liegen zwischen 3 Fehlern in 1000 Lines of Code (LOC) und 2 in 100 LOC [BZ97].
Software in der Medizin kann in einigen Fällen validiert werden, oder fehlertolerant geschrieben werden. Eine Steuerungseinheit eins Röntgengerätes kann z.B. mehrfach implementiert werden. Die Entwicklung fehlertoleranter Software ist um ein vielfaches Aufwendiger als die Entwicklung „herkömlicher“ Software, wie eine Textverarbeitung.
Oft ist die verwendete Software zu komplex, um solche Methoden wirtschaftlich einsetzen zu können, z.B bei einem integrierten Krankenhausinformationssystem.

1.5.2 Eigentumsrechte

Die Frage des Urheberrecht bei den Computerprogrammen ist, zumindest juristisch, geklärt. Bei den Patientendaten stellt sich die Frage, wem die Information über den Patienten gehört. Darf ein Arzt aus Urheberrechtsgründen Patientendaten dem Patienten vorenthalten und darf er, ohne Wissen des Patienten, diese einem anderen Arzt überlassen oder gar kopieren?

1.5.3 Gesellschaftliche Aspekte

Jedes Werkzeug kann auch mißbraucht werden. So kann man mit einem Messer ein Brot schneiden, und mit dem selben Messer ein Person töten. Dasselbe gilt auch für die Informationstechnologie. Die meisten Delikte in der Informationstechnik sind für das Opfer jedoch unsichtbar. Meist ist nur dem Nutzer eines Computersystems bekannt, was mit den Daten anderer geschieht. So ist z.B. mit „Data Mining“ möglich aus riesigen Datenbeständen maschinell Ableitungen und Abhängigkeiten herauszuarbeiten. Treten einzelne Datenschutzdelikte auf, so sind diese nicht nur schwer beweisbar, sondern auch gering in der Verfolgung.
Ein weiteres Problem ist die „Entethisierung“ [BZ97] von computergestützten Arbeitsabläufen. Durch die Benutzung von Informationstechnologien kann eine Entfremdung zum Arbeitsablauf auftreten. Gerade im medizinischen Bereich kann solches jedoch sehr problematisch werden. Ein Beispiel: Alle Arbeitsabläufe zwischen Arzt, Krankenschwester und Therapeut werden mit menschlichen Kommunikationstechniken auf einander abgestimmt. Setzt man an dieser Stelle Informationstechnologien, wie Krankenhausinformationssysteme, ein, so kann sich diese Abstimmung sehr verschlechtern, zum Leid des Patienten.

2 Bildgebende Verfahren

Eines der älteren Diagnostischen Werkzeuge ist das Thermometer. Die Erfindung des ersten Thermometers wird Galileo zugeschrieben. Das zuerst dokumentierte Thermometer hat der Physiker Gabriel Daniel Fahrenheit 1714 konstuiert. An und für sich haben Fieberthermometer nichts mit Informatik und Medizin zu tun. Jedoch schrieb der Arzt de Grimaud 1791 über das Fieberthermometer: „Der Arzt muß sich vor allem bemühen in der Fieberhitze Qualitäten zu unterscheiden, die nur von einem sehr geübten Spürsinn wahrgenommen werden können.“.

Mit dem Fieberthermometer lasse sich die „die beißende und irritierende Qualität der Fieberhitze“ nicht feststellen.
Im Prinzip ist dieser Disput bis heute geblieben. Jedoch geht es nun nicht mehr um Fieberthermometer, sondern um Computertomographen und Expertensysteme, die heute die Ärzte in aller Welt bedienen. Wie am Beispiel des Fieberthermometers erkennen kann, trifft die generelle Ablehnung gegenüber moderner Technik nicht den Sachverhalt. Deswegen möchte ich an einigen Beispielen gesellschaftliche Aspekte der Informatik in der Medizin darlegen.

2.1 Tomographen

Röntgenmedizin ist in der Medizin zu einem Standard geworden. Im Jahre 1895 wurden durchdringende Strahlen von W. Röntgen entdeckt, als er mit Elektronenstrahlröhren experimentierte. Innerhalb weniger Monate nach seiner Veröffentlichung existierten die ersten medizinischen Anwendungen. Er stellte fest, daß die nach ihm benannten Röntgenstrahlen sich nicht durch magnetische Felder beugen ließen. [Tip95]
Die Röntgenbilder in der Medizin haben jedoch technische Nachteile und Leistungsgrenzen. Durch Überlagerung verschiedener Gewebe und Schatten (z.B. von Knochen) ist das Erkennen von Krankhaften Prozessen sehr schwer. Die Informatik schafft hier Abhilfe. Goudfrey Hounsfield konstruierte bereits 1972 den ersten Computer Tomographen, wofür er 1979 den Nobelpreis erhielt. Das Prinzip ist einfach. Anstatt die Röntgenstrahlen und Meßvorrichtung (meist Photoplatte) örtlich zu fixieren, bewegt man beide, so daß man eine räumliche Information in die Meßdaten interpretieren kann. Die Informationen kann man schnittweise oder spiralförmig ermitteln. Bei der spiralförmigen Untersuchung entstehen weniger Interpolationsfehler. Da der Raum bei der Schnittmusteruntersuchung zwischen den Schnittebenen interpoliert werden muß, treten Artefakte auf, wenn man die Daten räumlich visualisiert. Ein großes Problem bei allen CT basierten Systemen, sind Bewegungen. Das Erstellen von CT Daten kann bis zu 20 min dauern. Hierbei darf sich das Herz und die Lunge nicht bewegen, wenn der Arzt diese Regionen näher untersuchen möchte. Eine Methode diesem Problem zu entgehen, ist die Synchronisation auf den Herzschlag oder die Atmung.

Üblicherweise werden Computer Tomogramme mit folgenden Techniken erstellt

2.1.1 Röntgen CT

Hierbei werden normale Röntgenstrahlen verwendet. Meist kreisen Detektoren und Elektronenstrahlröhre einige male um auf einer Ebene senkrecht zur Wirbelsäule. Die Strahlenbelastung beim Erzeugen *eines* Schnittbildes wird in der Literatur z.B. [Ot95], als weniger belastend angegeben, als eine normale Röntgenaufnahme. Allerdings gilt dies nicht mehr bei Erzeugung mehreren Schnittbilder. Mann kann auch mittels Röntgen-CT verschiedenes Gewebe unterscheiden. Beim Einsatz von Röntgen-CT können eingespritzte Kontrastmittel die Ergebnisse der Untersuchung verbessern.

2.1.2 Magnet-Resonanz CT

Bei diesem Verfahren werden Schnittbilder mit einem sehr hohen Kontrast und sehr hoher Detailgenauigkeit erzeugt. MR-CT basiert auf dem Prinzip der Kernspinzresonanz. Atomkerne besitzen ein magnetisches Moment [Tip95]. Setzt man ein Wasserstoffatom einem Magnetfeld aus, so gibt es eine Wechselwirkung zwischen dem angelegten Magnetfeld und dem magnetischen Moment des Protons im Kern des Atoms. Die Wechselwirkung zeigt sich in Form einer Energiedifferenz ΔE. Sie hängt davon ab, ob das magnetische Moment parallel oder antiparallel zum Magnetfeld ausgerichtet ist. Bestrahlt man nun das Wasserstoffatom mit einem Photon der Energie ΔE, so geht der geht der Kern von einem niedrigeren in ein höheres

Energieniveau über. Diesen Effekt nennt man Kernspinresonanz. Bei einem Wasserstoffatom und einem Magnetfeld von 1T geschieht dies mit Photonen der Frequenz von 42,5 MHz, also Radiowellen. Die Kernspinresonanzfrequenz ist abhängig vom angelegten Magnetfeld.
Nach einer Weile fallen die Energieniveaus zurück, bei dem ein Photon wieder freigegeben wird. Ist das Wasserstoffatom in einem Molekül gebunden, so gibt es auch noch eine Wechselwirkung mit „inneren Magnetfeldern“, das von Atomen aus der nächsten Umgebung erzeugt wird. Beim Zurückfallen auf ein niedrigeres Niveau wird ein Photon mit einer Frequenz abhängig vom inneren Feld ausgesendet, welches Hinweise auf die chemische Umgebung liefert. Die Ortsinformation erhält man durch inhomogene Magnetfelder, welche einem homogene Magnetfeld überlagert werden. Das inhomogene Feld hat eine Form mit der man jedem Volumenelement eindeutig eine bestimmte Resonanzfrequenz zuordnen kann.

2.1.3 Positronen-Emissions CT

Bei dieser Methode werden kurzlebige radioaktive Präparate dem Patienten verabreicht. Die Zerfallsrate einiger Präparate liegt manchmal bei wenigen Minuten. Dadurch steigen die Kosten erheblich, da diese Präparate vor Ort hergestellt werden müssen. Verwendet man z.B. das O-18 Isotop, so beträgt die Halbwertszeit dieses Isotops lediglich 2 Minuten.
Das Prinzip ist, bestimmte Stoffwechselprodukte, wie Glucose, radioaktiv zu markieren. Die Präparate sammeln sich an den Stellen, an denen sie verbraucht werden. Beim Zerfall wird jeweils ein Positron frei, welches Grammastrahlen aussendet, wenn es mit einem Elektron kollidiert. Diese werden registriert und in der EDV verarbeitet. Die Anwendungsgebiete liegen natürlich bei Untersuchung von Stoffwechselvorgängen im Gehirn, bei Krebs und in der Kardiologie. So verbraucht Narbengewebe einer Krebsoperation weniger Stoffwechselprodukte als Krebsgewebe. Bei den anderen CT-Verfahren kann man oft nicht unterscheiden, ob es Krebs- oder Narbengewebe ist.

2.2 Ulraschall

Ultraschalldiagnostik erhält eine besondere Behandlung. Da das Prinzip der Ultraschalldiagnostik sehr einfach ist, ist es deshalb auch sehr billig. Es ist dadurch weit verbreitet. Allerdings ist Bildqualität sehr schlecht. Feine Strukturen sind nur schlecht und mit einem hohen Zeitaufwand festzustellen. Erst recht, wenn die gesuchte Struktur wegen krankhaftem Verlauf gar nicht vorhanden ist.
Ultraschall wird von unterschiedlichem Gewebe unterschiedlich reflektiert. Dadurch kann man ein Bild rekonstruieren. Einer der Vorteile der Ultraschalldiagostik ist die Registrierung von Bewegungen. Mit Hilfe der Informatik, kann man aber nicht nur Bilder und Bewegungen einfach darstellen, sondern auch Informationen daraus herleiten. So wird in [HPT96] beschrieben, wie man aus den Bildern eines Echokardiagrammes das Schlagvolumen und Ejektionsfraktion, die Blutmenge bei einem Herzschlag, automatisch berechnet. Der Arzt muß also nicht mehr diese Werte manuell ausrechnen. Mit Hilfe der Informationstechnologie kann man die gewonnen Daten auch dreidimensional darstellen [GS97]. Der Arzt kann während der Untersuchung entscheiden zwischen den Darstellungsformen entscheiden. Die Position des Schallkopfes kann man z.B. durch einen mechanischen Arm oder durch infrarote oder elektromagnetische Sensoren erfassen. Diese werden dann wie bei den Tomographen zu einem räumlichen Bild zusammengesetzt. Gerade in der Ultraschalldiagnostik macht es oft Sinn, die entstehenden Bilder mit Filtern zu bearbeiten. Ein Problem ist jedoch der mögliche Informationsverlust, bei nicht sachgerechter Benutzung.

2.3 sonstige Bildgebende Verfahren

Ein weiteres bildgebendes System ist die normale Röntgenaufnahme. Die wird jedoch nicht mittels Photopapier erstellt, sondern mit Speicherfolien, welche elektronisch ausgelesen werden. Bei der „Digitalen Luminiszenz-Radiographie“ wird auf einer mit Flour-Barium beschichteten Folie Energie von den Röntgenstrahlen kurzfristig gespeichert. Diese kann man in einem Computersystem weiterverarbeiten. Der Vorteil der Digitalen Luminiszenz-Radiographie ist die höhere Auflösung der Helligkeitsstufen und die nachträgliche Bearbeitung der Bilder. So kann man z.B. Unterbelichtung oder Überbelichtung mit entsprechenden Filtern kompensieren, oder den Kontrast künstlich erhöhen.

2.4 Probleme mit modernen Bildgebenden Verfahren

Alle modernen Bildgebenden Verfahren, wie MR-CT, haben die Gefahr der Vorurteilsbildung. Durch Falschfarbendarstellung kann die Aufmerksamkeit des Arztes auf unwichtige Ergebnisse gelenkt werden. Ärzte müssen sich der Tatsache bewußt sein, daß auch modernste digitale Meßinstrumente auch erhebliche Meßfehler haben können, und diese durch Visualisierung nicht leicht erkannt werden.

3 Expertensysteme und Datenbanken

Expertensysteme sind Programme zur medizinischen Entscheidungsunterstützung. Die Mitte der siebziger Jahre wurden Programme wie MYCIN oder CASNET vorgestellt. MYCIN ist ein Expertensystem, welches Diagnose und Antibiotikathearpie von bakteriellen Infektionskrankheiten des Blutes erstellen kann. In der Praxis haben sich Expertensysteme allerdings nicht durchsetzen können, trotz guter Erfolge in Spezialgebieten. Dies hat vor allem drei Gründe

1. Die Systeme sind stark spezialisiert., so daß sie nur bedingt einen praktischen Nutzen haben. So muß der Arzt z.B. bereits wissen, daß der Patient eine bakterielle Infektion des Blutes hat, wenn er MYCIN einsetzten möchte.
2. Die Wissensrepräsentation ist immer noch zu eingeschränkt. Meist basieren diese Systeme auf Produktionsregeln. Kausales und zeitliches Wissen über Krankheiten kann mit diesen Systemen kaum abgedeckt werden [WMI90 Seite 318]. Zudem ist das Erstellen von Wissensbasen sehr aufwendig, vor allem wenn man Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Krankheiten (Bereiche allgemein) „speichern“ möchte.
3. Taktiles, Visuelles und akustisches Wissen wird oft mit Allgemeinwissen dargestellt. Dieses ist wiederum bedingt mit Wissensbasen darzustellen.

(4.) Welcher Arzt rationalisiert sich selbst weg?

Das Programm RIAD wird in England eingesetzt, in Deutschland wird seit kurzem an einigen Klinken erprobt. In der Notfall- und Intensivmedizin fallen durch einen großen Pflegeaufwand hohe Kosten an. Beispielsweise kann die Behandlung einer Virusenzephalitis mit 1 Jahr 6 Monaten Koma und zwei Jahre Rehabilitationsmaßnahmen knapp 780 000 DM kosten [SZ597]. Bei Operationen oder Transplantationen wären die Kosten erheblich größer. RIAD, bereits 1988 von René Chang entwickelt, sammelt Daten, die in der Intensivmedizin anfallen, z.B. Leberwerte, Herz-Kreislaufwerte, und wertet diese aus. Es gibt eine Überlebenswahrscheinlichkeit und die voraussichtlichen Behandlungskosten an.

3.1 Datenbanken

Es existieren einige hundert Datenbanken auf dem medizinischen Sektor. Man kann die Information wahlweise Online oder Offline beziehen. In [KDE96] sind die wichtigsten aufgeführt und erklärt. Eine der größten ist MEDLINE mit über acht Millionen Kurzbeschreibungen, sogenannten Abstracts, medizinischer Dokumente.

Datenbanktypen:	
Volltext	Artikel werden vollständig abgespeichert.
Faktendatenbank	Wie bei einem Lexikon wird Wissen über Stichwörter verwaltet.
Bibliographie	Nur Autor und Titel, eventuel Herausgeber und Erscheinungsjahr, von Artikeln und Büchern.
Abstract	wie Bibliographie. Jedoch gibt es für jeden Eintrag eine Zusammenfassung
Bilder	Bilder und Graphiken werden verwaltet. Eventuell mit automatischer Erkennung und Zuordnung der Bilder.

Durch Datenbanken können Ärzte schneller zu medizinischem Wissen gelangen. Damit wird die Qualität der Arbeit des Arztes allgemein verbessert.

3.2 Probleme mit Expertensysteme und Datenbanken

Die Expertensysteme sind nicht praxistauglich (siehe oben). Allerdings können sie wiederum das Wissen der Mediziner schneller verfügbar machen und dadurch die Qulität einer Behandlung erhöhen. Es erhebt sich auch die Gefahr, wenn Expertensysteme in der Diagnose praxistauglich werden, daß der Arzt verlernt, selbst Diagnosen zu erstellen, oder nicht mehr in der Lage sein wird, Diagnosen von Expertensystemen zu bewerten. Jedoch ist letzteres lediglich eine Implikation in der Zukunft. Datenbanksysteme sind zur Zeit . örtlich und funktionell unabhängig voneinander. Der Arzt muß oft mehrerer Datenbanken bedienen, um zu seiner Information zu gelangen. Medizinische Datenbanken sollten auch eine mächtige Abfragesprache besitzen, um schnell zu einem Ergebnis zu gelangen. Gleichzeitig müssen sie für den Arzt einfach zu bedienen sein.

4 Implantate

4.1 Das Cochlea Implantat

Das Cochlea Implantat ist bereits 1964 zum ersten mal eingesetzt worden. Bei einigen Formen der Gehörlosigkeit, kann man durch Einsetzten von Elektroden in die Hörschnecke den Hörnerv reizen, um damit Hören zu ermöglichen. Allerdings kann der Schall nicht einfach auf die Elektroden übertragen werden. Der Schall muß vorher gefiltert werden und in seine Frequenzanteile aufgespalten werden. Dafür bedarf es eines Rechners, der diese Vorarbeit leistet.

4.2 Gefahren

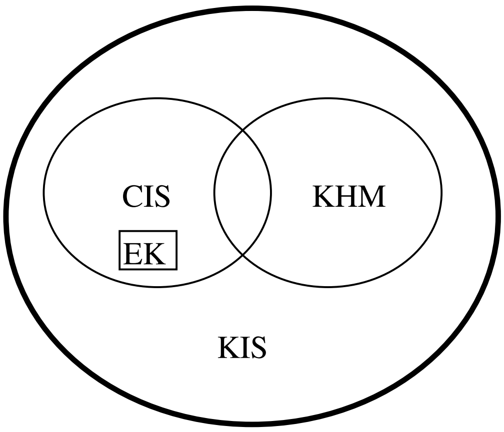
Das Hauptproblem liegt darin, daß es dem Menschen immer mehr gelingt, maschinelle Informationsverarbeitung mit natürlicher zu koppeln. Das Colchea Implantat ist erst der Anfang. Die Folgen dieser Anbindung an das Nervensystem sind nicht absehbar. So ist bereits berichtet worden, daß beim Fehlen des ganzen Hörnervs die Elektroden am Ende des Nervs, am Gehrin, implantiert wurden [ct95].

5 Verwaltung

Verwaltung ist eine Institution, welche organisatorische Funktionen erfüllt. Software in der Verwaltung hat oft nicht viel mit Medizin zu tun. Das Erstellen einer Bilanz oder eines Quartalabschlusses einer Arztpraxis hat wenig gemein mit einer medizinischen Anwendung. Meist wird Software in der Verwaltung aus Gründen der Rationalisierung eingesetzt. So erhofft sich der Arzt bei einer Patientenverwaltung, schneller an dessen Krankengeschichte zu gelangen.

5.1 Krankenhausverwaltung

Ein Krankenhausinformationssystem (KIS) behinhaltet Softwarearten aus dem Bereich Verwaltung, Medizin und Pflege [BK94]. In der Literatur existieren mehrere Definitionen eines KIS. Dies liegt unter anderem daran, daß Krankenhäuser verschieden groß und unterschiedlich budgetiert sind. Für den einem ist bereits eine Patientendatenbank ein KIS, und für den anderen gehört auch ein Managementsystem dazu. Nach Hannan gliedert sich ein KIS in mind. drei Teile. Einem „Hospital-Managment-System“ (HMS), einem „Clinical Information-System“ (CIS) und einer „elektronischen Krankenakte“ (EK). Im HMS, dem Krankenhaus Managementsystem, sind ausschließlich Betriebswirtschaftliche Funktionen eingegliedert. Das CIS, dem klinischem Informationssystem, enthält eine zeitnahe medizinische Datenbasis, z.B. die elektronische Krankenakte.



CIS: Klinisches Informationssystem
KHM: Krankenhaus Managment System
EK: Elektronische Krankenakte
KIS: Krankenhausinformationssystem

Abb.: Hospital-Information-System nach Hannan

Ein KIS hat folgende Gütekriterien:

- Alle Informationsprozesse in einem Krankenhaus sollen unterstützt werden. Dazu gehört neben Patienteninformation auch Bildarchivierung.
- Zwischen dem Krankenhaus und dritten (z.B. Kostenträger) sollen Schnittstellen existieren.
- ganz Allgemein: Unterstützung von Prozessen in der Medizin

Der Funktionsumfang eines KIS nach Pierskalla und Woods gliedert sich den Bereich Patientenversorgung, Verwaltung und Management. Die folgende Tabelle zeigt einen Funktionsüberblick (in Klammern Beispiele):

Patientenversorgung	*Verwaltung*	*Management*
Pflege (Einteilung)	Einteilung	Planung (Budget)
Labor	Finanzen (Buchführung)	Marketing (Demographie)
Bildverarbeitung (MRT)	Einrichtungen (Ankauf, Inventur)	Risikomanagment (Kunstf ehler)
Apotheke (Zuteilung)	Personal	Qualitätskontrolle (Nutzung)
OP (Dokumentation)	Qualitätskontrolle (Versorgung)	
Notaufnahme		
Ambulanz (Untersuchung)		
Stationen (Pflege, Diätplan)		
Dokumentaion (Diagnose)		
Nachversorgung (Reha)		

Die Studie, die in [BK94] erläutert wird, hat 160 Baden-Würtembergische Krankenhäuser hinsichtlich KIS untersucht. Die Krankenhäuser mußten Softwarearten angeben, die sie verwendeten. So wurden insgesamt 2198 Softwarearten gezählt. Die folgenden Diagramme zeigen die absoluten Angaben bei den verschiedenen Softwarearten. Man muß allerdings bedenken, daß die Zahlen in keiner Hinsicht aussagekräftig sind. Es wird z.B. nicht gezeigt, welche Krankenhausgrößen und -arten welche Software bevorzugen. So benötigt eine ReHa Klinik zum Teil eine andere Software als ein orthopädisches Krankenhaus. Ein ist jedenfalls festzustellen. Die am meisten verwendete Software stammt aus den Bereichen Finanzbuchhaltung und Patientenverwaltung. Dies könnte einen Hinweis darauf geben, daß KIS eingesetzt werden, um rationeller und kostengünstiger zu arbeiten.

Abbildung 1 - absolute Verteilung von Softwarearten im Bereich der Pflege

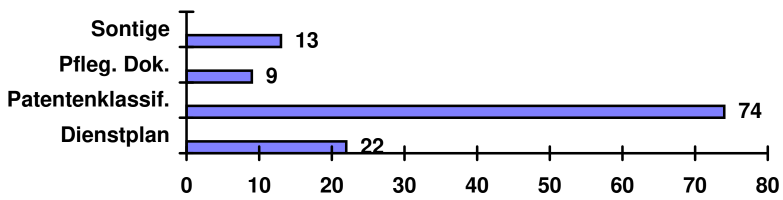


Abbildung 2 - absolute Verteilung von Softwarearten im Bereich der Kommunikation

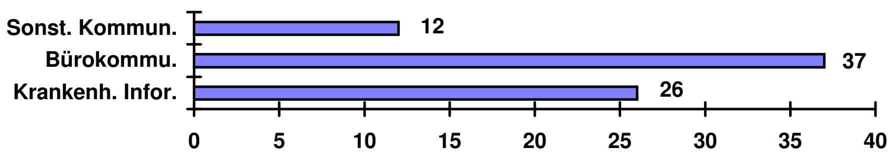


Abbildung 3 - absolute Verteilung von Softwarearten im Bereich der Verwaltung

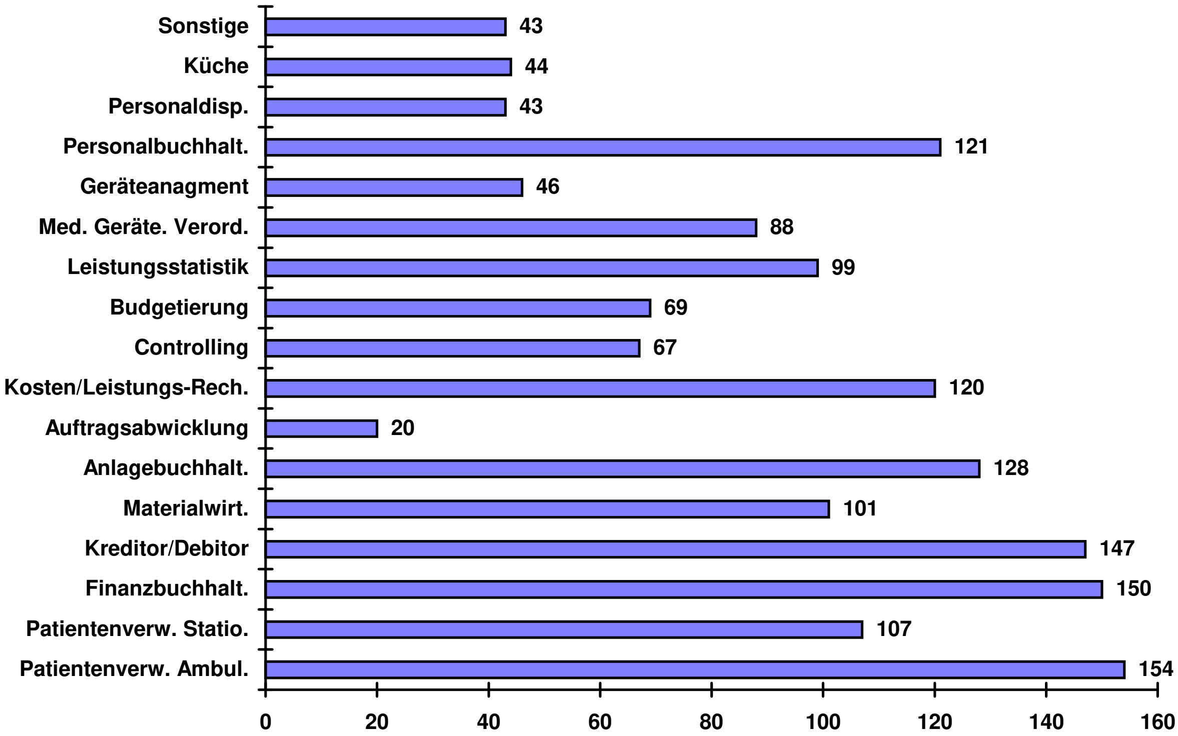
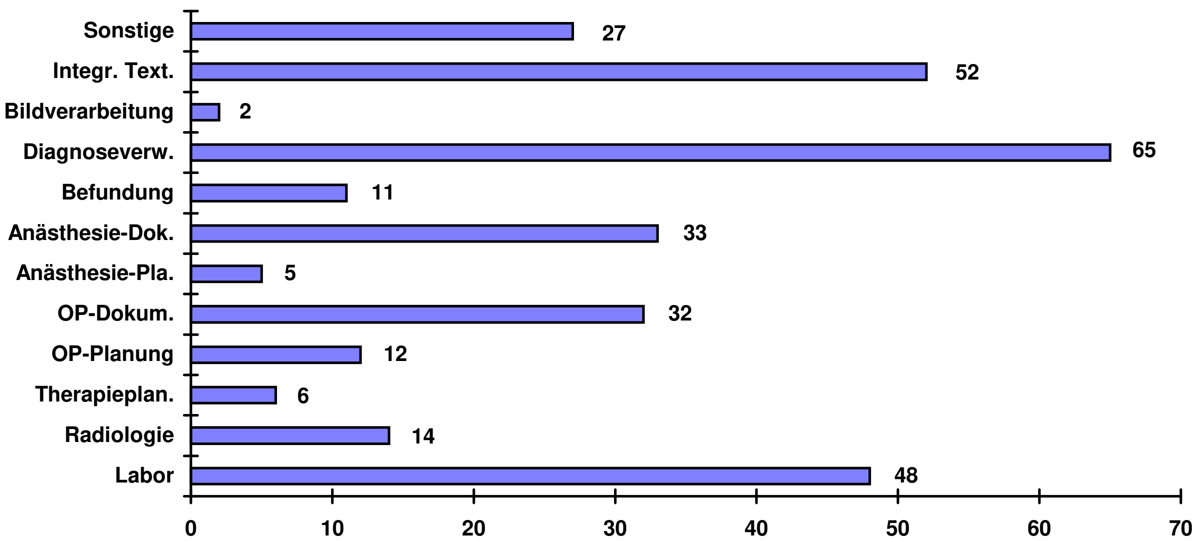


Abbildung 4 - absolute Verteilung von Softwarearten im Bereich der Medizin



5.1.1 Kosten eines KIS

Die Kosten eines KIS gliedern sich in Anschaffungskosten für Soft- und Hardware, Personalkosten, Schulungskosten und in Wartungskosten. Diese Werte hängen von der Größe des Krankenhauses und der Installation ab. Einmalige Kosten sind Transportkosten, Installationskosten und Versicherungskosten. Laufende Kosten sind Wartungskosten und Schulungskosten. Die Preise differieren erheblich voneinander, so daß man keine Pauschalangaben bei der Einrichtung und Wartung eines KIS machen kann. Preisunterschiede gibt es auch je nach Organisationsform des KIS. In [BK94] wurden Durchschnittswerte einer exemplarischen EDV-Investition angegeben, die ich hier wiedergeben möchte.

Die folgenden Zahlen sind nicht aus der Praxis, sondern wurden anhand von aktuellen Marktpreisen von Software- und Hardwareanbietern exemplarisch durchgerechnet. In [BK94] werden Beispiele aus der Praxis angegeben, die um ein vielfaches über den der folgenden Zahlen liegen.

Das Krankenhaus soll folgende Softwarearten benutzen:

- Patientenverwaltung ambulant und stationär
- Finanz, Kreditoren und Debitorenbuchhaltung
- Kosten, Leistungsrechnung, Controling
- Materialwirtschaft und Apotheke
- Anlagebuchhaltung
- Medizinische Geräteverordnung
- Schnittstelle Personalabrechnung
- Bürokommunikation

Durchschnittliche Investitionskosten einer exemplarischen EDV (gerundet):

	bis 250	**250 - 500**	**ab 500**
Hardware und systemnahe Software	127300	211475	361075
Anwendungssoftware	248450	280695	316333
Σ	375750	492170	677408

Durchschnittliche Wartungskosten pro Periode einer exemplarischen EDV (gerundet):

	bis 250	**250 - 500**	**ab 500**
Hardware und systemnahe Software	18684	28518	44089
Anwendungssoftware	40514	44762	47527
Σ	59198	73280	91616

5.2 Chip- und Patientenkarten

Die Grundlage jeder Behandlung ist die Dokumentation. Karten in jeder Ausprägung sind für einen Dokumentationsprozeß hilfreich. Der Begriff „Karte“ ist oft mit unterschiedlichen Bedeutungen belegt. Ich möchte nur auf Speicher- und Prozessorkarten näher eingehen. Diese unterscheiden sich in folgende funktionale Gruppen:

5.2.1 Administrative Karte

In der Bundesrepublik Deutschland ist seit dem 1.1.93 eine Administrative Chipkarte bundesweit für alle gesetzlichen Krankenträger verpflichtend eingeführt worden. Diese Krankenversichertenkarte wurde im Zuge des Gesundheitsstrukturgesetztes (GSG) eingeführt, um den Krankenschein zu ersetzen. Es werden nur Daten auf dieser Karte gespeichert, die auch auf einem Krankenschein stehen. Die Speicherkapazität beträgt dementsprechend nur 300 Bytes.

5.2.2 Notfall-Karte

Es gibt viele medizinische Faktoren, die bei der Behandlung eine große Rolle spielen. Gerade aber bei Notfällen fehlt wichtige Information. So ist das EKG eines Menschen bei einem Herzinfarkt oft identisch mit dem eines Menschen, der einen Infarkt hatte. Dem Rettungsassistent fehlen notwendige Informationen. Die Idee ist nun, wichtige Gefährdungsgrößen auf einer Speicherkarte legen, welche dann vom Rettungspersonal nur gelesen werden kann. Die EG hat bereits eine Notfall-Karte in Papierform eingeführt. In [Bed96] werden auch überlegungen gemacht, diesen Chip zu implantieren.

5.2.3 Medizinische Karte

Eine Medizinische Karte soll die gesamte Krankengeschichte des Patienten aufnehmen. Diese Karte könnte neben dem Speicher auch einen Prozessor beinhalten, um den Datenzugriff zu regeln. Der Prozessor kann die Daten je nach Leser aufbereiten. Bilder und sonstige große Datenmengen könnte man auf einem optischen Bereich [Koe94] abspeichern. Von diesen Karten würden vor allem Patienten mit einer chronischen Erkrankung profitieren.

5.2.4 Zugangs Karte

In militärischen und industriellen Bereichen existieren seit Jahrzehnten Systeme zur Zugriffs- und Zutrittskontrolle auf der Basis von Karten. Im medizinischen Bereich wird erst seit kurzem diese Form von Identifizierung eingesetzt [Koe94]. Patienten und Ärzte können sich dem Gesundheitsträger identifizieren oder sich speziellen Bereichen Zutritt zu sensiblen Bereichen verschaffen , z.B. Bestrahlung oder Drogentherapie. Die Identifizierung ist auch Hinblick auf zentrale Patientendatenbanken wichtig.

5.3 Shared Care

Ein Patient wird von mehreren Institutionen behandelt, vor allem dann, wenn er schwer- oder chronisch krank ist. Im Laufe einer Behandlung wird dieser umsorgt von [Koe93]:

- Hausarzt
- Facharzt
- Krankenhaus
- Selbsthilfegruppen
- Kirche
- Zivildienstleistenden
- Sozialarbeiter
- Krankenpflege
- Krankengymnastik
- Familie und Freunden

Shared Care ist „die fortlaufende und koordinierte Tätigkeit von verschiedenen Personen in verschiedenen Institutionen unter Einsatz verschiedener Methoden zu verschiedenen Zeiten, um Patienten in medizinischer psychologischer und sozialer Hinsicht optimal helfen zu können.“ [Koe93] Dies ist selbstverständlich nur mit Einsatz von Informationstechnologien möglich. So wird dazu ein System nötig, mit der man die Krankengeschichte überall abrufen kann, aber nur die Information darstellt, die nötig ist. Ein Beispiel: Die Krankengymnastik muß und darf nicht die Röntgenbilder des Patienten zu Gesicht bekommen. Es müssen also Zugriffsrechte und Eigentumsrechte der Patientendaten definiert werden.

5.4 Probleme und Aussichten

Alle Kartensysteme werden in erster Linie zu Kommunikationsverbesserung eingesetzt. Ein Arzt muß nicht mehr den Krankenhäusern mitteilen, daß sein Patient Bestrahlt werden muß, sondern auf einer Zutrittskarte wird vermerkt was, wann, wo und wie eine Behandlung erfolgen soll. Mit den Medizinischen Karten kann der Patient Eigentümer seiner Daten werden.

Durch die Verbesserte Kommunikation zwischen Instanzen wird auch die Qualität der Leistungen verbessert. Fachärzte wissen nun untereinander und wiederholen nicht Untersuchungen. Chip- und Patientenkarten sind der Grundstein zum „Shared Care“ Ansatz.
Mit Hilfe der Administrativen Karten, kann jedoch auch eine Leistung erschlichen werden. Kann der Patient Daten auf der Karte manipulieren, so könnte er z.B. Medikamente erhalten, die ihm nicht zustehen. Ein Drogenabhängiger kann so Psychopharmaka gelangen. Ein weitere Aspekt ist die Leistungsverteilung. Wenn man die Möglichkeit hat, Leistungen mit Hilfe von Chipkartensystemen exakt zu verteilen, kann sich die Gesellschaft in Klassen aufspalten. Die Kostenträger könnten so Leistungen nach Einkommen effizienter regeln.
Bei den Verwaltungssystem muß man das Recht des Patienten auf Informelle Selbstbestimmung achten. So darf es z.B. nicht möglich sein, zu Wartungszwecken Zugriff auf Patientendaten zu gelangen. Dieses Problem ist sehr schwer in den Griff zu bekommen, denn wie will man eine Patientendatenbank warten, wenn man keinen Zugriff darauf hat? Patendaten fallen unter der Schweigepflicht des Arztes, aber ist auch der Arzt der Eigentümer der Daten?

6 Fazit

Bei digitalen Meßinstrumenten kann der Arzt bei falschen Meßergebnisse an die Richtigkeit glauben, ohne sich Bewußt zu sein, daß es falsche Ergebnisse sind. Auch kann der Arzt einiges verlernen, welches heute noch zu seinem Handwerkszeug gehört (Diagnose). So wäre es denkbar, daß ein Radiologe eher lernt, komplizierte Geräte zu bedienen als die Anatomie. Aber das Aufkommen des Taschenrechners hat das Kopfrechnen (noch) nicht abgelöst.
Gewaltige ethische Probleme tun sich auf, wenn Computer *entscheiden*, wie und wann eine Behandlung durchgeführt werden soll (RIAD). In der Praxis hat sich bisher dies noch nicht durchgesetzt. Die Ergebnisse eines Computerprogrammes werden als absolut objektiv angesehen. Der Computer kennt keine Emotionen und keine Mitleid. Wenn ein Computerprogramm entscheidet, was mit einem Patienten geschieht, so impliziert der Mensch, die Entscheidung sei absolut rational und damit richtig.
Der Patient in der Zukunft kann sich noch leichter über seinen Gesundheitszustand informieren oder desinformieren, je nach Neigung des Patienten und Güte der eingesetzten Informationssoftware. Ein Hypochonder wird sich seine Krankheiten regelrecht anlesen können. Dieses Problem ist nicht neu, aber mit Hilfe der Informationstechnologie erhält dieses Problem eine neue Dimension.
Der Arzt kann die Informationstechnologie sicherlich im positiven nutzen. Der Einsatz moderner, und damit teuerer, Technologie ist wahrscheinlich einer der Hauptgründe für die aktuelle Kostenexplosion im Gesundheitswesen. Moderne Technologie ist teuer. Welcher Arzt kann sich eine Arztpraxis nur mit Stethoskop und Mikroskop leisten? Die Gesellschaft muß sich fragen, ob der Einsatz moderner Informationstechnologie in der Medizin wirklich gerechtfertigt ist, oder ob sie nur zum Selbstzweck eingesetzt wird. Viele Menschen, darunter auch Ärzte, setzten Moderne Technik, darunter EDV, aus Prestige und Marketinggründen ein. Wenn ein neues Werkzeug gekauft wurde, muß es auch eingesetzt werden, damit die Anschaffungskosten sich amortisieren. Eine Lösung dieses Problems wären vielleicht Diagnose- und Behandlungszentren in Ballungsräumen, welche von den Kostenträgern zur Verfügung gestellt und betrieben würden.
Das Problem des Datenschutzes in Verwaltungssystem kann man nur durch Anonymisierung der Patientendaten erreichen. So kann Wartungspersonal oder andere Ärzte / Studenten der Medizin auf Patientendaten zugreifen, ohne zu wissen, um welchen Patienten es sich dreht.

Mediziner müssen sich bewußt werden, daß Software in der Medizin ihre Beschränkungen hat. Bereits in der Ausbildung sollten auch Ärzte die Problematik von medizinischer Software kennenlernen.
Die kategorische Verneinung des EDV-Einsatzes in der Medizin halte ich dennoch für falsch. Die Chance, den Arzt mit weniger Bürokratie und Verwaltungsaufgaben zu belasten, ist sehr hoch. Der Arzt und das Pflegepersonal könnten sich mehr um den Patienten kümmern. Die bessere Kommunikation und Koordination verschiedener Institutionen im Gesundheitsprozeß verbessern die Qualität des Gesundheitswesens.

Literaturverzeichnis

[EKLL95] „Patient und Medizinische Informatik“ Fachzeitschrift. Elsässer, Kunath, Leitgeb & Lochman (Hrsg.); ecos 1995 ; ISBN 3-609-63500-2

[Koe72] Claus Köhler - „Integriertes Krankenhaus-Informationssystem“;1972; Artikel in [EKLL95]

[Hau95] Reinhold Haux - „Ziele und Aufgaben der Medizinischen Informatik“. Vortrag auf dem wissenschaftlichen Festkoloqium Heidelberg

[WMI90] „Wörterbuch der Medizinischen Informatik“ - Hans-Jürgen Seelos (Hrsg.); de Gruyter Verlag 1990; ISBN 3-11-011-224-8

[BZ97] Britta Schinzel - Unterlagen zur Vorlesung „Informatik und Gesellschaft“ Sommersemester 97 ; http://www.iig.uni-freiburg.de/modell/vorl-SS97.html

[TL95] „Medizinische Forschung - Ärztliches Handeln“ - H. J. Trampisch, S. Lange (Hrsg.); MMV Medizin Verlag München 1995; ISBN 3-8208-1278-4

[Ha95] St. Haßfeld et al. - „Intraoperative Navigation in der Kopfchirurgie“ in [TL95]

[Gu95] A. R. Gunkel, W. Freysinger, W. F. Thumfart - „3D Navigation in der endonasalen Chirurgie“ in [TL95]

[BZ95] Britta Schinzel - „Gesellschaftliche Probleme der Medizin-Informazik, auch am Beispiel der Computer in der Krankenpflege“ in [TL95]

[HPT96] J. Hackstein, O.Pischler, A.Teuner - „Rechnergestützte Analyse von Ultraschallsequenzen des linken Ventrikels zur Bestimmung der Ejektionsfraktion“; Biomedisziniche Technik Heft 5/96

[SW6/97] „Spektrum der Wissenschaft“ - Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH; Heft 6/1997

[GS97] Georgios Sakas - „Dreidimensionale Bildrekonstruktion aus Ultraschall-Daten“ in [SW6/97]

[SZ597] Irene Meichsner - „Computer spielen Todesengel“; StuttgarterZeitung vom 10.5.97 Seite 6

[FR397] Michael Emmrich - „Die Angst, daß der Computer das Todesurteil fällt“; Franfurter Rundschau vom 27.3.1997

[KDE96] Josef König, Wolfgang Dorda, Gabriele Erhart - „Erfolgreiche Suche in Medizinischen Datenbanken“

[BK94] Jürgen Böse, Wolfgang Karasch -„ Krankenhausinformatik“; Blackwell-Wissenschafts Verlag Berlin; ISBN 3-89412-188-2

[Koe94] Claus O. Köhler - „Chancen und Risiken des Einsatzes von Patientenkarten“; Multicard´94 Kongreßdokumentation in [EKLL95]

[Bed96] M. R. Bedrich - „Implantierbarer Patientenchip“ in Biomedizinischer Technik Band 41 Heft 11/1996 Seite 316

[Tip95] Paul A. Tipler - „Physik“; Spektrum Akademischer Verlag Oxford, Berlin, Heidelberg, 1995; ISBN 3-86025-122-8

[Ot95] Reiner Otte - „High-Tech-Medizin“; Rohwolt Verlag Reinbeck 1995; ISBN 3-499-16365-9

[CS97] Claus Stark - „Leib- und Leitbilder der Medizinischen Informatik“

[Kö93] K. H. Elsässer, Claus Köhler „Shared Care: Kozept einer verteilten Pflege“ - Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 24 (4) 1993; Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

[ct95] Adolf Ebeling - „Licht ins Dunkel“; in c´t 8/95; Verlag Hein Heise Hannover