

# Rehabilitation und Informatik

W. Augsburger

## Einleitung

Um das Ziel, die Mittel für die Rehabilitation und die Prävention noch wirksamer einzusetzen und mit gleichem Aufwand noch mehr zu leisten, verwirklichen zu können, müssen langfristig die Entscheidungsprozesse zur Festlegung von Rehabilitationsleistungen oder Maßnahmen zur Verhinderung des Ereignisses Behinderung in ein zielorientiertes gesteuertes Rehabilitationssystem übergeführt werden. Dies kann erreicht werden durch gezieltere Verteilung von Rehabilitationsleistungen nach Bedarfskriterien und auf der Grundlage verfügbarer Informationen über Istzustände, Trends und Konsequenzen von Entscheidungen.

Die Rehabilitation muß als *Einheit* begriffen werden [6].

Die Nutzbarmachung der Informatik in der Rehabilitation für dieses Ziel bedeutet eine neue Stufe und Form der sachlichen Koordinierung des Handelns der beteiligten Rehabilitationsträger und Institutionen. Die integrierende Wirkung der Nutzung der Informatik beruht auf den notwendigen Voraussetzungen für den Einsatz der maschinellen Datenverarbeitung

- die Handlungsziele präzise zu formulieren
- die Abläufe und Vorgänge der Rehabilitation und der beteiligten Rehabilitationsträger und Institutionen sowie ihre Aufgaben, Teilziele, Befugnisse und Entscheidungsprozesse zu dokumentieren und die Informationsprozesse abzubilden
- das Zustandekommen und das Wirkungsgefüge verschiedener Rehabilitationsvorgänge und Leistungen in Modellen abzubilden

— Datenbanken über rehabilitationsspezifische Informationen und Modelle über Rehabilitationsprozesse so aufzubauen, daß sie als Informationsquellen über Istzustände dienen und für die Planung und Steuerung von Rehabilitationsmaßnahmen eingesetzt werden können.

Gelingt es stufenweise diese Voraussetzungen für die Anwendung der Informatik auf der Grundlage einheitlicher Zielsetzungen und Entscheidungskriterien für das Gesamtsystem Rehabilitation, als Verbund aller Teilsysteme, zu schaffen, können mit Hilfe der Analyse empirischer Daten und Modellsimulationen den beteiligten Entscheidungsträgern in hohem Maße sachliche Informationen als Entscheidungsunterlagen bereitgestellt werden.

Dazu bedarf es noch der Festlegung der möglichen Alternativen der Handlungen, der Zustände der Teilsysteme und der Folgen der Handlungen sowie der Entscheidungssituationen, -objekte, -träger und -regeln.

Mit dieser Versachlichung der Entscheidungsprozesse trägt die Informatik als ein Instrument unter vielen wesentlich zur Erreichung folgender Ziele bei:

- das System der Rehabilitation besser zu steuern
- die Diskussion von Problemfeldern zu versachlichen
- Schwerpunktprogramme und zukünftige Entwicklungen in der Rehabilitation rechtzeitig zu erkennen
- gezielte Maßnahmen für die Prävention und Gesundheitsvorsorge einzuleiten

und damit letztlich

- die Stabilisierung des Systems der sozialen Sicherheit zu fördern und
- leistungsfähigere und gerechtere Rehabilitation zu betreiben.

Die Informatik soll uns helfen, unsere physikalische und gesellschaftliche Welt besser in den Griff zu bekommen.

Das dabei entstehende Unbehagen an der Technisierung soll nicht nur unser Verantwortungsgefühl verstärken, sondern uns darauf hinweisen, daß die einseitige Ausrichtung unseres Handelns auf die technische Bewältigung der Aufgaben zu einem Sinnverlust unseres Daseins führen kann.

Die geistige Unabhängigkeit und die Beschäftigung mit kulturellen Gütern unseres Denkens und Empfindens muß uns als psychischer Ausgleich zu unserer formal wissenschaftlichen Denkweise erhalten bleiben.

## 1. Gesellschaftspolitische Überlegungen

### 1.1. Informatik und Gesellschaft

#### 1.1.1. Die Verantwortung des Informatikers

Unter allen technischen Entwicklungen der letzten Jahre haben die Elektronik und die elektronisch gesteuerten Automaten eine Schlüsselrolle eingenommen.

Da die Informatik sich mit der Theorie und der Anwendung von elektronischen Automaten befaßt, stellt sich für den Informatiker die Frage nach seiner Verantwortung für seine Tätigkeit.

Die Auswirkungen der Technik — einschließlich der Informatik — auf die Gesellschaft und auf das Individuum oder die Innenwelt und Umwelt der menschlichen Lebensbereiche sind das Werk des Menschen. Die elektronischen Automaten oder Computer verändern auf grundsätzliche Weise den privaten und beruflichen Lebensraum des Menschen.

Die erste wesentliche Veränderung bewirkte der Einsatz mechanischer Automaten im 19.

Jahrhundert. *„Mechanische Arbeit“* wurde vom Menschen auf Automaten übertragen.

Die zweite wesentliche Veränderung erfolgte mit dem Einsatz von elektronischen Automaten. Hier wurde erstmals *„geistige Arbeit“* auf Automaten übertragen. Diese erleichtern ihm seine Aufgaben durchzuführen, aber sie erhöhen auch die Wirkungen ihres Mißbrauchs. Der Informatiker muß sich fragen, wohin der Weg führen wird, wenn dieser an Qualität und Umfang zunimmt.

Die Informatik liefert *„Werkzeuge“* und *„Methoden“*, um gesetzte Ziele zu verfolgen oder Probleme zu bewältigen. Die Werkzeuge und Methoden sind ursächlich wertfrei. Ob sie nützlich oder schädlich für die Gesellschaft oder den Menschen sind, hängt davon ab, welche Ziele man bei ihrem Einsatz anstrebt und welches Eigenleben die Instrumente entwickeln.

Diesen Spielraum der verschiedenartigen Nutzung und Wirkung der Informatikinstrumente spekulativ abzuschätzen, gehört zur Verantwortung des Informatikers. Dies ist häufig schwierig, insbesondere im Bereich der künstlichen Intelligenz (*artificial intelligence*).

Aufgrund seiner sachlogischen Überlegungen und seines Urteilvermögens muß der Informatiker wenigstens versuchen, die möglichen Auswirkungen der Nutzung seiner Instrumente abzuschätzen und die damit verfolgten Ziele zu bewerten.

Die Auswahl des richtigen Filters, mit dem er die wesentlichen Strukturen und Eigenschaften eines Tatbestandes im Hinblick auf eine Hypothese betrachtet, hängt ab von seiner Intuition, seinem Erfahrungsschatz und der von ihm vorgegebenen Zielsetzung seines Handelns. Erkennen von möglichen zukünftigen Gefahren wird aber die allgemeine technische Weiterentwicklung nicht aufhalten.

Welche Möglichkeit besitzt dann der Informatiker, aus seinen Bedenken über die möglichen Folgen des Einsatzes von Informatikinstrumenten und der Ergebnisse seiner Entwicklungen Maßnahmen zur Verhinde-

rung von Gefahren zu treffen? Wie kann er gesellschaftlich wirksam werden?

Da die technische Weiterentwicklung fort-schreitet, bleibt ihm der Weg und die Ver-pflichtung, den Dialog mit Fachkollegen über seine Bedenken aufzugreifen und in ge-eigneter und verständlicher Form die mög-lichen Gefahren einer breiten Öffentlichkeit zugänglich und bewußt zu machen.

Außerdem kann er in Verbänden, For-schungszentren und Modelleinrichtungen selbst organisatorisch oder planend an der Verhütung von Mißbrauch mitwirken und auf die Gefahren aufmerksam machen.

Der Informatiker besitzt aber auch die Mög-lichkeit, durch vorbeugende technische Maß-nahmen seine Instrumente vor dem Miß-brauch zu schützen, wie die Beispiele des Datenschutzes und die Vergabe von Zu-griffsberechtigungen im Datenbanksystem EXIS (vgl. Abschnitt 3.1.3.) zeigen.

Die Bereitstellung rechnergestützter Anwen-dungspakete, z. B. Hilfsprozessoren zur halb-automatischen Entwicklung von Problemlö-sungen oder zur Aufbereitung von Texten (vgl. Blindendruck Abschnitt 3.3.), muß die menschenwürdige Gestaltung des Arbeits-platzes ebenso beachten wie die Erhaltung eines persönlichen Verhaltensspielraumes des Benutzers.

Die Verantwortung des Informatikers fordert deshalb von ihm die folgenden wichtigen Ausprägungen:

— Eine breite Allgemeinbildung, Fach-kenntnis und Urteilsvermögen, um naturwis-senschaftliche Erkenntnisse über sein Fach-gebiet hinaus und ihre Auswirkungsmöglich-keiten — oder Sachzwänge erkennen und der Gesellschaft zum Verständnis bringen zu können.

— Reflexion über seine Arbeit und Analyse von Alternativlösungen im Hinblick auf ihre möglichen Folgen für die Gesellschaft, die Qualität der beruflichen und privaten Lebenssphäre und der gesellschaftlichen Wertsysteme.

— Darstellung der Geltungsbereiche und der subjektiven Bewertung seiner Aussagen in interdisziplinären Fachteams und der Öff-entlichkeit, in verständlicher Sprache, schriftlich oder mündlich, mit dem Ziel, Ge-fahren, Prioritäten und Bewertungsmaßstäbe bewußt zu machen.

— Bewußter Verzicht auf eine vollständige Beschreibung soziokultureller und gesell-schaftlicher Wirklichkeiten mit technischen und formalwissenschaftlichen Gebilden und Betonung eines kulturellen und persönlichen Freiraums menschlicher Erfahrungs- und Entscheidungswelt, der sich einer informa-tionstheoretischen algorithmischen Darstel-lung entzieht.

— Ständiges Bemühen, eine Brücke zwi-schen der menschlichen Erfahrungs- und Empfindungswelt und den formalen Model-len zu bilden und abgebildete Wirklichkeits-bezüge mit Tradition und Zeitgeist zu ver-binden, um eine zunehmende Problematisie-rung und Entfremdung zwischen unserer menschlichen Erfahrungswelt und der tech-nischen, zeichenstrukturierten Welt zu ver-meiden.

### *1.1.2. Die Bedeutung der Informatik für die Gesellschaft*

Die Kenntnisse über Sachverhalte und Wir-kungsgefüge in Wissenschaft, Verwaltung und Industrie nehmen ständig zu. Dies hat zur Folge:

— Die Verarbeitung, Erfassung, Verdich-tung und Auswertung der zunehmenden In-formationsflut kann heute nur noch mit Au-tomaten zeit- und kostengünstig bewältigt werden.

— Der zunehmende Wissensstand über Ab-hängigkeit von Organisationseinheiten und Verhalten von Wirklichkeitsmodellen führt zu höheren Komplexitätsgraden von Ge-schehnissen und Kenntnissen über Wir-kungsgefüge, die nur noch mit Hilfe von Da-ten und Informationsstrukturen über die Ab-läufe und das Verhalten von Systemen, Merkmalsträgern und Zuständen beschrie-ben werden können. Die dazu notwendigen Instrumente sind Computer.

— Die Steuerung von realen Prozessen mit Hilfe abgebildeter Informationssysteme und Modellen gelingt nur mit dem Einsatz elektronischer Automaten. Die Abbildung komplexer Prozesse dient, sofern sie nicht rein wissenschaftliche Prozesse beschreiben, in der Regel einem Zwecksystem. Seine Ziele zu akzeptieren, erfordert vom Informatiker Urteilsbildung.

— Der indirekte Wahrnehmungsbereich unserer Erfahrungswelt mit Hilfsinstrumenten wächst und führt zu neuen Erkenntnissen in allen Bereichen. Sie können nur noch mit Informations- oder Datenbank-Systemen verwaltet und verfügbar gemacht werden.

— Die Übertragung von *geistiger Arbeit* auf Automaten führt dazu, daß Computer wichtige Prozesse in unserer Gesellschaft beispielsweise in

Wirtschaft, Verkehr, Umweltgestaltung, Verwaltung, Medizin u. a.

steuern und dabei vorgedachte Entscheidungen treffen, die ohne diese Automaten nicht mehr vom Menschen während eines Prozeßablaufes geleistet werden können. Damit entsteht für die Gesellschaft ein Abhängigkeitsverhältnis von den Automaten, ihren Bedienern oder Besitzern, die über den Zweck ihres Einsatzes verfügen. Ohne Computer kann die Ordnung und Leistung unseres Gesellschaftssystems nicht erhalten werden.

Dies ist das Unbehagen am Computer und verpflichtet den Informatiker zu Verantwortungsbewußtem Handeln.

— Der Entscheidungsspielraum des Menschen wird durch Übertragung von geistiger Arbeit oder von Entscheidungsprozessen auf Automaten verändert. Gleichzeitig steigt der Kenntnisstand über Abhängigkeiten und Verhalten von realen Systemen an, so daß ständig neue Strukturen erkannt werden.

Der Entscheidungsspielraum und das Einsatzfeld der Informatik verlagern sich dabei immer mehr auch auf nicht-technische Bereiche. Dabei gewinnen die Entscheidungen größere Bedeutungen und breitere Auswir-

kungen auf das Individuum und die Gesellschaft. Die sozialen Prozesse und die Entscheidungskriterien werden transparenter und versachlicht und die menschlichen Entscheidungsprozesse reduzieren sich auf subjektive Wertsetzungen.

Die Informatikinstrumente kann man als eine qualitativ neue Stufe im System der künstlichen Organe betrachten, die der Mensch zwischen sich und seine natürliche Umwelt zur Bewältigung seiner Probleme setzt.

Gleichzeitig bieten die entwickelten Instrumente Einsatzmöglichkeiten, die über die ursprünglichen Absichten hinausgehen. Der schnelle Zugriff auf Datenbanken durch ausgewählte Personen erlaubt ihnen, durch gezielte Steuerung von sozialen Prozessen, Energien einzusparen oder freizusetzen. Deshalb ist eine sorgfältige Kontrolle der Nutzung von maschinellen Automaten durch entsprechende organisatorische Maßnahmen notwendig. Die Komplexität der Informatikinstrumente führt außerdem dazu, daß der Mensch das Verhalten und die Auswirkungen des Einsatzes dieser Instrumente, Systeme zwischen sich und seiner Umwelt, nicht mehr überblicken und zielgerichtet steuern kann. Da er gleichzeitig sein gesellschaftliches Verhalten und seine Lebensgestaltung auf die Leistung dieser Instrumente so eingerichtet hat, daß er ohne sie Lebensqualität nicht erhalten kann, kommt er in ein Abhängigkeitsverhältnis zu seiner künstlich geschaffenen Welt oder der Personen, die sie bedienen.

Fallen die Tatsachen zusammen

— Verzicht auf Instrumente oder Automaten nicht möglich

— Steuerung, wegen der Komplexität des Automatenverhaltens, nicht mehr zielgerichtet möglich,

dann kommt es zu Konfliktsituationen oder Schäden.

Viele Institutionen bedienen sich heute in zunehmendem Maße solcher Hilfsinstrumente. Die Nutzung der maschinellen Datenverarbeitung und ihre Integration in Pro-

duktionsprozesse oder Dienstleistungssysteme ist unauffällig gewachsen.

Wären die eingesetzten Automaten plötzlich nicht mehr verfügbar, z. B. durch einen Streik der Operatoren — Bediener der Anlagen — so würde dies in vielen Großbetrieben, Institutionen und Behörden zu schwerwiegenden Störungen oder Schäden führen. Eine Umstellung auf manuellen Betrieb oder Steuerung der Prozesse wäre kurzfristig nicht mehr möglich. Einige Prozesse könnten wahrscheinlich ohne Computer prinzipiell nicht ablaufen.

Die Verfolgung öffentlicher Ziele oder Aufgaben und die Bewältigung von Problemen mit hohen Prioritäten, z. B.

Umweltverschmutzung  
Humanere Arbeitswelt  
Energiereserven  
Beschäftigungsgrad  
Soziale Sicherheit  
Medizinische Versorgung  
Verfügbarkeit von Informationen  
Rehabilitationsmaßnahmen

gelingt nur noch mit der Nutzung der elektronischen Datenverarbeitung. Wie stark die Gesellschaft von Automaten abhängig wird und die Technik sich entwickelt — man denke an die rasche Entwicklung elektronischer Bausteine oder Quarzuhren ohne mechanisch bewegte Teile mit höherer Leistung oder den wachsenden Einsatz von Mikroprozessoren, z. B. in der Verkehrsregelung — bedarf einer sorgfältigen Beobachtung.

## 1.2. Informatik im Dienste der Rehabilitation

### 1.2.1. Gründe für die Nutzung der Informatik

Da die Maßnahmen der Rehabilitation ihren Wirkungsbereich vorwiegend im menschlichen Umfeld besitzen, ist sie stärker auf die Nutzung der Informatikinstrumente angewiesen als etwa ein Produktionsbetrieb.

In der Rehabilitation müssen für Rehabilitationsprozesse schnell Informationen für gezielte individuelle Hilfeleistung und zur optimalen Gestaltung von Prozessen oder für

Entscheidungen bereitgestellt werden. Die schnelle Verfügbarkeit von Informationen gelingt nur mit Computern.

Fehlleistungen, zu spät getroffene Entscheidungen, oder verspätete Hilfe kann im menschlichen Bereich zu irreversiblen Schäden für den einzelnen Menschen führen.

Humanitäre Zielsetzungen der beruflichen und sozialen Wiedereingliederung und die medizinische Versorgung besitzen hierbei einen höheren Stellenwert als nur wirtschaftliche Gesichtspunkte.

Es hat sich gezeigt, daß die Ausdehnung des menschlichen Wissens und die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung und technischer Entwicklungen für die Gestaltung unserer materiellen und gesellschaftlichen Existenz ihren stärksten Wirkungsbereich in den exakt erforschbaren Bereichen gefunden haben.

Die Verwirklichung gesellschaftlicher Ziele muß aber den sozialen Problemen Vorrang gewähren, die nicht vornehmlich zu den exakt erforschbaren Bereichen gehören, wie z. B. humanere Umwelt, soziale Sicherheit, Umweltverschmutzung, Arbeitsplatzsicherheit, individuelle Arbeitsplatz- und Freizeitgestaltung und Rehabilitation.

Eine vollständige Beschreibung solcher Sachverhalte, d. h. von Gegenständen und Vorgängen in diesen Bereichen, entzieht sich einer deskriptiven und operativen Darstellung in einer syntaktischen Zeichenwelt. Viele Eigenschaften soziologischer Systeme werden nur in menschlichen Verhaltensweisen sichtbar, deren Entstehungsprozesse nicht algorithmierbar sind. Trotzdem bleibt auch in der Rehabilitation noch viel Entwicklungsspielraum für die Informatik.

Die verschiedenen Aspekte der Rehabilitation werden in multidisziplinärer Arbeit der verschiedenen Forschungsbereiche in Einklang gebracht. In diesem Kreis der verschiedenen Fachbereiche wird die Bedeutung der Informatik als Hilfswissenschaft für die *nichtmathematisch* orientierten Disziplinen sorgfältig im Auge zu behalten sein. Da-

mit gewinnt die Informatik wiederum mittelbar über andere Disziplinen Bedeutung für die Rehabilitation.

Der Informatiker ist sich bewußt, daß sich mit seinen Hilfsinstrumenten viele soziale Probleme zwar nicht lösen lassen, aber vielleicht entschärft werden können. Da er von der Natur seiner Forschungsgegenstände gewöhnt ist, in Abläufen zu denken, betrachtet er alle Vorgänge als Prozesse, in denen Informationen umgesetzt werden.

Prozesse durchsichtig zu gestalten und daraus Nutzen zu ziehen ist die Chance, die die Informatik den Anwendern bietet. Die Informatik einzusetzen ist deshalb keine Frage der Wirtschaftlichkeit allein, sondern vielmehr eine Frage der Vernunft.

Neben diesen übergeordneten Gesichtspunkten spielt die Informatik in der Rehabilitation eine weitere wichtige Rolle. Ausgangspunkt der Überlegung sind die berufliche Rehabilitation und die Erfahrungen des Computereinsatzes als Hilfsinstrument im Unterricht.

### *1.2.2. Computereinsatz in der schulischen und beruflichen Rehabilitation*

Seit mehreren Jahren gehört die computerunterstützte Ausbildung (CUA) zur täglichen Praxis in der schulischen und beruflichen Rehabilitation. Mit ihr wurden im ersten pragmatischen Ansatz Übungsprogramme entwickelt, die das Einüben von Fertigkeiten, Überprüfen des Erlernten und die Individualisierung des Lernprozesses verstärken sollten [1, 3, 4, 5]. Ziel dieser Bemühungen war die qualitative Verbesserung der beruflichen Bildung erwachsener Behinderter.

Mit dem Computer können mit Hilfe von Simulationsmodellen und Datenbanken neuartige Lernziele leichter verwirklicht werden. Von wesentlicher und zukünftiger Bedeutung scheint dem Autor die Vermittlung von Arbeitstechniken, die Schulung von Problemlöseverhalten und die distanzierte emotionsfreie Betrachtung von Zusammenhängen, in die der Lernende unmittelbar selbst

verflochten ist. Damit ist gemeint, dem Behinderten, sofern er darin noch keine Übung besitzt, eine möglichst objektive Betrachtung über sich selbst, als Teil eines Gesellschaftssystems oder sozialen Prozesses bewußt zu machen.

Diesem Ziel näher zu kommen, will die *angewandte Informatik* dienlich sein. Dazu können Simulationen und Spiele, mit mehreren Teilnehmern gemeinsam, zur Beobachtung gruppendynamischer Prozesse eingesetzt werden.

Der Mensch soll dabei die Informationsinstrumente eben nicht nur als Hilfsinstrumente zu seinem Zwecke nutzen, sondern bewußt sich selbst in einen Prozeß einzufließen lernen, indem er eine nicht ersetzbare Funktion und Aufgabe wahrnimmt.

Der Rehabilitand soll, um es nochmals anders auszudrücken, sich seiner Funktion als Bestandteil und Wertender in einem komplexen übergeordneten System und der Tragweite und Möglichkeiten eigener Entscheidungen bewußt werden.

Diese nichtfachlichen Lernziele können allein mit vertretbarem Aufwand mit den Informatikinstrumenten vermittelt werden. Hiermit kann eine berufliche und soziale Anpassungsfähigkeit erworben werden und die qualifizierte Vorbereitung des Behinderten an die sich ständig verändernden Bedingungen im Berufsleben erfolgen. Die gezielte Ausprägung dieser geistigen Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit ist auch für sein nichtberufliches Umfeld bedeutend. Die methodischen Instrumente der Informatik haben bei dieser Aufgabe einen wesentlichen Anteil.

Im Bereich der CUA ergibt sich noch ein zweiter Aspekt. Die maschinelle Datenverarbeitung ist heute fester Bestandteil in Wirtschaft, Industrie und Verwaltung. Der Einsatz von Softwarepaketen, Datenbanksystemen und das Arbeiten im Dialog an Datenendstationen gehören zunehmend zu den Tätigkeitsmerkmalen vieler Berufsbilder (z. B. im Bankwesen, in der Verwaltung, im Verkehrswesen etc.).

In der schulischen und beruflichen Bildung Behinderter muß diesem Gesichtspunkt gebührend Rechnung getragen werden. Deshalb benötigt ein modernes Ausbildungssystem die technischen Instrumentarien, um die Simulation der Berufswirklichkeit zum Bestandteil der Ausbildung werden lassen zu können, d. h. Lernplatz gleich Arbeitsplatz.

Bei der Entwicklung von CUA-Instrumenten und der Bereitstellung oder Anpassung spezieller Softwarepakete für die Ausbildung müssen deshalb

dem technischen Fortschritt und den sich abzeichnenden Veränderungen der Aufgabenprofile und Einsatzformen der Datenverarbeitung

ständige Aufmerksamkeit gewidmet und entsprechend Rechnung getragen werden.

Einige Symptome und Probleme, die die Lernziele der schulischen und der beruflichen Rehabilitation mitbestimmen sind heute bereits erkennbar:

- Zunehmende Nutzung von Datenbanksystemen
- Kommunikationssystemen
- Datenendstationen (Blattschreiber, Bildschirme)
- generativen Systemen (rechnerunterstützte Erzeugung von Problemlösungen)
- Kombination von Zentralisierung der Datenverarbeitung und Bereitstellung dezentraler Computerleistung
- Trend zu Verbundsystemen und Datenfernverarbeitung
- Wachsender Anteil von Kleinrechner und Mikroprozessoren
- Sinkende Hardwarekosten und steigende Software- und Beratungskosten
- Verlagerung von Computerleistung an den Arbeitsplatz und gleichzeitige Übertragung bisheriger Aufgaben der Anwendungsprogrammierung auf den Anwender mit Hilfe von rechnerunterstützten Systemen
- Engpässe in der Anwendungsprogrammierung durch wachsenden Änderungs- und Pflegedienst veralteter Programme

- Verständigungsprobleme zwischen DV-Abteilung und Fachdiensten
- steigende und veränderte Anforderungen an DV-Fachleute
- Ausweitung des DV-Einsatzes auf nicht exakte Wissensbereiche

Diese Symptome geben Anregungen, um neue Berufsbilder oder Modifikationen bestehender Berufe zu erschließen oder zu entwickeln. Die Medizin, Verwaltung oder Psychologie liefern weitere Argumente für die Nutzung der Informatik in der Rehabilitation [131].

## **2. Instrumente der Informatik**

### **2.1. Methoden und maschinelle Instrumente**

#### **2.1.1. Modellbildung**

Die Instrumente der angewandten Informatik können in zwei Klassen geteilt werden:

1. Maschinelle Instrumente
2. Methodische Instrumente

#### **1. Maschinelle Instrumente**

Dazu gehören alle technischen Einrichtungen eines Computers, die Betriebssysteme und Anwendungsprogramme. Sie werden eingesetzt:

- zur Abspeicherung von Informationen
- zur schnelleren Verarbeitung von Daten oder Datenmengen
- zum schnelleren, breiteren und gezielten Zugriff auf Informationen in Informationssystemen
- zur Simulation von Prozessen mit Hilfe von Modellen

Diese Instrumente bieten Entscheidungsträgern und Organen die Möglichkeit statistische Ergebnisse oder Simulationsergebnisse als Entscheidungshilfen schnell verfügbar zu haben und einen schnellen Überblick über abgebildete Sachverhalte und Vorgänge zu gewinnen.

#### **2. Methodische Instrumente**

Dazu gehören Darstellungsformen von Sachverhalten, Modellbildung, Systementwurf, Programmiermethoden, Analyse- und Pla-

nungsverfahren und Prozeßsimulationen. Sie dienen:

- zur Beschreibung und Aufbereitung von Problemen und Prozessen aus Anwendungsbereichen der Informatik
- zur Erschließung neuer Anwendungsmöglichkeiten
- zur korrekten Formulierung von Hypothesen, Algorithmen und Datenstrukturen und zu ihrer Überprüfung
- zum Aufbau von Kommunikationssystemen
- zur Verwirklichung von Prinzipien
- zum Auffinden von Datenstrukturen und Algorithmen zur Lösung von Anwendungsproblemen
- zur Entwicklung von Programmen, die vorgegebene Algorithmen darstellen.

Der Einsatz der Informatikinstrumente bei der Klassen, zur Lösung von Problemen oder Beschreibung von Prozessen, erfordert die Abgrenzung und Strukturierung von Sachverhalten.

Voraussetzung für den Problemlösungsprozeß ist zunächst die Formulierung des Problems. Die Anwendungsprobleme der Informatik werden innerhalb von *Systemen* betrachtet.

Die Systeme besitzen häufig einen hohen Komplexitäts- und Unbestimmtheitsgrad, so daß es schwierig ist, vollständig ihre inneren Abhängigkeiten zu erkennen und durch Modelle zu beschreiben. Deshalb ist es ebenfalls schwierig, sie zielgerecht zu steuern oder neue Erkenntnisse über ihre Eigenschaften zu gewinnen.

Das Streben nach hinreichend genauer und detaillierter Systembeschreibung wird in der Informatik auf die Abbildung datenverarbeitender Algorithmen beschränkt.

Das Wirkungsgefüge von realen Systemen wird möglichst getreu durch Informationssysteme mit isomorpher Struktur, d. h. mit gleichem Wirkungsgefüge, beschrieben.

Die Betonung liegt dabei auf dem Prozeßcharakter der Systeme, wobei nicht nur Statik, sondern besonders die Veränderung der

Prozeßeigenschaften interessiert. Die Eigenschaften, Anforderungen und Klassifizierungen von Modellen oder Systemen und die Entwicklung von Modellen zur Beschreibung und Analyse von Teilsystemen der realen Welt, die sich bekanntlich in Phasen vollzieht, sind in der Literatur hinreichend diskutiert und beschrieben worden [8, 19, 27, 28, 32].

Eine mögliche, grobe Gliederung der Entwicklung eines Modells, das das Verhalten eines Teilsystems beschreiben soll, besitzt folgende Phasen:

2.1.1.1. Formulierung von Hypothesen und eines vorläufigen Modells aufgrund des bisherigen Erfahrungsgutes.

2.1.1.2. Strukturierung des zu analysierenden Wirklichkeitsbereiches und Erhebung von Beobachtungs- und Meßdaten.

2.1.1.3. Analyse der erhobenen Daten und Überprüfung der vorläufigen Modellstruktur und Rückinterpretation der ermittelten Ergebnisse auf den realen Tatbestand und Vergleich der Übereinstimmung.

2.1.1.4. Anpassung des Modells und gegebenenfalls weitere Datenerhebungen, Überprüfungen und Anpassungen.

2.1.1.5. Einsatz des Modells zur Gewinnung neuer Erkenntnisse oder Steuerung des realen Systems.

2.1.1.6. Einsatz zur Modellverbesserung.

Wir wollen die Phase 2.1.1.3. näher beleuchten. Das Informationsmodell wird als formales System dargestellt. Es besteht die Frage nach der Güte eines formalen Modells. Wie gut stimmt das Modell mit dem Sachverhalt überein?

Betrachten wir zuerst das einfache statische Modell in Abb. 3. Vorgegeben ist ein ausgewählter Sachverhalt als Teilsystem oder reales System rS. Es soll einen festen Zustand bezüglich der untersuchten Eigenschaften für die Dauer der Anpassung des formalen Systems fS besitzen.

Als Beispiel betrachten wir das Teilnehmerverhalten der Rehabilitanden in der compu-



terunterstützten Ausbildung — CUA — [16]. Die wachsende Nutzung des Heidelberger CUA-Systems in der schulischen und beruflichen Rehabilitation führte zu Engpässen in der DV-Anlage und als Folge davon zu nicht mehr zumutbaren langen Antwortzeiten des Systems beim Dialog zwischen Rehabilitand und Maschine.

Es mußten deshalb Messungen und Veränderungen am System durchgeführt werden. Dies war im laufenden praktischen Betrieb wegen der nicht vermeidbaren Störungen — z. B. Systemzusammenbrüche, Löschen von Dateien oder Programmen — nicht möglich. Deshalb wurde ein Modell für das Teilnehmerverhalten an den Datenstationen entwickelt, um diesen realen Prozeß mit dem entwickelten Modell auf der DV-Anlage simulieren zu können. Das Modell wurde als Algorithmus abgebildet und in ein Programm übergeführt.

Während des Untersuchungszeitraumes sollten die Prozeßparameter konstant bleiben, d. h. das Teilnehmerverhalten der Rehabilitanden sollte sich in dieser Zeit nicht verändern. Das Modell heißt deshalb statisch.

Über die Beschaffenheit des realen Systems werden Daten erhoben und Zusammenhänge über die Datenmengen beschrieben. Sie werden mit  $rE_1, \dots, rE_K$  benannt ( $r \triangleq$  real,  $E \triangleq$  Eigenschaft).

In unserem Beispiel wurden die relevanten Objekte, Merkmale und Merkmalsausprägungen festgelegt (vgl. 2.1.2.) und die Daten durch automatische Messungen im realen

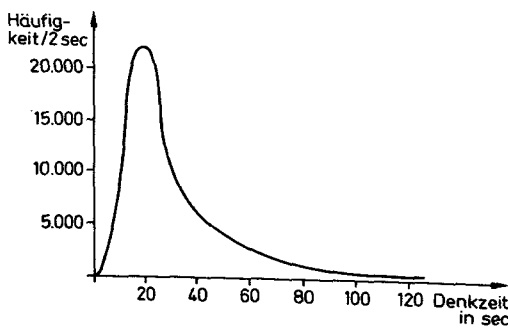


Abb. 1. Häufigkeit/Zeiteinheit in Abhängigkeit der Denkzeit

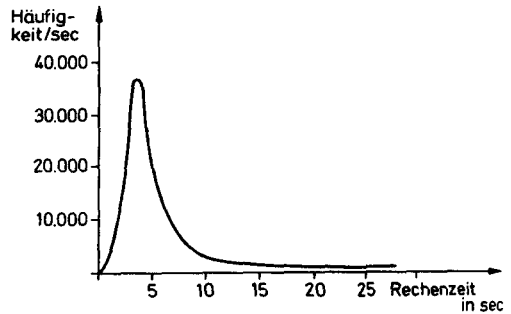


Abb. 2. Häufigkeit/Zeiteinheit der Rechenzeit

System mit Hilfe von Programmen erhoben und in Dateien abgespeichert.

Zu den aufgezeichneten Daten über die Eigenschaften des Teilnehmerverhaltens, die unser reales System  $rS$  beschreiben sollen, gehören unter anderem als Merkmale der Teilnehmer oder der Maschine:

$rE_1$ : ‚Denkzeit‘ = Zeitdauer von einer Computereingabe bis zur nächsten

$rE_2$ : ‚Rechenzeit‘ = Zeitbedarf des Rechners (Central Processor Unit — CPU) für die Verarbeitung einer Eingabe

$rE_3$ : ‚mittlere Ein-Ausgabe-Rate‘

$rE_4$ : ‚Kanalbelastung‘.

Eine Langzeitbeobachtung ergab die Häufigkeitsverteilungen für die Denkzeit, Abb. 1. und für die Rechenzeiten Abb. 2.

Die Verteilungsausprägung der Rechenzeit für das reale System wird mit  $rE_n$  bezeichnet.

Die Daten über das reale System werden den Zuständen und Eigenschaften  $rE_1, \dots, rE_K$  des formalen Modells mittels Parameterwerten oder Verteilungen zugeordnet. Dann werden mit Hilfe der Struktur des formalen Modells (Algorithmen) die Daten verarbeitet oder verdichtet und neue Daten gewonnen.

Das Verhalten eines einzelnen Teilnehmers wurde mit Hilfe eines Algorithmus simuliert, der periodisch von einem Zufallsgenerator gesteuert wurde. Der Zufallsgenerator wurde so eingestellt, daß er die Meßergebnisse in den Abbildungen 1 und 2 über das echte Teilnehmerverhalten möglichst getreu nachbildet.

Das Modell geht nun davon aus, das Verhalten von mehreren Teilnehmern durch den

mehrfachen Aufruf des gleichen Programms zu beschreiben. Dieses Modell beschreibt das echte System — Teilnehmerverhalten — in guter Näherung, wie der Vergleich der Häufigkeitsverteilungen die für das reale System und für den Testbetrieb mit dem Simulationsprogramm zeigte [16].

Dies bedeutet, die im Testbetrieb gemessene Häufigkeitsverteilung der Rechenzeit  $fE_n$  stimmt hinreichend gut mit den Meßergebnissen  $rE_n$  — bei echtem Teilnehmerverhalten — überein.

Diese gewonnenen Ergebnisse beschreiben bei hinreichender Gültigkeit des formalen Modells Eigenschaften des realen Modells und erlauben damit Rückschlüsse auf das reale System. Stimmen die Interpretationen der Ergebnisse, z. B.  $fE_n$ , hinreichend mit den Eigenschaften des realen Systems,  $rE_n$  überein, so hat man unter Umständen neue Erkenntnisse gewonnen. Ist dies nicht der Fall, muß das formale Modell verbessert werden (Abb. 3). In unserem Beispiel führten die gewonnenen Erkenntnisse zur Reduzierung der Antwortzeiten.

Dynamische Systeme, d. h. Systeme mit Zustandsänderungen, können im Grenzfall statische Systeme als Sonderfall enthalten. Sie besitzen jedoch grundsätzlich weitere Möglichkeiten durch Überprüfung der Wirkung von Zustandsänderungen bei Prozessen.

Beobachtet man das Teilnehmerverhalten der Rehabilitanden über einen längeren Zeitraum, z. B. mehrere Monate, so zeigt sich, daß es sich verändert. Die Eigenschaften des realen Systems ändern sich. Das reale System  $rS$  geht während eines bestimmten Zeitraumes von einem Anfangszustand  $Z_1$  in einen anderen Zustand  $Z_2$  über.

Die erhobenen Daten über die Eigenschaften des realen Systems zum Zeitpunkt des Anfangszustandes  $Z_1$  und zum Zeitpunkt des Zustandes  $Z_2$  können benutzt werden, um das Modell um das Änderungsverhalten des realen Systems zu erweitern und zu prüfen. In der Regel benutzt man dazu Daten über das reale System zu vielen Zeitpunkten.

Das erweiterte Modell berücksichtigt den Verlauf der Veränderungen der Zustände, bzw. Eigenschaften, des realen Systems  $rS$  mit Hilfe entsprechender Änderungen der numerischen Werte von Parametergrößen in Funktionen oder Algorithmen.

Prüft man die Ergebnisse des Simulationsprogrammes — formales System  $fS$  — für die Rechenzeiten jeweils bei verschiedenen Zuständen  $Z_1$  und  $Z_2$  und findet wieder eine gute Näherung oder Übereinstimmung beim Vergleich mit den Meßwerten über das reale System  $rS$ , so wird das Modell akzeptiert.

Nun können mit Hilfe des formalen Systems zur Verbesserung der Antwortzeiten des Computers verschiedene Teilnehmerverhalten simuliert, neue oder veränderte System-eigenschaften des Computers getestet und erprobt oder Planungen durchgeführt werden. Der echte Betrieb kann davon unberührt störungsfrei weiterlaufen.

Abbildung 4 zeigt die allgemeine Vorgehensweise zur Überprüfung von dynamischen Modellen. Sofern die Abbildungsfunktionen zwischen realem und formalem System hinreichende Qualität besitzen, kann die Güte des formalen Systems aus der Güte der Übereinstimmung zwischen

$rS - Z_2$  (real) und  $rS - Z_2$  (Abb. nach A2)

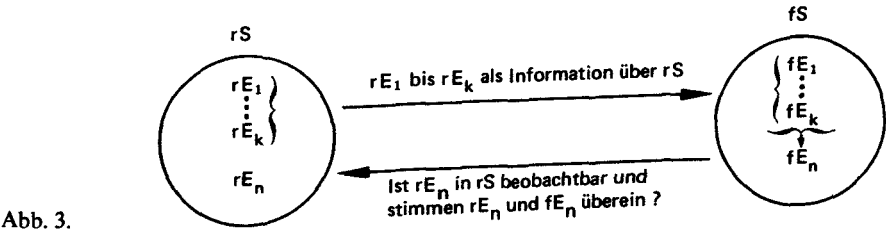


Abb. 3.

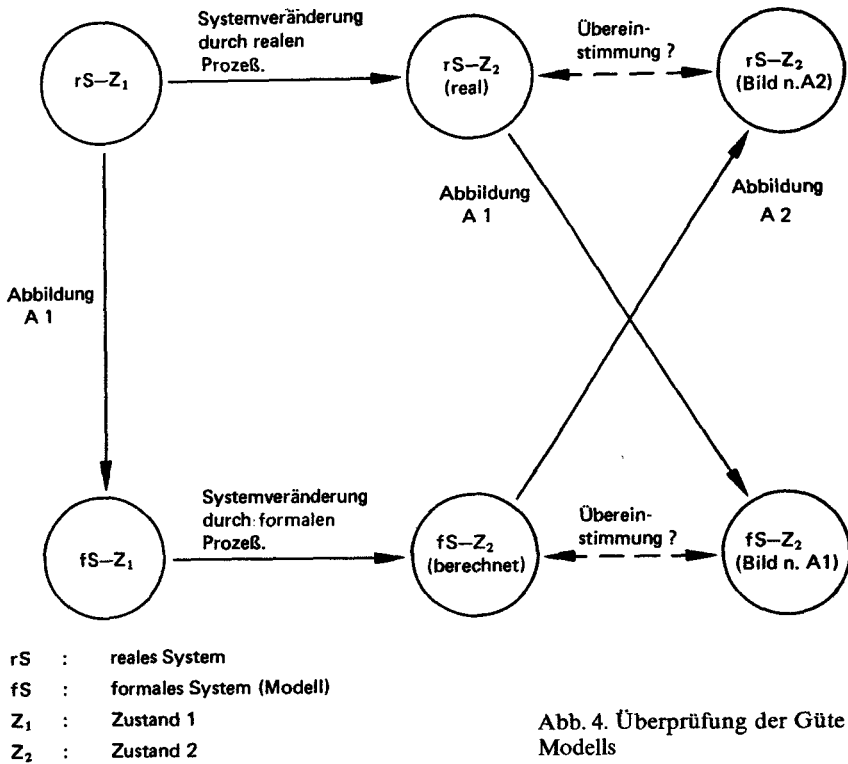


Abb. 4. Überprüfung der Güte eines dynamischen Modells

oder

$fS-Z_2$  (berechnet) und  $fS-Z_2$  (Abb. nach A1)

geschlossen werden.

In der Informatik werden Informationen über das reale System im Zustand  $Z_1$  als Eingangswerte (Daten und Parameter) in das formale Modell eingegeben. Das formale Modell beschreibt die zugehörige Prozeßstruktur und wird als Algorithmus oder Ablaufmodell mit einer Programmiersprache beschrieben und dem Computer als Programm mitgeteilt bzw. im Computer abgespeichert.

Die Systemveränderung von Zustand  $Z_1$  in den Zustand  $Z_2$  mit Hilfe des formalen Prozesses nachzuvollziehen und die kennzeichnenden Daten und Parameterwerte für den Zustand  $Z_2$  des formalen Systems zu ermitteln, bedeutet, den Algorithmus mit Hilfe eines Programms, dies ist die Vorschrift, in Computersprache, wie die Eingangsdaten zu

verarbeiten sind, im Computer ablaufen zu lassen. Dabei werden die Eingangsgrößen, Daten, Parameterwerte oder Informationsstrukturen, die den Anfangszustand  $Z_1$  des Systems kennzeichnen, umgewandelt in neue Daten und Informationsstrukturen, die den Zustand  $Z_2$  des formalen Systems kennzeichnen. Wie die Umwandlung der Daten zu erfolgen hat, beschreibt die formale Prozeßstruktur.

Aus Abbildung 4 läßt sich nun leicht ein Verfahren, Abbildung 5, für den Prozeß der Modellverbesserung, ableiten.

Wie kann man nun aber Sachverhalte strukturieren, wie die Phase 2.1.1.2. fordert?

### 2.1.2. Beschreibung von Miniwelten

2.1.2.1. Darstellung von Relationen: Ausgehend von einer Fragestellung müssen wir einen abgegrenzten Sachverhalt, eine Miniwelt des Benutzers [35] aus dem komplexen

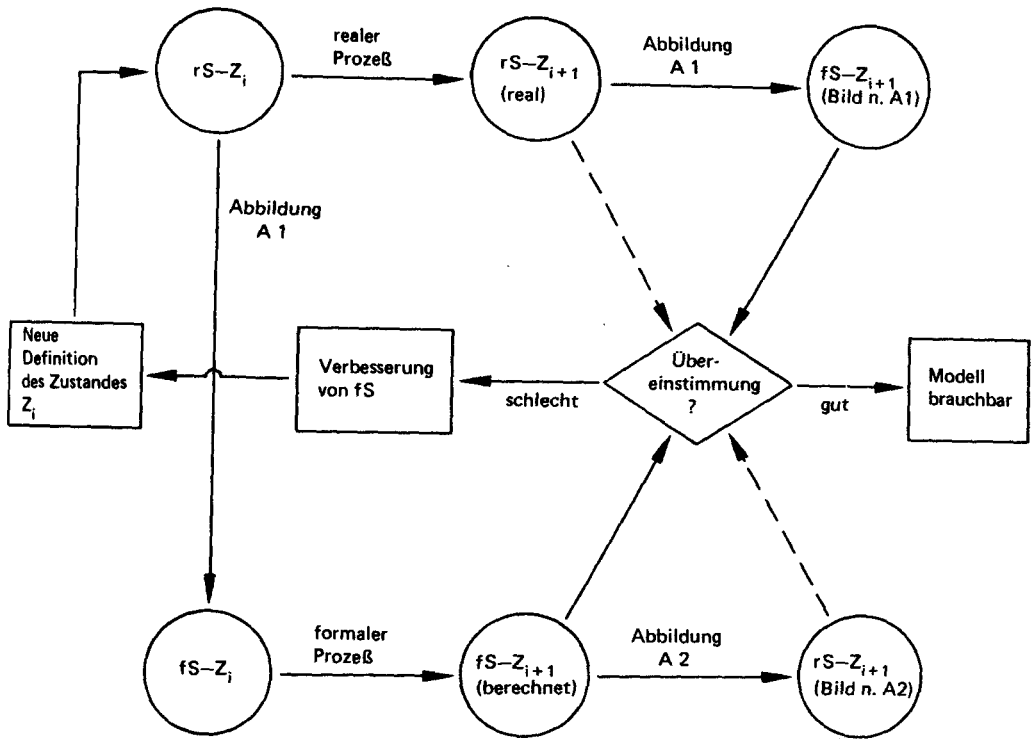


Abb. 5. Prozeß der Modellverbesserung

Gefüge der realen Welt heraustrennen. Wir versuchen zunächst aufgrund unseres Erfahrungsgutes die Objekte zu bestimmen, von denen wir vermuten, daß sie für unser Problem relevant sind oder irgend einen Zusammenhang mit unserer Fragestellung haben. Da wir Abhängigkeiten unter den Objekten und Zustandsänderungen ihrer Beschaffenheit voraussetzen, fassen wir diese Objekte als Elemente zu einer Menge zusammen. Die Beziehungen, Relationen, die zwischen den Elementen dieser Menge und ihren Eigenschaften vorliegen, beschreiben das Wirkungsgefüge des realen Systems. Dieses Wirkungsgefüge bzw. die Struktur des realen Systems wollen wir in einem formalen Modell möglichst isomorph, entsprechend den Abhängigkeiten oder Relationen zwischen den Objekten unserer Miniwelt, abbilden. Mit Hilfe dieser Struktur unseres Modells können wir dann durch Simulation von Prozessen, die in der Miniwelt ablaufen, und durch

Benutzung von Datenbeständen zu neuen formalen Aussagen gelangen.

Jedes System dient einem Zweck in einem übergeordneten System. Der Zweck des Systems Rehabilitation dient der beruflichen und sozialen Eingliederung behinderter Menschen im übergeordneten Gesellschaftssystem. Die Instrumente oder Teilsysteme der Rehabilitation erlauben den Ablauf der dazu notwendigen Prozesse, wie Abbildung 6 zeigen soll.

Wir wollen dies an einem Beispiel der Stundenplanerstellung einer Schule veranschaulichen, wobei wir auf Vollständigkeit bezüglich der Beschreibung des Sachverhaltes oder des Systems verzichten und nur das Datenmodell betrachten.

Jedes System, das wir betrachten, ist aus einer Umwelt herausgenommen. Betrachten wir als Miniwelt die Raumverteilung in einem Unterrichtsgebäude und die verschiedenen

Klassen an bestimmten Tagen zu festgelegten Unterrichtszeiten. Das übergeordnete System bildet die Schule in ihrer Gesamtheit einschließlich Schülerklassen und Lehrkörper. Aus der Erfahrung können wir zunächst im Schulsystem verschiedenartige Objekte bestimmen, die wir zusammenfassen. Wir unterscheiden z. B. die Mengen der

- L: Lehrer
- K: Klassenräume
- UF: Unterrichtsfächer
- SK: Schulklassen
- UZ: Unterrichtszeiten
- UT: Unterrichtstage
- AU: Anzahlen der Unterrichtsstunden je Woche für die einzelnen Unterrichtsfächer
- KL: Klassenstärke
- KG: Klassengröße

Dann versuchen wir in unserem Beispiel durch tabellarische Aufzählung die einzelnen Elemente der verschiedenen Mengen zu bestimmen:

$$L = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_i, \dots, l_n\} \quad l_i:$$

bezeichne einen bestimmten Lehrer, z. B. Müller (es gibt n verschiedene Lehrer)

$$K = \{k_1, k_2, k_3, \dots, k_j, \dots, k_m\} \quad k_j:$$

bezeichne einen bestimmten Klassenraum (es gibt m verschiedene Klassenräume)

$$UF = \{uf_1, uf_2, \dots, uf_o\}$$

$$SK = \{sk_1, sk_2, \dots, sk_g\}$$

.

.

$$AU = \{au_1, au_2, \dots, au_p\}$$

Jeder Lehrer besitzt gewisse Merkmale, z. B. daß er nur bestimmte Fächer unterrichten kann. Die spezielle Aussage „Müller kann Englisch, Deutsch und Musik unterrichten“, bestimmt die Beziehung zwischen Unter-

richtsfächern und einem Lehrer. Die Relation „kann unterrichten“ trifft für jeden Lehrer eine gezielte Auswahl der Fächer. Wir bezeichnen sie als Relation  $R_1$ . Diese Zuordnung der Eigenschaften kann auf verschiedene Weise dargestellt werden:

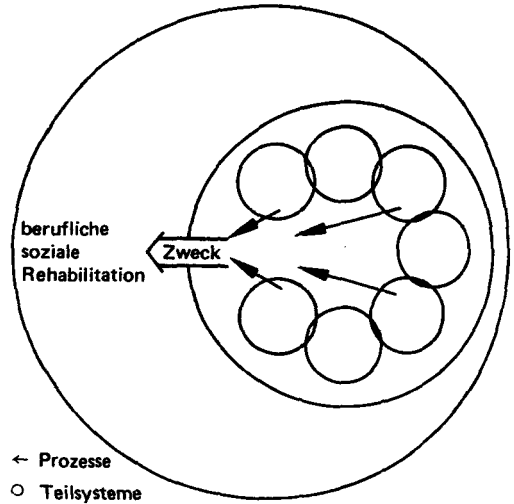
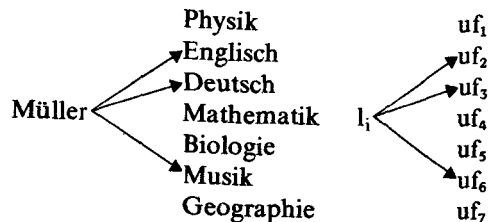


Abb. 6. Zweck, Prozesse und Teilsysteme eines Systems

2.1.2.1.2. *Durch Paare von Elementen* (Müller, Englisch), (Müller, Deutsch), (Müller, Musik)

oder allgemeiner, wenn Müller =  $l_i$   
 Englisch =  $uf_2$   
 Deutsch =  $uf_3$   
 Musik =  $uf_6$  sind,  
 durch  $(l_i, uf_2)$ ,  $(l_i, uf_3)$ ,  $(l_i, uf_6)$

2.1.2.1.3. *Durch Pfeile* (im Computer mit Hilfe von Verweisadressen)



#### 2.1.2.1.4. *Durch Matrizen*

[illegible]

Wir erkennen, daß eine Relation eine Auswahl aller möglichen Paarbildungen (Lehrer/Unterrichtsfach) trifft, das heißt eine Teilmenge der Menge aller denkbaren Paarbildungen darstellt. Jede gültige Paarbildung bedeutet eine Information und ist ein Datum. Um Relationen und Daten in einem Computer zweckmäßig und effektiv abspeichern, verarbeiten und gezielt auffinden zu können, setzt man Datenbanksysteme ein.

Wir wollen die Betrachtung unseres Beispiels fortsetzen. Die Relation  $R_1$  ‚kann unterrichten‘ kann allgemein für alle Lehrer in einer Matrix wiedergegeben werden.

Es wäre denkbar, daß es noch weitere Beziehungen zwischen Unterrichtsfächern und

$$\begin{array}{c}
\begin{matrix}
uf_1 & uf_2 & uf_3 & uf_4 & uf_5 & uf_6 & uf_7 & uf_8 & \dots & uf_0
\end{matrix} \\
\begin{matrix}
l_1 \\ l_2 \\ l_3 \\ l_4 \\ \vdots \\ l_i \\ \vdots \\ l_n
\end{matrix}
\end{array}
\left(
\begin{array}{cccccccccc}
\times & \times & & \times & & & & & & \\
& \times & \times & & & & & & \times & \\
\times & & & & \times & \times & & & & \\
& \times & \times & \times & & & & & & \\
\vdots & & & & & & & & & \\
& \times & \times & & & \times & \times & & & \\
\vdots & & & & & & & & & \\
\times & & & & & \times & & & & 
\end{array}
\right)$$

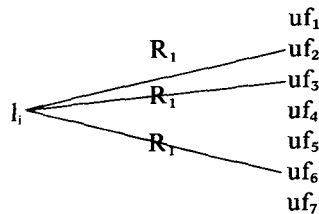
Lehrern gäbe. Dann müßten wir zur Unterscheidung der verschiedenen Relationen jeweils eine Kennzeichnung unserer Darstellung zufügen. Zum Beispiel:

$$R_1(l_i, uf_2), R_1(l_i, uf_3), R_1(l_i, uf_6)$$

oder in anderer Schreibweise

$$(1_i R_1 \text{ uf}_2), (1_i R_1 \text{ uf}_3), (1_i R_1 \text{ uf}_6)$$

oder



Wir wollen noch ein Beispiel einer Relation für andere Objekte betrachten.

In einer Relation  $R_2$  können wir jeder Klasse (SK) einen Klassenraum zuordnen, wobei die Anzahl der Klassenräume (K) nicht kleiner als die Anzahl gleichzeitig unterrichteter Klassen sein soll.

$$\begin{pmatrix} sk_1 & k_1 & k_2 & k_3 & k_4 & \dots\dots\dots & k_i & k_m \\ & \times & & & & & & \\ sk_2 & & \times & & & & & \\ \vdots & \times & & & & & & \\ sk_g & & & & \times & & & \end{pmatrix}$$

Die Matrizen zeigen Beziehungen oder Eigenschaften, die zwischen den Objekten einer Miniwelt bestehen.

In der vorausstehenden Matrix gilt beispielsweise die Forderung, daß jeder Zeile genau eine Spalte durch ein Kreuz zugeordnet wird. Die Anzahl der Kreuze in einer Spalte darf 1 oder  $\emptyset$  sein. Nun gibt es weitere Matrixstrukturen, die unser reales System oder die Miniwelt beschreiben. Wir wollen sie hier nicht alle aufführen.

Die Matrizen und Algorithmen beschreiben Abhängigkeiten, Relationen und Eigenschaften der Miniwelt. Um ein Modell zu entwickeln, das den Ablauf der Unterrichtsfolgen vorausberechnen kann, müssen sämtliche Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Objekten unseres Modells festgelegt werden.

2.1.2.2. Ausprägung von Merkmalen: Wir haben festgestellt, alle Objekte einer bestimmten Menge besitzen Eigenschaften oder Merkmale, z. B.

Lehrer (L):

Befähigung zur Unterrichtung bestimmter Fächer

Unterrichtsberechtigung in der Primar- oder Sekundarstufe

Klassenlehrer einer bestimmten SK

Unterrichtsfächer (UF):

Anzahl der Unterrichtsstunden je Woche für die einzelnen Klassenniveaus

Schülerklassen (SK):

Klassenstärke

Pflichtfächer

Klassenraum

Klassenlehrer

Die Zuordnung der Merkmalsausprägung eines Objektes bezüglich eines bestimmten Merkmals erfolgt durch die Merkmalsbeobachtung. Das Ergebnis der Merkmalsbeobachtung, dies ist die zugeordnete Klasse einer vorgegebenen Klasseneinteilung, bildet ein Datum über das beobachtete Objekt.

Die Relationen können ebenfalls als Ausprägungen verschiedener Merkmale abgebildet werden. Hat man wie in unserem Beispiel,

ein Modell entwickelt und geprüft, kann man aus den bekannten Ausgangsgrößen mögliche Stundenpläne berechnen, sofern Lösungen existieren. Die Berechnung eines Stundenplanes ist kompliziert und erfolgt wegen der Vielzahl der Bedingungen und Lösungsmöglichkeiten in der Regel mit Hilfe von Simulationsmodellen oder speziellen Lösungsstrategien. (Heuristische Planungsmodelle.)

Wir wollen die Begriffe Merkmal und Merkmalsausprägung an einem weiteren Beispiel erläutern. Jedes Merkmal kann Merkmalsausprägungen auf folgenden drei verschiedenen Merkmalsebenen annehmen:

- klassifikatorische oder qualitative Merkmale
- komparative Merkmale
- quantitative Merkmale

Man vergleiche dazu [33].

Wir betrachten als Beispiel die Patienten, die in eine Rehabilitationsklinik 1974 stationär aufgenommen wurden [39]. Wir können verschiedene Merkmale  $M_1, M_2, \dots$  an jedem Patienten beobachten; z. B.:

$M_1$ : mezinische Diagnose

$M_2$ : Leistungen des medizinischen technischen Dienstes in Anspruch genommen, und wenn ja, welche?

$M_3$ : Leistungen der Therapiebereiche in Anspruch genommen, und wenn ja, welche?

$M_4$ : Alter des Patienten

$M_5$ : Gewicht des Patienten

Jedes Merkmal besitzt verschiedene Ausprägungen bezüglich einer vereinbarten Klassenbildung, z. B.

klassifikatorische Merkmale:

$M_1$ : Zerebralparesen

Dysmelien

Hämophilien

Querschnittlähmungen

Muskeldystrophien

Poliomyelitiden

Skoliose

Herz- und Kreislauferkrankungen

Stoffwechselerkrankungen

Infektionserkrankungen

Sonstige

M<sub>2</sub>: EKG

Audiometrie

Röntgen

keine

M<sub>3</sub>: Physiotherapie

Ergotherapie

Logopädie

keine

quantitative Merkmale:

M<sub>4</sub>: Alter in [Jahren]

M<sub>5</sub>: Gewicht in [kg]

Was wir in diesem Beispiel betrachten ist die Erhebung von Daten über die einzelnen Patienten, d. h. ihre Ausprägungen, die wir durch Beobachtungen gewinnen. Jedem Patienten wird mindestens eine Klasse (z. B. „Stoffwechselerkrankung“) bezüglich eines qualitativen Merkmals („Diagnoseart“) zugeordnet.

Eine Klassenbildung für qualitative Merkmalsausprägung muß aufgrund des vorhandenen Erfahrungsgutes sehr sorgfältig getroffen werden und folgenden Forderungen genügen [33]:

— Die Klassenbildung soll erschöpfend sein bezüglich empirischer Erfahrung oder logischer Überlegungen

— Die Klassenbildung soll die einzelnen Klassen scharf abgrenzen

— Die Klassenbildung soll möglichst einfach sein

— Die Klassenbildung soll fruchtbar sein

— Die benutzten Begriffe oder Prädikate zur Festsetzung der einzelnen Klassen müssen eindeutig sein

Damit seien die Begriffe Objekte, Relationen, Merkmale und Merkmalsausprägungen hinreichend erläutert.

Wir fassen zusammen: Sachverhalte zerlegen wir in Miniwelten, d. h. in abgeschlossene Teilsysteme. Wir beschreiben Sachverhalte durch Festlegung von Objekten, Zuständen, Vorgängen, Abhängigkeiten oder Rela-

tionen, Merkmalen und Merkmalsausprägungen. Damit gewinnen wir folgende Rangordnung:

Systeme (dienen einem Zweck eines übergeordneten Systems)

Objekte

Zustände

Vorgänge

Relationen

Merkmale

Merkmalsausprägungen

klassifikatorisch

komparativ

quantitativ

Die Beobachtungen der Merkmalsausprägungen oder das Festlegen von Daten muß unter definierten Bedingungen geschehen. Die Ergebnisse von Beobachtungen sind Daten.

Zwischen den Daten oder Merkmalsausprägungen verschiedener Merkmalsträger bestehen Beziehungen oder Relationen. Sie sollen erforscht werden. Dazu werden Modelle entwickelt, die die Struktur von Prozessen realer Sachverhalte hinreichend gut beschreiben sollen.

Eine exakte Beschreibung eines realen Systems ist meistens nicht möglich, wegen der Vielzahl der Einflüsse und beteiligten Objekte, der Unhandlichkeit des entstehenden Formelapparates oder Modells und nicht zuletzt wegen der Unkenntnis der im System vorliegenden Relationen oder Abhängigkeiten. Um die Komplexität der Wirkungsgefüge von Sachverhalten in den Griff zu bekommen, wird die Zerlegung eines Sachverhaltes in verschiedene Miniwelten, d. h. abgeschlossene Teilsysteme mit definierten Schnittstellen, vorgenommen.

## 2.2. Beschreibung komplexer Sachverhalte

### 2.2.1. Das Bausteinprinzip

Die datentechnisch abgebildeten Prozesse der Miniwelten sind in der Regel allgemein anerkannte administrative, wissenschaftliche oder technische Prozesse, die von Wertsetzungen weitgehend befreit sind. Sie gehen jedoch häufig auf Prinzipien zurück, z. B. das



Maximum-Likelihood-Prinzip in der Statistik oder die doppelte Buchführung im Rechnungswesen. Solche Prinzipien haben sich traditionell etabliert und werden allgemein anerkannt. Kritischer in ihrer Bewertung sind die sozialen Zielvariablen in Entscheidungsmodellen. Neben die Integration allgemein anerkannter Prinzipien tritt als weiterer Trägheitsfaktor die Komplexität der Modelle. Ein hochentwickeltes Modell stützt sich meist auf verschiedene Teilinstrumente, die so umfangreich und vielseitig verwoben sind, daß sie von einem einzelnen Menschen systemtechnisch und inhaltlich nicht mehr überblickt werden können. Prinzipielle Änderungen im Wirkungsgefüge eines Teilsystems erzeugen unter Umständen, dies hängt z. B. von der Art und der Empfindlichkeit eines Modells ab, solche Auswirkungen auf die anderen Teilsysteme, daß sie zu einem wirklichkeitsfremden Gesamtgefüge und Verhalten entarten.

Dadurch ergibt sich eine Hemmschwelle für die prinzipielle Änderung der Struktur eines gewachsenen Modelles.

In der Regel bleibt die Veränderung komplexer formaler Systeme auf Anpassungsänderungen beschränkt. Um ganze Systeme oder Modelle neu zu entwickeln und in die Praxis zu integrieren, bedarf es in der Regel eines hohen finanziellen und personellen Aufwandes. Deshalb geht von Mensch-Maschinensystemen in diesem speziellen Falle eine Trägheit aus, die bei unvorsichtiger Handhabung der Informatikinstrumente (Betriebssysteme, Anwendungsprogramme, Hardware) zur Starrheit führen kann. Außerdem steigen der Aufwand für Änderungen und die Störanfälligkeit der Systeme ständig.

Um der Starrheit der entwickelten und benutzten Modelle entgegenzuwirken und eine hohe Flexibilität und Erhaltung der Gesamtstabilität eines Modells bezüglich eines Isomorphie- oder Invariantenprinzips zu gewährleisten, benutzen Informatiker als Gegenmaßnahme ein einfaches (wiederentdecktes) Prinzip, das die Natur bereits benutzt hat. Es gehört zu den eindrucksvollen

Erkenntnissen, daß die Natur in ihrer vorbewußten Phase bereits Prinzipien entdeckt hat, die wir erst auf intellektueller Ebene wiedererkennen.

In der Natur werden die gesamten biologischen Systeme mit neuartigen qualitativen Merkmalen mit Hilfe des folgenden Baukastenprinzips aufgebaut.

Als die kleinste für sich allein *lebensfähige Einheit* in der Natur besitzt die Zelle alle Grundeigenschaften des Lebens, der Bewegung und Reizbarkeit, des Stoff- und Energiewechsels, der Entwicklung und Fortpflanzung, der Vermehrung und Vererbung. Die Natur hat höhere biologische Systeme oder Funktionseinheiten nicht durch Zellenvergrößerung, sondern durch das Prinzip der Zellvervielfachung und Zelldifferenzierung ausgeprägt. Zu den Metazoen, Vielzellern, gehört beispielsweise neben der Maus auch der Mensch.

Neben diesem Baukastenprinzip wird zur Fortpflanzung von Vielzellern die genetische Information über einzelne Bausteinelemente, die Keimzellen, weitergegeben. Dies ist das Replikationsprinzip, das mit diesen elementaren Bausteinen, den Zellen, funktioniert und neue Individuen entstehen läßt.

Die Zellen selbst besitzen wieder Teilsysteme, z. B. Mitochondrien, die die Energie für die Zelle liefern und die Desoxyribonukleinsäure (DNS), die die Informationen für die Ausprägung des entstehenden Individuums enthält.

Dieses Bausteinprinzip löst den logischen Widerspruch der Prinzipien, *Erhaltung oder Beständigkeit* und Fortschritt auf und erlaubt eine Vereinigung beider Prinzipien.

Damit ist dem Evolutionsgedanken in abgebildeten informationsverarbeitenden Prozessen einerseits und ihrer Stabilität andererseits in der Informatik Rechnung getragen. Trägheit und Weiterentwicklung werden als widersprüchliche Prinzipien aufgelöst.

### 2.2.2. Beispiele aus der Rehabilitation

Die Rehabilitation bildet ein sehr inhomogenes System mit einer Vielzahl unterschied-

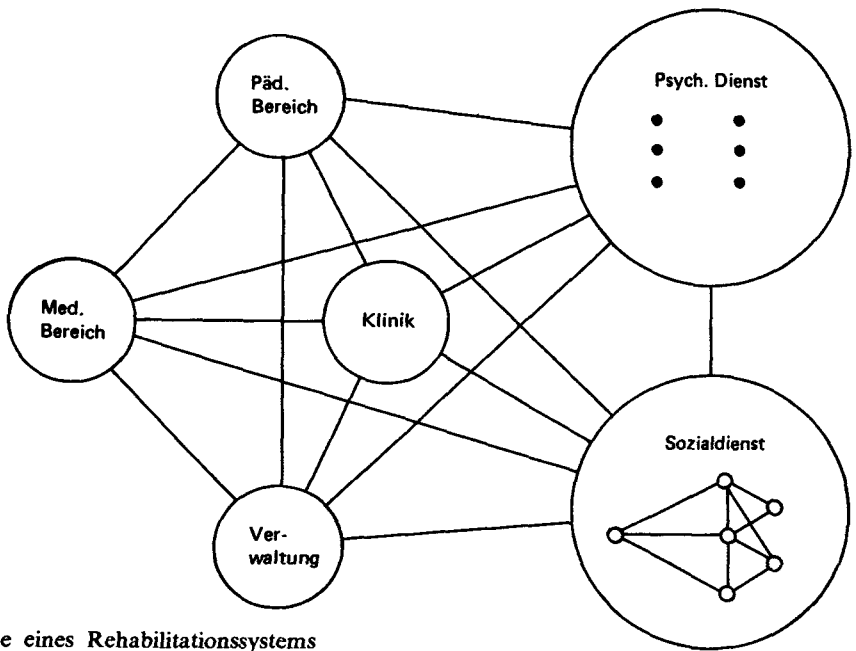


Abb. 7. Teilsysteme eines Rehabilitationssystems

licher Objekte, Abhängigkeiten, Prozesse und Teilsysteme. Betrachten wir beispielsweise ein Berufsförderungswerk, so können Teilsysteme (Abb. 7) bestimmt werden.

Jedes Teilsystem besitzt in sich komplexe Strukturen, die mit den Strukturen der anderen Teilsysteme zusammenhängen. Unter den verschiedenen Rehabilitationseinrichtungen können verschiedenartige Teilsysteme unterschieden werden. Sie besitzen jeweils verschiedene Wirkungsgefüge und Prozessstrukturen [37].

Um der Vielfalt der Objekte und Strukturen Herr zu werden, zerlegt man gemäß dem Bausteinprinzip die Teilsysteme in weitere Untersysteme, wobei man jeweils wieder genau die Schnittstellen und Verbindungen oder Abhängigkeiten zwischen den Untersystemen festlegen muß.

Jedes Teilsystem wird als Objekt des unmittelbar übergeordneten Systems betrachtet, oder allgemeiner,

Teilsystem  $n$ -ter Stufe = Objekt im Teilsystem  $(n-1)$ -ter Stufe

Wir gewinnen wieder eine Hierarchie von Systemen, denen wir auf jeder Stufe systeminterne Ziele zuordnen können (Abb. 8). Wählen wir beispielsweise das System Rehabilitation als System 1. Stufe, so läßt sich folgende Hierarchie bilden, wobei das Umfeld, z. B. die Gemeinschaft und die Schnittstellen zu ihm ebenfalls erfaßt werden müssen:

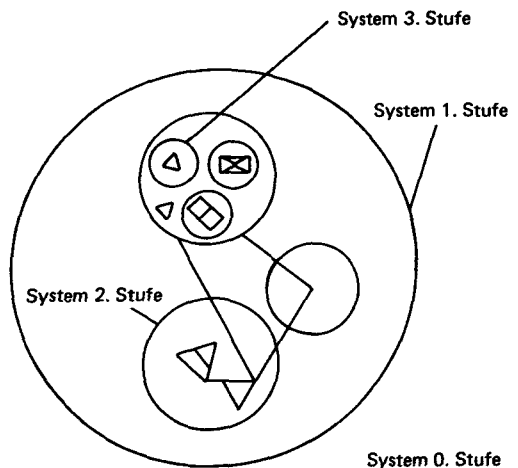


Abb. 8. Systemhierarchie

Sozietät (o. Stufe)

Rehabilitation (1. Stufe): Zielsystem  
Eigenschaften  
Abhängigkeiten

Teilsystem (2. Stufe): Teilziele  
Eigenschaften  
Abhängigkeiten

Systemelemente (3. Stufe): Bereichsziele  
Eigenschaften  
Abhängigkeiten

Es ist bekannt, daß die Optimierung der Teilsysteme nach ihren Teilzielen nicht das Optimum des Gesamtsystems ergibt.

Wollen wir die STIFTUNG REHABILITATION in einem Modell abbilden, so wäre folgende Gliederung möglich:

System 1. Stufe: STIFTUNG REHABILITATION

Teilsysteme 2. Stufe:

- Rehabilitationskrankenhaus in Karlsbad-Langensteinbach
- Berufsförderungswerk Heidelberg
- Südwestdeutsches Rehabilitationskrankenhaus für Kinder und Jugendliche
- Zentralbereiche
- 
- 
- 

Teilsysteme 3. Stufe:

- Fachdienste
- Pädagogik
- Medizin
- Psychologie
- Sozialdienst
- Administration
- 
- 
- 

Teilsysteme 4. Stufe:

- 
- 
- 

Jedem Teilsystem auf den verschiedenen Stufen müssen entsprechend Bereichsziele und Aufgaben zugeordnet werden, die zu hierarchischen Zielsystemen und Aufgabenkatalogen führen.

Zu jedem Teilsystem müssen außerdem äußere und innere Bedingungen der Eigenschaften zugeordnet werden. Man erhält wieder eine Hierarchie von Eigenschaften. Die Abhängigkeiten der Objekte eines Teilsystems bedürfen ebenfalls einer Festlegung, d. h. wir müssen auf jeder Stufe die Relationen festlegen und beschreiben.

Die Stiftung Rehabilitation selbst wäre dabei wie oben dargestellt, ein Objekt (Teilsystem) und würde in einem übergeordneten Gesellschaftssystem von äußeren Bedingungen anderer Umweltsysteme  $U_1, U_2, \dots, U_k$  gleicher Stufe in Beziehungen stehen. Abbildung 9 soll dies veranschaulichen.

Zwischen den Objekten bestehen Beziehungen, d. h. Relationen oder äußere Bedingungen verschiedenster Art, z. B.

- gesamtwirtschaftliche Lage
- monetäre Kreisläufe
- Wertsysteme
  - Prioritätenkatalog der Gesellschaft
    - Bewußtseinsstand der Öffentlichkeit
    - Politisches System (Parteien/Regierung).
  - Institutionen und ihre Einflüsse

Abbildung 9 zeigt ferner, daß Relationen, bzw. Abhängigkeiten (durch Linien angedeutet), zwischen den Objekten bestehen. In unseren Modellen der Informationsprozesse können Relationen auch beschreiben, welche Informationen oder Daten zwischen den Objekten ausgetauscht werden.

Wir unterscheiden dabei für jedes Teilsystem die Daten die hineinfließen und, durch allgemeine Variablen, Platzhalter, erfaßt werden können. Die Größen, welche die Informationen, die in das System hineinfließen, kennzeichnen, heißen Inputvariablen im Gegensatz zu den Outputvariablen (Abb. 10).

Betrachten wir in einem Rehabilitationssystem das Teilsystem *medizinischer Bereich*, so können wir als ein Objekt, ein Teilsystem des übergeordneten Systems, den Arzt definieren.

Ein Baustein eines Informationsprozesses in der Rehabilitation ist beispielsweise wieder

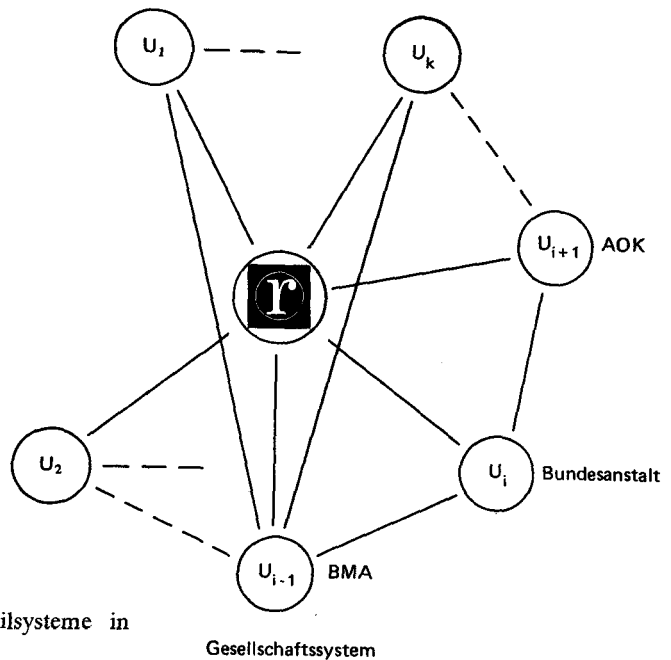


Abb. 9. Rehabilitationsbezogene Teilsysteme in einem Gesellschaftssystem

ein Informationsprozeß, der in einem Arzt abläuft bei der Festlegung einer Diagnose über einen Patienten. Dabei verarbeitet der Arzt Informationen aus verschiedenen Informationsbereichen, auf die er Zugriff hat, wie es grob in Abbildung 11 veranschaulicht wird.

Zur Festlegung von Schnittstellen und Relationen müssen für die definierten Objekte die relevanten Eingangs- und Ausgangsgrößen definiert werden.

Der Prozeß der Festlegung einer Diagnose ist ein Baustein eines beruflichen Rehabilitationsprozesses, wobei die Prozeßstruktur keinesfalls bekannt ist.

Solche Systeme werden als Black-Box-Modelle gekennzeichnet, da nur beschrieben werden kann, welche Informationen verarbeitet und welche Informationen als Ergebnisse vorgelegt werden.

Nach welchen Gesetzmäßigkeiten die Informationen verarbeitet werden, bleibt im Dunkeln. Das Mittel der Wahl, solche unbekannten Prozesse zu beschreiben und Abhängigkeiten zwischen Eingangs- und Ausgangs-

größen festzustellen, bleibt hier die Anwendung der mathematischen Statistik.

Außerdem können die Informationsflüsse in den übergeordneten Systemen abgebildet werden, wenn man genau weiß, welche Daten ein Arzt benötigt und dann wertvolle Hinweise, zur Vermeidung der mehrfachen Datenerhebung gleicher Daten an verschiedenen Orten im medizinischen oder anderen Fachbereichen, liefern.

Wichtig dabei ist zu wissen, wann, wo und welche Informationen wie, d. h. in welchen Prozessen und wozu verarbeitet werden.

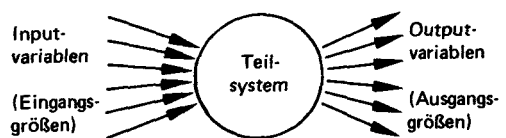


Abb. 10

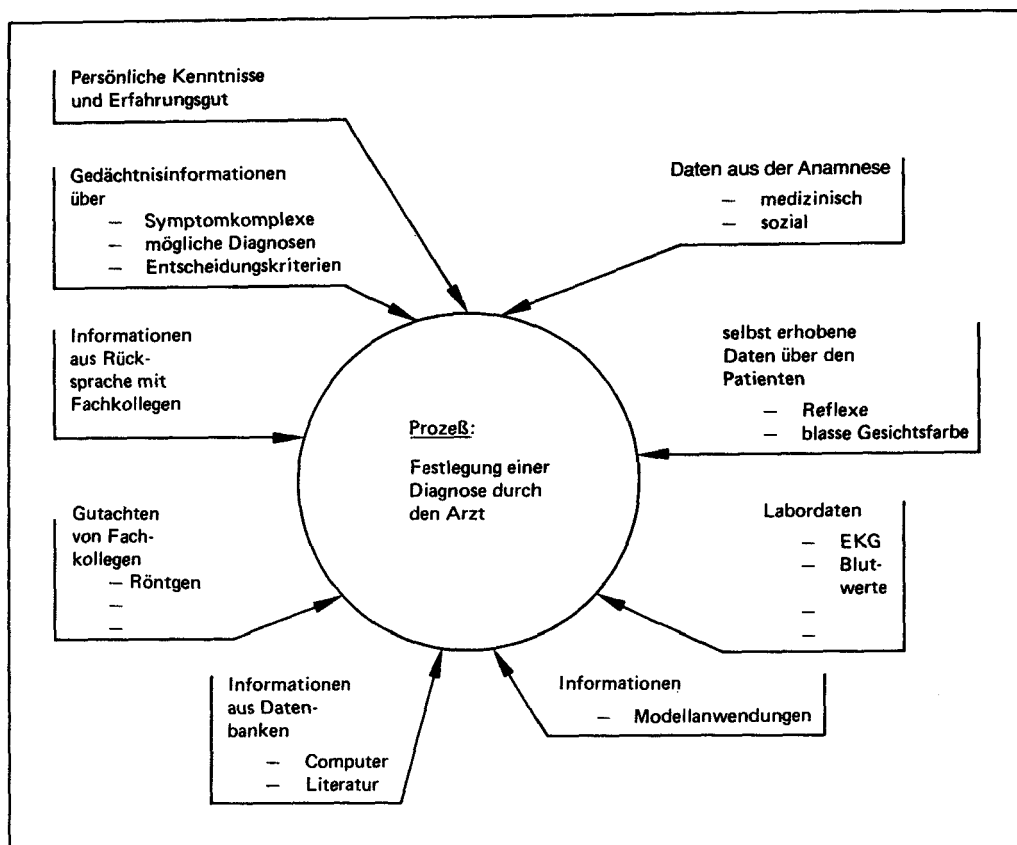


Abb. 11. Inputvariablen bei der Festlegung einer Diagnose

Aufgabe eines Informatikeinsatzes zu Gewinnung von Aussagen in der Rehabilitation mit dem Ziel, den Prozeß der Rehabilitation besser planen, steuern und wirtschaftlicher gestalten zu können, ist deshalb zuerst die Entwicklung eines Modells für die Informationsprozesse in der Rehabilitation. Kennt man die Struktur von Teilprozessen nicht, z. B. wie ein Arzt zu einer Diagnose kommt, so muß trotzdem für das gesamte Wirkungsgefüge festgelegt werden, welche Eingangsinformationen für diesen Teilprozeß erforderlich sind. Das bedeutet in unserem Beispiel, es muß definiert werden, auf welche Daten der Arzt zugreifen kann und zugreifen können muß.

Die verschiedenen Ergebnisse eines Diagnoseprozesses in unserem Beispiel können u. a.

folgende Merkmale und Merkmalsausprägungen besitzen:

<i>Merkmale</i>	<i>Ausprägungen</i>
Diagnose	Diagnose 1 Diagnose 2 keine endgültige Diagnose
Abteilungen oder Ärzte, die Daten über einen Patienten erheben	Facharzt Röntgen Labor Lipide Cholesterin
Behandlungsart	stationär ambulant nicht notwendig
berufliche Maßnahmen	nicht möglich eingeschränkt möglich ohne Einfluß

Ein Aufbau eines vollständigen Datensatzes über die Ausprägungen der festgelegten Merkmale jedes Rehabilitanden ist ein Ziel langfristiger Planungen in der Rehabilitation.

Will man nämlich statistische oder andere Aussagen zur besseren Planung und Steuerung von Rehabilitationsmaßnahmen erhalten, müssen für jeden Rehabilitanden jeweils die einzelnen Ausprägungen der verschiedenen Merkmale als Daten festgehalten werden.

Diese Datensammlung muß jedoch aus allen Fachdiensten die beobachteten Daten enthalten, z. B. die

Sozialanamnese

medizinische Daten

psychologische Daten

Ausbildungs-Daten

administrative Daten u. a.

Erst wenn die Daten über Rehabilitanden in den Fachbereichen erhoben und im Computer in einem Datenbanksystem verfügbar sind und unter Berücksichtigung von Datenschutzmaßnahmen von berechtigten Personen abgefragt oder statistische Auswertungen durchgeführt und formale Prozesse nachvollzogen werden können, ist es möglich, gezielter und wirtschaftlicher Rehabilitationsmaßnahmen oder Investitionen zu planen.

Ein Ziel zukünftiger Anstrengungen ist deshalb, ein Rehabilitanden-Datenbanksystem aufzubauen. Dazu müssen in einem ersten Schritt die Fragestellungen, Hypothesen, mögliche Einflußfaktoren oder Entscheidungskriterien, d. h. das Zwecksystem, festgelegt werden.

Der zweite Schritt dieser Aufgabe ist dann, die Merkmale und die Merkmalsklassen sinnvoll festzulegen und die verschiedenen Teilprozesse und ihre Abhängigkeiten zu analysieren. An diesem Beispiel wird das Dilemma zwischen der Notwendigkeit der Datensammlung und des Datenschutzes, im Hinblick auf Privatsphäre und des gesellschaftspolitischen Nutzens oder Mißbrauchs offensichtlich. Hier müssen technische und

organisatorische Maßnahmen rechtzeitig getroffen werden.

Von übergeordneter Aufgabe ist jedoch eine Architektur des gesamten Rehabilitationsgeschehens zu entwickeln. Dazu müssen Modelle erstellt werden, die das Verhalten der Teilsysteme und die Informationsprozesse in den Teilsystemen der Rehabilitation beschreiben. Dieses Ziel soll stufenweise verfolgt werden.

In der ersten Stufe soll das Teilsystem, Rehabilitationskrankenhaus, in einem Modell abgebildet werden. Dieses Modell muß sich wegen der Komplexität der ablaufenden Prozesse im Rehabilitationskrankenhaus zuerst auf die Architektur, d. h. auf eine relativ grobe Beschreibung des Wirkungsgefüges der Teilsysteme, beschränken und dann Schritt um Schritt verfeinert werden.

Die Anpassung des Modells, wie z. B. in Abb. 5 beschrieben, hat dann in weiteren Entwicklungsphasen zu erfolgen. Hat man Modelle für die verschiedenen Teilsysteme der Rehabilitation, z. B. Berufsförderungswerke, entwickelt, müssen an verschiedenen Orten die Modelle auf ihre Gültigkeit geprüft oder modifiziert werden.

Erst nach einer Erprobungsphase, die die Modelle für die Teilsysteme bestätigen, können die Modelle verbunden werden und für Planungen und zur Steuerung von Rehabilitationsmaßnahmen oder Planungen eingesetzt werden.

Mit diesen Beispielen, die nur anschaulich zeigen sollten, welche grundsätzliche Vorgehensweise der Forschungsarbeit in der Informatik zugrunde liegt und welche Ausschnitte aus der realen Welt die Informatik untersucht, soll die Betrachtung der methodischen Informatik-Instrumente abgeschlossen werden.

### **3. Anwendungsbeispiele der Informatik in der Rehabilitation**

Als bisherige Forschungsgebiete und Anwendungsbereiche der DV in der Stiftung Rehabilitation lassen sich die Schwerpunkte

- CUA = computerunterstützte Ausbildung
- Planung von Hard- und Software
- Forschungsprojekte der Medizin, Pädagogik oder anderen Fachbereichen
- Schulverwaltung und allgemeine Verwaltung

darstellen. Historisch bedingt besitzt die CUA eine hohe Priorität im Katalog der Forschungsaufgaben, wobei datentechnische und didaktisch-methodische Aufgaben verflochten sind und damit eine enge Zusammenarbeit mit Pädagogen gegeben ist.

Diese Anwendungsbereiche führten zu folgenden informatikbezogenen Aufgaben:

- Bewertung, Bereitstellung und Pflege von Hard- und Software für CUA (insbesondere APL mit File-Handlingsmöglichkeiten und Datenfernverarbeitung)
- Planung und Entwicklung eines Datenbankkonzepts und Informationssystems
- Planung eines Rechnerverbundsystems für computerunterstützte Ausbildung im Rahmen der beruflichen Rehabilitation (Datentechnische Anteile)
- Entwicklung von Software zur Bearbeitung der DV-Probleme in Forschungsprojekten
- Durchführung von speziellen CUA-Projekten mit unmittelbarer Erprobung der entwickelten Software in der täglichen Praxis der beruflichen Rehabilitation im Berufsförderungswerk Heidelberg.

### **3.1. Rationelle Instrumentarien für die computerunterstützte Ausbildung und Aufbau von Datenbanken**

Diese nachfolgend beschriebenen Entwicklungen sind Ergebnisse des Projekts DV BV 320, das vom BMFT im Rahmen des 2. DV-Programms der Bundesregierung gefördert wurde.

#### **3.1.1. Funktionspaket [30]**

Im Bereich der computerunterstützten Ausbildung ergab sich für die Informatik die Forderung, rationelle Instrumente für die Erstellung und Wartung von Lehr- und

Lernprogrammen zu entwickeln und möglichst große Transparenz der Programme zu erreichen. Als Sprache stand dabei APL (A Programming Language) [2] zur Verfügung, die wegen ihres Charakters (general purpose language) und ihres Reichtums an Operatoren in der STIFTUNG REHABILITATION seit 1970 für die CUA verwendet wird. Nach dem Prinzip der modularen Programmierung wurden Bausteine in APL [30] entwickelt, die in einem Funktionspaket zusammengefaßt der CUA-Programmierung zur Verfügung gestellt wurden.

Der erste praktische Einsatz des modularen Funktionspaketes für die Erstellung von CUA-Programmen für das Rechnungswesen ergab eine quantitative Steigerung der Programmierleistung um mehr als 100%, bei Erfüllung der qualitativen Ansprüche, wie sie gegenwärtig in der Pädagogik vorhanden sind. So konnte u. a. erstmalig ein Instrument für die Evaluation von CUA-Programmen im Einsatz verwendet werden, welches die Art und Anzahl zu sammelnder Daten über den Dialogablauf Schüler – Computer dem Pädagogen zur Entscheidung überläßt, die Auswertungsprogramme entsprechend diesen Wünschen erstellt und gezielte Rückschlüsse auf notwendige Revisionen im Bereich der Curriculumentwicklung, der Unterrichtsplanung, der Unterrichtsdurchführung oder der CUA-Programme zuläßt [9].

Die Erfüllung aktueller qualitativer und quantitativer Ansprüche der Informatik schlägt sich u. a. in dem geglückten Versuch der Einführung von Elementen der strukturierten Programmierung nieder. Es gelang die Darstellung des Funktionspaketes in Form von Struktogrammen, und es wurden erste Schritte in Richtung rationale Dokumentation und bessere Lesbarkeit von Programmen getan.

Die diesbezüglichen Arbeiten im Rahmen dieses Projektes zeigten, daß sich die in Veröffentlichungen über strukturiertes Programmieren angegebenen Leistungssteigerungen (um den Faktor 3 [4]) auch bei der programmiermäßigen Umsetzung pädagogisch auf-

bereiteter Lern- und Übungsinhalte für CUA-Programme, sowie ihrer Wartung und Verwaltung, erreichen lassen.

### *3.1.2. Dialogstationen und Datenfernübertragung für die CUA [22]*

Der Blattschreiber ist gegenwärtig noch die am meisten verwendete Datenstation innerhalb der STIFTUNG REHABILITATION für die CUA. Den positiv zu bewertenden Eigenschaften dieser Terminals wie Zuverlässigkeit, Wartungsfreundlichkeit und Endlosdruck der Ein- und Ausgabe stehen Nachteile gegenüber wie z. B.

- langsame Ausgabegeschwindigkeit
- zeilenorientierte Darstellung
- fehlende Graphikmöglichkeiten

Die ständig zunehmende Verbreitung von Datensichtgeräten als Bindeglied im Dialog Mensch – DVA und die Prognosen der Fachwelt bezüglich ihrer Verwendung als Kommunikationsebene des nächsten Jahrzehnts [4] haben uns veranlaßt, im Rahmen eines Projektes zu untersuchen, ob und wie mit diesen Geräten eine Verbesserung der computerunterstützten Ausbildung möglich wird. Für den Einsatz von Datensichtstationen in der CUA ist eine Protokollierung des Dialogs unerlässlich. Die Protokollierung soll simultan zur Dialogführung erfolgen und nicht wie mit üblichen Hardcopygeräten nur als Folgeprotokoll. Die „Schnelligkeit“ des Bildschirms geht durch die bekannten Hardcopyausgaben über Terminaldrucker meist wieder verloren und diese werden deshalb weniger benutzt. Die hohen Kosten für die Kopplung jedes Bildschirms mit einem eigenen Hardcopygerät erscheinen deshalb nicht gerechtfertigt.

Als Ergebnis dieser Überlegungen wurde eine neue Konzentratorkonzeption konzipiert, installiert und in Betrieb genommen. Zwei Kompaktrechner übernehmen sämtliche Kommunikationsausgaben zwischen zentraler DVA und 30 Bildschirmgeräten. Ein Kompaktrechner fungiert dabei als intelligenter Konzentrator. An ihm sind die Datensichtstationen, zwei Magnetplattenein-

heiten, auf denen die Protokollierung vorgenommen wird, und ein Schnelldrucker angeschlossen.

Der 2. Kompaktrechner steuert als Vorrechner der DVA den Datenfluß zwischen DVA und Konzentrator, entlastet die zentrale DVA durch Übernahme der Codeumwandlung und ist als Konzentrator für externe Anschlüsse geeignet.

Die 30 Leitungen der Datensichtgeräte wurden über drei Leitungen mit dem Vorrechner verbunden. Die Einsparung an Leitungs- und Leitungspufferkosten (Modems, Puffer, Schnittstellenanpassungen u. a.) war erheblich.

Es ist zu erwarten, daß zukünftige Lösungen für den Einsatz des Computers im Bildungswesen Kleinrechner in stärkerem Maße nutzen werden. Eine solche Installation könnte aus mehreren sich gegenseitig unterstützen Prozessoren mit dem Ziel, weitere Entlastungen der Datenübertragungsleitungen und des Zentralrechners bei höchstmöglicher Verfügbarkeit zu erreichen. Die Kosten werden dadurch natürlich erheblich gesenkt werden können.

### *3.1.3. EXIS — ein benutzerfreundliches Datenbanksystem [34]*

In der STIFTUNG REHABILITATION bestehen zahlreiche Bedürfnisse für ein Datenbanksystem. Ausgangspunkt für das entwickelte EXperimentier-Informations-System war der Wunsch nach einem Datenbanksystem, welches in den Bereichen Ausbildung (z. B. Integration in CUU-Lernen mit Infotheken), Medizin, Psychologie, Rehabilitationstechnologie und Literatur-Dokumentation möglichst gleichermaßen günstig einsetzbar ist. Insbesondere werden erhöhte Anforderungen an den Datenschutz gestellt.

Ogleich einige der gegenwärtig bekannten Datenbanksysteme für spezielle Anwendungen gut geeignet sind, wird unter den vorgelegenen Randbedingungen für unsere speziellen Bedürfnisse, u. E. keines den Anforderungen eines so breiten Einsatzes gerecht. Die Eigenschaften der Sprache SHARP-APL



eröffneten die Möglichkeiten, ein solches System mit relativ geringem Aufwand zu erstellen.

Das Konzept von EXIS [4] basiert darauf, daß jedem „führenden Stichwort“, „Synonyme“, „Deskriptoren“ und „Texte“ angefügt werden können.

Zum Beispiel:

→ PKW	Stichwort
= PERSONENKRAFTWAGEN	Synonyme
= PERSONEN-KRAFTWAGEN	Deskriptoren
○ SCHNELL	Text
○ TEUER	
○ BEQUEM	
× HAT VIER RÄDER	

Stichwort und Synonyme werden von den Suchalgorithmen als gleichwertig behandelt. Unter den Stichworten oder einem seiner Synonyme sind Deskriptoren und Text auffindbar. Umgekehrt ermöglichen die Deskription und deren logische Verbindungen das Auffinden aller damit beschriebenen Stichworte.

Grundsätzlich behandelt EXIS Deskriptoren jedoch genauso wie Stichworte. Damit dürfen Stichworte auch als Deskriptoren erscheinen, und jeder neuauftretende Deskriptor wird als Stichwort notiert und kann eigene Synonyme, Deskriptoren und Texte enthalten.

Weitere Untergliederungen können durch „Gewichte“ an den Deskriptoren gekennzeichnet werden, wodurch der Aufbau eigener hierarchischer Gliederungen möglich ist, oder auch Deskriptoren nach ihrer Wichtigkeit eingestuft oder z. B. englische, französische und deutsche Deskriptoren voneinander unterschieden werden können.

Die Syntax von EXIS ist auf seine Basissprache APL abgestimmt. Es ist als voll programmierbares System konzipiert, d. h. es ermittelt Daten nicht nur, sondern stellt sie auch im Dialog mit anderen Programmen zur Weiterverarbeitung bereit. Ebenso können Daten nicht nur manuell sondern auch durch ein Programm eingegeben werden.

Behandlung von Texten, Nachspeichern, Löschen und Korrigieren einzelner Informationen ist von mehreren Personen gleichzeitig möglich.

EXIS gewährleistet auf der Basis des Datenschutzes des APL-Plus-Filehandlings einen ungewöhnlich hohen und differenzierten Datenschutz. So können z. B. Daten für eine statistische Auswertung (anonym) freigegeben werden, die gleichzeitig vor Einzelzugriffen geschützt sind.

Das System gestattet einen abgestuften Einstieg in Abhängigkeit vom Wissensstand des Benutzers.

Das EXIS-System besteht aus einem Satz von Funktionen, die in APL-Plus geschrieben sind. Die Hauptfunktionen bewerkstelligen das Anhängen von neuen Stichworten an eine EXIS-Datenbank oder von neuen Synonymen, Deskriptoren und Texten an ein Stichwort, das Wiederfinden gespeicherter Daten und die Korrektur von File-Komponenten.

Die Datenstrukturen in EXIS stellen im Prinzip in einem netzförmigen Verweisgefüge eine graphentheoretisch sehr allgemeine Struktur dar.

Das EXIS wurde in mehreren Anwendungsbereichen und Projekten praktisch erprobt:

— CUA

— Datenbanksystem für das Südwestdeutsche Rehabilitationszentrum für Kinder und Jugendliche (vgl. Abschn. 3.2.)

— Literaturdokumentation

Seine Benutzerfreundlichkeit hat sich in hohem Maße erwiesen.

### **3.2. Datenbanksystem für das Rehabilitationszentrum Neckargemünd [13]**

#### *3.2.1. Umfeld und Aufgaben des Datenbanksystems*

Parallel zu der praktischen Arbeit des Südwestdeutschen Rehabilitationszentrums für Kinder und Jugendliche in Neckargemünd (RZN) wurden zusammen mit dem Forschungszentrum erste wissenschaftliche Untersuchungen begonnen. Einige werden

im Projekt „Entwicklung eines Dokumentations- und Informationssystems für Einrichtungen im Bereich der Rehabilitation und Sonderpädagogik körperbehinderter Kinder und Jugendlicher“ durchgeführt. Im Gegensatz zum allgemeinen Bildungsbereich liegen auf dem Gebiet der Sonderpädagogik und der Rehabilitation behinderter Kinder und Jugendlicher Forschungsansätze und Modellversuche nur in geringem Maße vor. Das Forschungsvorhaben soll diese Diskrepanz verringern.

Beim Aufbau eines modernen Rehabilitationszentrums für Kinder und Jugendliche steht die curriculare Problemstellung im Vordergrund:

Verglichen mit den herkömmlichen allgemeinbildenden Schulen, die vordergründig eine allgemeine soziale Chancengleichheit gewährleisten sollen, müssen hier weit über diese Erfordernisse hinaus erst die Möglichkeiten der Optimierung schulischer Rehabilitation für die stets individuell Behinderten verschiedener sozialer Herkunft geschaffen werden.

Der zu entwerfende Curriculum-Pool muß auf die vorhandenen differenzierten Lernbedingungen und -voraussetzungen der Behinderten abgestimmt werden. Hierbei soll das Dokumentations- und Informationssystem die Arbeiten erleichtern, indem es die anfallenden Daten nach entsprechender systematischer Aufbereitung zur Verfügung stellt.

Eine der Aufgaben besteht somit in der Analyse und Beschreibung der Behindertenstichprobe zur Verbesserung der schulischen Förderung, sowie in der Entwicklung und Verbesserung von Lehr- und Lernmethoden.

Als weitere Aufgabe kommt die Optimierung einer differentiellen Begleitdiagnostik hinzu. Medizinische, psychologische und schulische Daten sollen fortlaufend nach anamnестischen, diagnostischen und prognostischen Gesichtspunkten dokumentiert werden. Als zentrales Problem erwies sich hierbei die Gewichtung der zu berücksichtigenden Daten und ihre formale Aufbereitung für die elektronische Datenverarbeitung;

eine enge Zusammenarbeit mit dem Fachpersonal im RZN erbrachte wesentliche Entscheidungskriterien.

Durch zentrale Speicherung, schnelle Abrufbarkeit und ständige Verfügbarkeit der erfaßten Daten ist die Erleichterung der Routinearbeit des Fachpersonals gewährleistet. Erzieher, Lehrer, Mediziner, Psychologen etc. können mit Hilfe des Dokumentations- und Informationssystems ein Maximum an objektiven Entscheidungshilfen erzielen.

Von dem Vorhaben sind insgesamt wesentliche Hinweise für Bildung, Ausbildung und individual-therapeutische Behandlung der behinderten Kinder und Jugendlichen zu erwarten. Die Konzeption ist bewußt so angelegt, daß sie — mit entsprechender Modifikation — auf herkömmliche allgemeinbildende Schulen übertragbar ist. Sie gewinnt somit eine überregionale Bedeutung und dient gleichermaßen behinderten und nicht-behinderten Kindern und Jugendlichen.

### *3.2.2. Realisierung des Datenbanksystems*

Für die wissenschaftlichen Untersuchungen die mit Hilfe der in der Datenbank gespeicherten Informationen durchgeführt werden, ist es von Vorteil, wenn Erfassung, Zwischenbearbeitung, Abspeicherung in der Datenbank und Weiterverarbeitung der Daten in ein und derselben Sprache und zusätzlich noch in einer Dialogsprache durchgeführt werden können. Für die Durchführung der umfangreichen Informatik-Aufgaben wurde daher die Dialogsprache APL eingesetzt:

— Aufbau eines Informations- und Dokumentationssystems

Zur langfristigen Speicherung der Ergebnisse (auch aller Einzelergebnisse) der psychologischen Tests und als Hilfsmittel zum gezielten Zugriff auf die gespeicherten Daten ist das Datenbanksystem EXIS (siehe „EXIS — ein benutzeradaptives Datenbanksystem“) vorgesehen. Das Datenbanksystem dient sowohl dem Routinebetrieb als auch wissenschaftlichen Untersuchungen, etwa statistischen Auswertungen. Schwierigkeiten ergeben sich dadurch, daß ein Teil der interessierenden

Daten (z. B. zur Person eines jeden Rehabilitanden) an anderer Stelle (Verwaltung) mit Belegleser oder Lochkarten bereits erfaßt ist oder erfaßt wird. Diese Daten müssen, da sie nicht unmittelbar von APL aus angesprochen werden können, in APL-Dateien übernommen werden. Sie müssen durch Ergänzungen und Korrekturen stets auf den neuesten Stand gebracht werden. Außerdem müssen Daten (z. B. medizinische Daten), die mit Hilfe von APL-Programmen erfaßt werden, außerhalb von APL für weitere Verarbeitungen zur Verfügung gestellt werden.

Das Einbringen der Daten in das Datenbanksystem geschieht auf folgende Weise:

— Dialogerfassung aller Testergebnisse

Die notwendigen Angaben zur Person, zur Identifizierung des Tests und die Ergebnisse der einzelnen Testitems werden „vor Ort“ durch ein Erfassungsprogramm angefordert. Die Eingabe wird auf syntaktische Richtigkeit und Plausibilität geprüft.

Für jeden der im RZN eingesetzten psychodiagnostischen Tests existiert zur Dialog-Erfassung ein Unterprogramm, das vom Erfassung-Hauptprogramm aufgerufen wird.

— Auswertung psychodiagnostischer Tests  
Diejenigen Tests, bei denen eine automatisierte Auswertung möglich und sinnvoll ist, werden durch je ein weiteres Unterprogramm des Erfassungsprogramms ausgewertet. Ist eine automatisierte Auswertung nicht möglich oder nicht sinnvoll, so werden die Auswertungsergebnisse wie oben im Dialog erfaßt.

— Zwischenspeicher auf APL-Dateien

Die Testergebnisse werden zusammen mit allen Einzelergebnissen zur Weiterverarbeitung auf APL-Files gespeichert. Im Hinblick auf die Weiterverarbeitung mit EXIS werden die als formatierte Daten ins EXIS eingehenden Daten in eine erste Datei, die als Deskriptoren ins EXIS eingehenden Daten in eine zweite Datei gespeichert. Zur Eingabe ins EXIS müssen diese Daten gemäß den EXIS-Bedingungen konvertiert werden.

Eines der Hauptziele bei der Entwicklung war es, ein in hohem Maße anwenderfreundliches, leicht handhabbares und flexibles System aufzubauen. Das Datenbankmodell wurde insbesondere bereits im psychologischen Bereich erprobt und eingesetzt.

### 3.3. EDV im Blindendruck \* [23, 24, 25]

Dem Personenkreis der Blinden steht wegen der geringen Produktions-Kapazität des konventionellen Blindenbuchdruckes nur eine begrenzte Zahl von Zeitschriften und Büchern zur Verfügung. Hier sucht das Projekt „Rationalisierung des Blindenbuchdruckes“ nach zukunftssicheren Rationalisierungsmöglichkeiten (vgl. Bericht des Forschungsbereiches Rehabilitationstechnologie). Hierbei kann die Informatik ihren Beitrag liefern.

Seit an der Universität Münster unter der Leitung von Prof. Dr. Werner ein Programm entwickelt worden ist, das die automatische Übersetzung von Schwarztext in Blindenkurzschrift erlaubt [25] ist eine Voraussetzung der schnelleren Herstellung von Braille-(= Blindenschrift)Büchern erfüllt. Dem breiten Einsatz des Programms steht jedoch bisher noch das Fehlen von computer-lesbaren Texten im Wege — ein Problem, dem sich der Forschungsbereich Informatik angenommen hat.

Wo Texte nicht bereits auf einem EDV-Datenträger (Lochstreifen, Magnetband etc.) erfaßt sind, müssen Texterfassungsgeräte eingesetzt werden. In einer umfangreichen Untersuchung wurden die verschiedenen Erfassungsarten (zentral, dezentral; on line, off line) und in Frage kommende Geräte beurteilt. Die wichtigsten der zugrunde gelegten Kriterien sind Korrekturmöglichkeiten, Art der EDV-Kompatibilität und Handhabung des Datenträgers, Mobilität des Erfassungsgerätes, Kosten etc.

Aufgrund der Tatsache, daß z. Z. keine der Blindendruckereien und -schulen über eigene EDV-Kapazität verfügen, wurde die de-

---

\* Dieses Projekt wurde vom BMFT gefördert

zentrale Texterfassung als die günstigste erkannt. Aus dem Geräteangebot wurde ein Schreibautomat mit Magnetband-Kassette als Datenträger ausgewählt, wobei hoher Korrekturkomfort und günstiger Anschaffungspreis als Hauptkriterien benutzt wurden. Ein Kassetten-Magnetband-Konverter sichert die EDV-Kompatibilität.

Bereits EDV-kompatible Texte stehen bei Verlagen und Druckereien zur Verfügung, wo die Manuskripte auf Lochstreifen gestanzt und über eine Filmsetzanlage verarbeitet werden. Um solche Lochstreifen für die EDV-Übersetzung zu nutzen, müssen sie von den Steuerinformationen für die Setzmaschine befreit und mit solchen für die Formatierung und inhaltliche Gestaltung gemäß den Blindenschriftkonventionen versehen werden. Die Umsetzung solcher Lochstreifen-Texte wirft deshalb einige Probleme auf, weil die heute im Schwarzdruck gegebenen vielfältigen Darstellungsmöglichkeiten nicht ohne weiteres automatisch in Braille umgesetzt werden können.

Die Vorbereitung eines solchen Textes für die automatische Übersetzung in Braille erfolgt in zwei Phasen:

In der 1. Phase übernimmt ein Programm folgende Aufgaben:

- Code-Umschlüsselung
- Kennzeichnung von Großschreibungen, die aus Gründen der Eindeutigkeit erhalten werden müssen (Braille kennt keine Groß-Kleinschreibung)
- Kennzeichnung von kursiv geschriebenen Textstücken
- Darstellung der Steuerbefehle für die Setzmaschine in lesbarer Form (sie werden in der 2. Phase z. B. für das Auffinden von Überschriften oder Fußnoten verwendet)
- Ausgabe des Endlos-Textes auf Schnelldrucker mit Zeilennummerierung.

Die 2. Phase wird über den Bildschirm im Dialog abgewickelt. Dabei werden Änderungen am Text durchgeführt, die formal (automatisch) nicht oder nur sehr schwer erfaßt werden können:

- Titelseiten
- Fußnoten
- graphische Erläuterungen und Skizzen (sie müssen durch verbale ersetzt werden)
- Bearbeitung der Steuerzeichen für die Setzmaschine.

Die hier angeschnittenen Probleme gehören in den Bereich der Zeichenkettenbearbeitung. Es müssen stets Zeichenfolgen unter bestimmten, häufig sehr komplizierten Bedingungen durch andere Zeichenfolgen ersetzt werden. Solche Probleme lassen sich im Gegensatz zu den herkömmlichen Programmiersprachen mit den knappen, äußerst wirkungsvollen Anweisungen des programmierbaren Dateibearbeitungssystems EDOR vergleichsweise leicht behandeln. Die Programm-erstellung und -änderung im Dialog ist einfach und schnell möglich. So erweist sich der EDOR für Formalredaktion von Verlagstexten als vorzüglich geeignetes Instrument.

Diese Möglichkeit der Textbereitstellung über „Verlagsdatenträger“ dürfte, wenn sie sich einmal auch vom organisatorischen und verlagsrechtlichen her eingespielt hat, eine wichtige Rolle übernehmen, um den Blinden ein aktuelles und reichhaltiges Literaturangebot zu sichern.

### **3.4. Autogut — computerunterstützte Gutachtenerstellung**

Für die Aufnahmeuntersuchung für den Fachschul- und Fachhochschulbereich müssen pro Jahr etwa 3000 psychologische Gutachten (von etwa 2 Seiten) erstellt werden. Da viele Formulierungen im allgemeinen häufig wiederkehren, bietet sich eine automatisierte Gutachtenerstellung mit Hilfe der EDV an. Da die Gutachten möglichst ein Schreibmaschinen-Schriftbild aufweisen sollen, ist es zweckmäßig, die Schreibmaschinen-Terminals des APL einzusetzen. APL liefert außerdem den Vorteil des Dialogs mit dem Rechner.

Zur Zeit besteht ein Katalog von knapp 1000 Sätzen (sog. Bausteinen). Viele dieser Bausteine haben Lücken („Löcher“), in die ein Wort oder einige Wörter eingefügt werden

müssen bzw. können. Ein Gutachten besteht aus mehreren dieser Bausteine, wobei auch freiformulierte Sätze zwischen die Bausteine gefügt werden können. Soll ein Gutachten geschrieben werden, so gibt man am Terminal die Nummern der gewünschten Bausteine an. Bei Bausteinen mit „Löchern“ gibt man zusätzlich Nummern der „Löcher“ und den Text, der eingefügt werden soll, an. Es gibt unbedingte und wahlweise Einfügungen.

Die Bausteine für männliche und weibliche Probanden sind gleich. Das Programm modifiziert sie entsprechend der Angabe des Geschlechts des Probanden.

Das Programm formatiert den Text nach anzugebenden Parametern und trennt gegebenenfalls Wörter an in den Bausteinen vorgegebenen Stellen.

Die Eingabe und Änderung der Bausteine und die Eingabe der Teststücke für die Lücken ist dadurch erschwert, daß der APL-Zeichensatz weder über Umlaute noch über Groß- und Kleinschreibung verfügt. Daher werden verschiedene Schreibköpfe verwendet. Da die Zeichen auf den Schreibköpfen i. allg. an unterschiedlichen Stellen liegen, ist eine Codeumschlüsselung notwendig.

AUTOGUT besitzt mehrere Routinen, die folgende Aufgaben übernehmen:

- Eingabe von Bausteinen auf ein APL-File
- Lesen von Bausteinen
- Änderungen von Bausteinen
- Erstellung des Gutachtens und Bereitstellung auf ein File
- Ausgabe des Gutachtens
- Nachträgliche Änderung des Gutachtens

Erste Erfahrungen beim Einsatz dieses Programmpakets zeigten, daß Gutachten in wesentlich kürzerer Zeit verfaßt und geschrieben werden können.

### **3.5. Modell eines Rechnerverbundnetzes für CUA in der Rehabilitation**

Da sich immer mehr Berufsförderungswerke und Berufsausbildungswerke zur Individualisierung und Differenzierung der Ausbil-

dung des Computer-Unterstützten-Unterichts (CUU) bedienen wollen, ist es notwendig, die technischen Voraussetzungen für den weiteren Anschluß von Datenstationen zu schaffen. Die zur Zeit in der STIFTUNG REHABILITATION vorhandenen Rechner können keine zusätzliche Datenstationen mehr bedienen.

Die Möglichkeiten, das bestehende Terminalverbundnetz bis zu einem Anschluß von 1000 Terminals auszubauen, wurde in einer Studie in technischer und finanzieller Hinsicht analysiert [38].

Aufgrund der Untersuchungen erscheint anstelle eines Terminalverbundsystems mit einem zentralen Großrechner die Zusammenstellung eines leistungsfähigen Rechnernetzes, bestehend aus auf spezielle Problemstellungen zugeschnittenen Computern relativ kleiner Größe (evtl. Prozeß-Rechner) mit einer losen Kopplung zu einem Zentral-Rechner mittlerer Größe am günstigsten.

Es wurden folgende Anforderungen an das Rechnerverbundnetz gestellt:

- Das Rechnernetz ist hauptsächlich für die computerunterstützte Ausbildung vorgesehen.
- Die einsetzbaren Lernprogramme sind und werden in absehbarer Zeit ausschließlich in der Sprache SHARP-APL geschrieben.
- Zur Entlastung der Zentrale soll der größte Teil der zu bewältigenden Aufgaben von den lokalen Zentren durchgeführt werden.
- Für spezielle Anwendungen, Zugriffe auf gemeinsame Daten und ein zentrales Datenbanksystem soll ein direkter Zugriff zum zentralen Rechner bestehen.

Das bedeutet, daß die Satelliten über ein vollständiges APL-PLUS verfügen müssen und auch ausreichend Plattenspeicher-Kapazität bereitgestellt werden muß, so daß der CUU-Betrieb im wesentlichen mit dem Satellitenrechner erfolgen kann.

Neben der Entlastung der Zentrale bringt ein weitgehend selbständiger Betrieb eine er-

höhte Sicherheit gegen Teilausfälle des Verbundnetzes mit sich.

Infolge relativ langsamer Übertragung der Daten zwischen Zentrale und Satellit ist dafür zu sorgen, daß die Übertragung im Hintergrund abläuft und der Benutzer seine Arbeit ungehindert am Terminal fortsetzen kann.

Wollen Benutzer auf die Fähigkeit des zentralen Computers zugreifen, so soll das auch während des lokalen Betriebs der übrigen Terminals möglich sein, d. h. der Satelliten-Rechner wirkt dann für einen Teil des Terminals nur als intelligenter Konzentrador.

Die Beschränkung auf Rechnersysteme, die auf eine bestimmte Anwendung zugeschnitten sind (dedicated systems), schließt nicht aus, die Satelliten so auszulegen, daß sie — allerdings voll unabhängig — auch mit Standard-Software der Hersteller als „General Purpose Computer“ betrieben werden können (z. B. für Administration, Schulverwaltung, DV-Ausbildung). Die Allgemeinverwendbarkeit der Basissprache APL bietet aber auch für diese Anwendungen zahlreiche Möglichkeiten.

Da die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Satelliten und des gesamten Netzes wachsen werden, besteht die Notwendigkeit, ein solches System quantitativ und qualitativ in bezug auf Hard- und Software stufenweise aufzubauen und zu erweitern, und zwar während des laufenden Einsatzes.

Die gegenwärtige Leistungssteigerung und zunehmende Flexibilität der Kleinrechner erlaubt nach entsprechender Anpassung des Modells an die neuesten technischen Entwicklungen leistungsfähige und preisgünstige Hard- und Softwarelösungen zu verwirklichen.

### **3.6. Aufbau einer Programmbibliothek für statistische Verfahren [12]**

Nahezu alle empirischen Wissenschaften bedienen sich zur Überprüfung von Hypothesen oder zu Effektivitäts- und Erfolgskontrollen statistischer Methoden. Beim Einsatz neuerer statistischer Verfahren ist das Hilfsmittel Computer kaum mehr wegzudenken.

Man benötigt also nicht nur Kenntnisse über die geeigneten statistischen Verfahren, sondern muß auch über die zugehörigen Computerprogramme verfügen.

Statistische Verfahren werden vor allem in Zusammenhang mit folgenden Fragestellungen benötigt:

Leistungsmessung und Lernerfolgskontrolle  
Konstruktion und Auswertung von Einstellungsfragebogen

Konstruktion und Auswertung psychologischer Eignungstests.

Zur Bereitstellung der statistischen Testverfahren wurde eine Programmbibliothek durch Übernahme aus verschiedenen Statistikpaketen und selbstentwickelter Programme aufgebaut.

### **3.7. Notenbank, ein Programmsystem zum Speichern und Verwalten von Leistungsnoten [31]**

Im Berufsförderungswerk Heidelberg befinden sich ständig etwa 1500 bis 2000 Personen zur Berufsausbildung. In jedem Ausbildungsprogramm werden bis zu 10 Fächer unterrichtet. Rechnet man mit 5 Leistungsbeurteilungen pro Fach und Jahr, so ergibt sich, daß jährlich etwa 90 000 Einzelnoten erteilt werden. Bereits diese Zahl legt den Gedanken nahe, die elektronische Datenverarbeitung zur Speicherung und Verwaltung der Leistungsnoten zu nutzen.

Das Hauptproblem stellt bei einer solchen Datenmenge die primäre Datenerfassung dar. Die konventionellen Programmiersprachen erlauben meist nur zentrale Datenerfassung, die in unserem Falle sicher zu schweren Engpässen geführt hätte. Um dieses Problem zu umgehen, wurde die Datenaufnahme dezentralisiert und die Eingabearbeit dem einzelnen Fachdozenten übertragen. Eine solche Strategie ist natürlich nur dann praktikabel und zumutbar, wenn das benutzte Programmsystem folgenden Mindestanforderungen genügt:

— Die Benutzung der Notenbank soll möglichst einfach sein und darf keine DV-Kenntnisse voraussetzen.

GRUPPE: 9999  
DOZENT: STENGELE  
DATUM: 16. 1. 75

AUSBILDUNG:  
FACH:  
ANZ. KLAUS.: 3

MODELLGRUPPE  
A-FACH

KLAUSUREN:	1	2	3		
GEWICHTE:	1.0	1.0	0.5	N	$\Delta N$
AMANN	2.3	3.6	2.3	2.8	0.4
CMANN	2.8	2.8	1.9	2.6	0.2
DMANN	3.7	3.1	3.1	3.3	0.2
EMANN	1.0	3.4	3.8	2.5	0.7
FMANN	4.4	4.1	4.2	4.2	0.1
GMANN	1.6	1.2	3.7	1.8	0.5
HMANN	5.1	4.5	3.9	4.6	0.2
IMANN	3.2	1.2	4.1	2.5	0.7
JAEGER	2.7	3.3	1.2	2.6	0.4
JMANN	2.5	2.2	2.4	2.3	0.1
GRUPPENMITTEL:	2.9	2.9	3.1	2.9	0.3
AGRUPPENMITTEL:	0.4	0.4	0.3	0.3	0.1

1. 21. 11. 74 EINGANGSPRÜFUNG
2. 15. 12. 74 NOTE VON IMANN AUS NACHKLAUSUR
3. 28. 12. 74 PROBEARBEIT MIT HALBEM GEWICHT

— Dozenten mit DV-Kenntnissen sollen andererseits nicht in ihren Möglichkeiten eingeschränkt werden, wobei dafür gesorgt sein muß, daß keinerlei Sicherheitsschranken durchbrochen werden können.

— Unbefugten soll der Zugriff zur Notenbank generell nicht möglich sein (Datenschutz, Datensicherheit).

— Die Noten sollen platzsparend und für möglichst vielseitige Verwendung bis hin zur Zeugniserstellung zur Verfügung stehen.

Aus diesen und ähnlichen Forderungen entstand das wie folgt beschriebene Notenbanksystem, das in der Dialogsprache APL erstellt wurde.

Jeder Fachdozent besitzt ein eigenes „Notenbüchlein“. Er kann Noten, Gewichtungen und Kommentare eintragen und beliebig ändern sowie Notenlisten, Verteilungen, Ranglisten usw. abrufen. Dieses geschieht mittels einfacher Kommandos. Notwendige Informationen werden im Dialog vom Computer erfragt. Exemplarisch sei das Anfordern ei-

ner Notenliste gezeigt. Der Dozent muß dazu lediglich das Wort LISTE eintippen.

In der Ausgabe erscheinen in der Spalte *N* die gewichteten Mittelwerte (aktuelle Endnoten) und in der Spalte  $\Delta N$  die Fehler des Mittelwertes.

Jeder Fachdozent hat nur zu „seinen“ Noten Zugriff. Dies gilt auch für APL-Kenner, die allerdings mit ihren Noten frei experimentieren können, da nach Ablauf eines jeden Programms alle Möglichkeiten des APL zur Verfügung stehen. Personen, die nicht als Berechtigte in der Notenbank eingetragen sind, werden automatisch abgewiesen.

Außer dem Zugriff für Fachdozenten gibt es den privilegierten Zugriff, der im allgemeinen den Abschnittsleitern vorbehalten ist. Privilegierte Personen haben lediglich Zugang zu den aktuellen Endnoten, nicht aber zu den Einzelnoten, Gewichtungen und Kommentaren, die der einzelne Fachdozent vergeben hat. Auf dieser Ebene verfügen privilegierte Personen über ähnliche Möglichkeiten wie Fachdozenten. Beispielsweise

wird mit dem Kommando STAND eine vollständige Notenübersicht für alle Fächer eines gewünschten Ausbildungsprogramms gedruckt.

Die Notenbank wurde in drei APL-Work-Spaces für Fachdozenten, privilegierte Personen und den Notenbankverwalter realisiert. Hinzu kommt eine Anzahl von APL-Dateien. Die Datei „Dozenten“ enthält Steuerdaten, die den ordnungsgemäßen Betrieb gewährleisten.

Für jeden beginnenden Kursus wird eine weitere Datei angelegt, deren Name algorithmisch aus der Gruppennummer, der Jahreszahl und Angaben über das jeweilige Rehabilitationszentrum bestimmt wird.

Ein wichtiger Aspekt für eine Datenbank ist der erforderliche Platzbedarf. Normalerweise benötigt eine Dezimalzahl in APL den Platz von 64 Bit. Durch geschickte Verschlüsselung ist jedoch eine Einzelnote in nur 6 Bit untergebracht. Dadurch wurde erreicht, daß der Gesamtplatzbedarf praktisch nur durch die eingespeicherten Namen bestimmt wird.

Ein störungsfreier Betrieb eines solchen Programmsystems erfordert eine verantwortungsvolle Beobachtung durch eine Person, in unserem Fall den Notenbankverwalter. Dieser nimmt die Ein- und Austragung von Teilnehmern, Dozenten und privilegierten Personen vor, pflegt die Programme und verwaltet die Datenfiles. Das Notenbanksystem hat sich im Einsatz bewährt.

#### 4. Schlußbemerkungen

Um die Informatik wirkungsvoll in der Rehabilitation einsetzen zu können, müssen im Vorfeld des Datenverarbeitungseinsatzes die dargelegten Voraussetzungen erfüllt werden.

Die sinnvolle Nutzung der Datenverarbeitung bedingt die Präzisierung der Aufgabenstellung und die Einführung eines Projektmanagements.

Die Festlegung der Aufgabenstellung ist Aufgabe der Organe und der Fachdienste in-

nerhalb von Organisationen. Ob und wie die maschinelle Datenverarbeitung für spezielle Aufgaben zweckmäßig eingesetzt werden kann, muß in Zusammenarbeit von Fachspezialisten und Informatikern gemeinsam untersucht werden. Hierbei wird der Informatiker zum Berater und Impulsgeber für eine sachgerechte Darstellung der Problemstellungen, die eine Abbildung durch Algorithmen oder in Datenmodellen erlaubt. Die sachlogische Analyse eines Teilsystems, bzw. Sachverhaltes kann jedoch nur vom Fachspezialisten vorgenommen werden. Der Aufwand dafür übertrifft nicht selten den Aufwand für die Lösung der datentechnischen Aufgaben. Eine Kosten- und Nutzwert-Analyse ist deshalb notwendig.

Es ist gelegentlich zu beobachten, daß die Vorstellungen des Benutzers über die heutigen sinnvollen Möglichkeiten der maschinellen Datenverarbeitung falsch sind und die Konsequenzen — personelle, organisatorische und funktionelle Veränderungen im Fachbereich — nicht rechtzeitig in voller Tragweite erkannt und entsprechend vorbereitet werden. Nur die praktische Verwirklichung sinnvoller DV-Anwendungen kann zu einer Veränderung dieser Vorstellungen führen.

DV-Anwendungen müssen mit den Handlungszielen in Übereinstimmung gebracht werden. In diesem Zusammenhang sei zum Schluß nochmals vermerkt, daß die Informatik kein Allheilmittel zur Bewältigung unserer Daseinsvorsorge und zur Verminderung unserer gesellschaftlichen Probleme ist. Die Verwirklichung von Problemlösungen mit Informatikinstrumenten ist nur ein Aspekt unter vielen.

#### Literatur

1. Augsburg, W.: Computer im Bildungswesen heute und morgen. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1972.
2. Augsburg, W., Berger, H.: APL und CUU. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1974.
3. Augsburg, W.: Projektbericht. Demonstration eines effizienten Computereinsatzes zur Optimierung des Lernprozesses in einem ge-



- schlossenen Ausbildungsgang DV-B 5209. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1974.
4. Berger, H., Dilly, W., Schell-Haungs I.: Das CUU-Vorhaben DVBV 320. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
5. Berger, H., Dilly, W.: Abschlußbericht DVBV 320 (Zusammenfassung). Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1976.
6. Boll, W.: Beitrag der Stiftung Rehabilitation zum Bericht der Bundesregierung vom 2. Januar 1976 an den Deutschen Bundestag. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1976.
7. Broesamle, C., Lehmann, U.: Texterfassung für den Blindenbuchdruck mit Schreibmaschinen. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1976.
8. Deym, A. von: Organisationsplanung. Berlin/München: Siemens 1974.
9. Dilly, W., Rossrucker, K., Krüger, H., Schell-Haungs, I.: Zur Bewertung von CUU-Übungsprogrammen. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1974.
10. Ferber, Chr. von: Integration durch Informationssysteme im Bereich der sozialen Leistung. IBM Nachrichten 25, 232 – 239 (1975).
11. Fendt, W. E.: Anschluß eines Informationssystems in APL an CUU-Programme. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1976.
12. Flöser, A.: Biplots und ihre Realisierung. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1976.
13. Jochum, I.: Benutzung von Datenbanken im Fachbereich Psychologie des RZN. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
14. Kaier, E.: Lernen nach Programmen in der Computer-Unterstützten-Ausbildung (CUA). Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
15. Kaier, E.: Zur Organisation des Computer-Unterstützten-Unterrichts (CUU). Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1974.
16. Kaier, E.: Anwendungsformen der Computer-Unterstützten-Ausbildung (CUA). Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
17. Kaier, E., Lampl, G., Rost, W.: Anforderungen an CUA-Programme. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
18. Kaier, E.: STATFALL. Übungseinheit zur statistischen Auswertung vom Problemfällen. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
19. Koreimann, D. S.: Systemanalyse. Berlin-New York: Walter de Gruyter 1972.
20. Krauth, H.: Optimierungen und Modifikationen in einer Verrechnersoftware. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
21. Krauth, H., Fendt, W. E.: Schnittstellenuntersuchungen Datenaustausch APL-BS2000. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
22. Krauth, H.: Probleme der Datenverarbeitung im Computer-Unterstützten-Unterricht. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
23. Küppers, H. J.: Forschungsvorhaben Blindenschrift-Drucktechnik. 1. Zwischenbericht. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1974.
24. Küppers, H. J., Broesamle, C., Harres, M., Glitsch, H., Rieder, E.: Blindenschrift-Drucktechnik. 2. Zwischenbericht (1974). Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
25. Küppers, H. J.: Blindenprojekt. Abschlußbericht (Übersicht). Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1976.
26. Lassar, G. N., Berger, H.: APL-Graphplot für Datensichtstationen. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.
27. Lindemann, P.: Unternehmensführung und Wirtschaftshypernetik. Neuwied/Berlin: Luchterhand 1970.
28. Lindemann, P.: Management — Informationssysteme. Neuwied/Berlin: Luchterhand 1972.
29. Sachsee, H.: Reflexionen über die Technik. Berlin/München: Siemens AG, 1973.
30. Schell-Haungs, I., Lampl, G.: Bausteine in APL. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1976.
31. Specht, J., Stengele, R.: Notenbank: Ein Programmsystem in APL-PLUS zum Abspeichern von Leistungsnoten in einer Datenbank. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1974.
32. Stachowiak, H.: Allgemeine Modelltheorie. Wien-New York: Springer 1973.
33. Stegmüller, W.: Erfahrung, Festsetzung, Hypothese und Einfachheit in der wissenschaftlichen Begriffs- und Theorienbildung. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1970.
34. Steinhauer, H.: Structure of an Inf.-Doc.-System and its Realization as an Experimental System in APL-Plus. In: APL-75, Proceedings of the APL-Congress in Pisa. New York: ACM 1975.
35. Wedekind, H.: Datenbanksysteme I. Reihe Informatik/16. Mannheim/Wien/Zürich: Bibliographisches Institut 1974.
36. Wiedemann, E.: Die Medizin in der beruflichen Rehabilitation. Standortbestimmung und Zukunftsprojektion. Berlin: Medicus 1970.
37. Auf dem Weg zur umfassenden Rehabilitation. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1974.
38. Möglichkeiten eines Terminalverbundsystems für CUA in der beruflichen Rehabilitation (Vorstudie). Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1974.
39. Jahresstatistik 1974. Heidelberg: STIFTUNG REHABILITATION 1975.