

## Bericht

der Enquete-Kommission „Gestaltung der technischen Entwicklung;  
Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ gemäß Beschluß des  
Deutschen Bundestages vom 5. November 1987  
— Drucksachen 11/220, 11/311, 11/403, 11/979 —

### Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion und Medizin

#### Inhaltsübersicht

	Seite
Kommissionsmitglieder .....	2
Vorwort .....	3
Verzeichnis der Handlungsoptionen .....	6
Einleitung .....	7
<b>Abschnitt A:</b>	
Auftrag und Arbeitsweise der Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ .....	9
<b>Abschnitt B:</b>	
Grundlagen: Expertensysteme und „Künstliche Intelligenz“ .....	13
<b>Abschnitt C:</b>	
Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Produktion .....	23
<b>Abschnitt D:</b>	
Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin .....	44
<b>Abschnitt E:</b>	
Querschnittsprobleme beim Einsatz von Expertensystemen .....	60
<b>Abschnitt F:</b>	
Anhang: Verzeichnisse .....	92

## **Mitglieder der Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“**

Stand: 10.06.1990

Dr. Friedrich Kronenberg, MdB (CDU/CSU)  
— Vorsitzender —

Edelgard Bulmahn, MdB (SPD)  
— Stellvertretende Vorsitzende —

Dr. Walter Hitschler, MdB (FDP)  
Josef Linsmeier, MdB (CDU/CSU)  
Dr. Dietrich Mahlo, MdB (CDU/CSU)  
Peter Paterna, MdB (SPD)  
Bärbel Rust, MdB (DIE GRÜNEN)  
Ottmar Schreiner, MdB (SPD)  
Dr. Alexander Warrikoff, MdB (CDU/CSU)

Dr. Eckart John von Freyend  
Prof. Dr. Martin Gralher  
Prof. Dr. Helmar Krupp  
Dr. Joachim Müller  
Prof. Dr. Herbert Paschen  
Roland Schneider (ab 27.11.1989)  
Reinhard Ueberhorst  
Dr. Hans Zoebelein

### **Sekretariat**

Dr. Dirk Jaeger  
— Leiter —

Karsten Beneke (bis 31.12.1989)  
Dr. Carl Bulich  
Marianne Herrmann  
Heinz-Gerhard Jaeger-Beschorner  
Dr. Rolf Meyer  
Irina Tissen  
Dr. Otto Ulrich

Dr. Michael Rader  
— ext. wiss. Mitarbeiter —

Dieser Bericht wurde von der Kommission einvernehmlich bei einer Stimmenthaltung verabschiedet.

## Vorwort

Mit dem Bericht zu den „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion und Medizin“ legt die Kommission ihr zweites zu einem Sachthema erarbeitetes Untersuchungsergebnis vor. Anders als beim ersten Bericht („Zum gentechnologisch hergestellten Rinderwachstumshormon“ (BT-Drs. 11/4607)) steht im Deutschen Bundestag zu diesem Thema kein spezifischer Antrag zur Entscheidung an. Der Bericht weist vielmehr in einer Reihe von Politikfeldern — von der Forschungs- und Entwicklungsförderung über den Datenschutz bis zur Mitbestimmung — Handlungsoptionen aus, die in unterschiedlichsten Maßnahmen des Parlaments zur Geltung kommen könnten.

Auch diesmal verzichtet die Kommission auf Empfehlungen, da nach ihrer Auffassung die Bewertung von Technik, soweit sich daraus gesetzgeberisches Handeln ableitet, den gewählten Abgeordneten vorbehalten sein muß. Daraus den Schluß zu ziehen, mit „Kenntnisnahme“ habe das Parlament seiner Pflicht genügt, verkennt Aufgabe und Zweck von Technikfolgen-Abschätzung. Gerade die frühzeitige Beschäftigung mit einer Technik soll das Parlament in die Lage versetzen, sie zum Wohl des Ganzen zu gestalten, statt nachträglich unerwünschte Folgen zu beseitigen. In diesem Sinne wünscht sich die Kommission eine engagierte und kritische Diskussion über den Bericht und insbesondere über die von ihr zusammengetragenen Handlungsoptionen.

Der Dank der Kommission gilt an erster Stelle den gutachterlich tätigen Forschungsinstituten sowie den vielen Wissenschaftlern und Experten, die ihren Sachverstand bei Anhörungen und für Berichtskommentierungen zur Verfügung gestellt haben.

Als Vorsitzender möchte ich insbesondere den Kommissionsmitgliedern der Arbeitsgruppe „Expertensysteme“ meinen Dank aussprechen, die für die Erstellung des Berichts verantwortlich waren. In den Dank schließe ich das Sekretariat und den Mitarbeiter von KfK/AFAS ein, die in hervorragender Weise die Kärnerarbeit geleistet haben.

Bonn, 28. August 1990

**Dr. Friedrich Kronenberg**

Vorsitzender der Enquete-Kommission  
des 11. Deutschen Bundestages  
„Gestaltung der technischen Entwicklung;  
Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorwort .....	3
Einleitung .....	7
<b>Abschnitt A</b>	
Auftrag und Arbeitsweise der Enquete-Kommission „Technikfolgen- Abschätzung und -Bewertung“ .....	9
1. Auftrag der Enquete-Kommission .....	9
2. Begründung des Themas .....	9
3. Ablauf des TA-Prozesses .....	10
<b>Abschnitt B</b>	
Grundlagen: Expertensysteme und „Künstliche Intelligenz“ .....	13
1. Die Wiederentdeckung der „Künstlichen Intelligenz“ .....	13
2. „Wissensverarbeitung“ als eine neue Qualität der Künstlichen Intelligenz .....	13
3. Ansatz und Aufbau von Expertensystemen .....	15
4. Welche Arten von Expertensystemen gibt es? .....	18
5. Einsatzgebiete von Expertensystemen .....	19
6. Grenzen und Probleme von Expertensystemen .....	19
7. Neue Entwicklungen, Ausblick .....	21
8. Zusammenfassung .....	22
<b>Abschnitt C</b>	
Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Produktion .....	23
1. Innovationsmotive: Aus welchen Gründen setzen Unternehmen Expertensysteme ein? .....	23
2. Reifegrad der Systeme .....	24
3. Einsatzbereiche der Systeme .....	26
4. Tatsächliche Verbreitung der Systeme .....	28
5. Voraussetzungen der Einführung von Expertensystemen in den Betrieb .....	29
6. Arbeits- und qualifikationsbezogene Wirkungen von Expertensystemen .....	30
7. Expertensysteme im Handwerk .....	34
8. Ein Ländervergleich: Industrielle Expertensysteme in den USA, Großbritannien, Japan und der Bundesrepublik Deutschland .....	36
9. Expertensysteme und internationaler Wettbewerb .....	39
10. Zusammenfassung .....	43

	Seite
<b>Abschnitt D</b>	
Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin .....	44
1. Verbreitung von Expertensystemen im Bereich der Medizin .....	44
2. Einsatzgebiete von Expertensystemen im Bereich der Medizin .....	45
3. Auswirkungen der Expertensysteme auf die Kosten der medizinischen Versorgung .....	46
4. Auswirkungen der Expertensysteme auf die Qualität der medizinischen Versorgung .....	49
5. Auswirkungen der Expertensysteme auf das Arzt-Patienten-Verhältnis	51
6. Entwicklungslinien der Medizintechnik .....	55
7. Zusammenfassung .....	55
<b>Abschnitt E</b>	
Querschnittsprobleme beim Einsatz von Expertensystemen .....	60
1. Zuverlässigkeit und Verantwortbarkeit des Einsatzes von Expertensystemen .....	60
2. Die sozialverträgliche Gestaltung von Expertensystemen .....	63
3. Rechtliche Aspekte des Einsatzes von Expertensystemen .....	70
4. Expertensysteme und Mitbestimmung .....	76
5. Expertensysteme und Datenschutz .....	86
6. Zusammenfassung .....	89
<b>Abschnitt F</b>	
Anhang: Verzeichnisse	
a) „Kästen“ .....	92
b) Handlungsoptionen .....	93
c) Literatur .....	94
d) Kommissions-Drucksachen .....	95
e) Kommissions-Vorlagen .....	96
f) Arbeitspapiere der Arbeitsgruppe „Expertensysteme“ .....	97
g) Glossar .....	100

## Verzeichnis der Handlungsoptionen

### Handlungsfeld

1	Produktbeschreibung bei Computerprogrammen .....	25
2	Beratung beim Einsatz von Expertensystemen .....	29
3	Arbeits- und qualifikationsbezogene Wirkungen der Informations- und Kommunikationstechniken .....	33
4	Sicherung offener Märkte im Handwerk .....	35
5	Förderung angepaßter Expertensystemtechnik .....	38
6	Software-Statistik .....	41
7	Volkswirtschaftliche Bedeutung des Software Marktes .....	42
8	Expertensystemanwendung bei sozial tabuierten Themen .....	52
9	Bedingungen des Einsatzes von Computern und Expertensystemen in der Medizin .....	53
10	Prüfung von Computerprogrammen .....	58
11	Einsatz von Entscheidungssystemen .....	60
12	Datensicherheit .....	65
13	Beruf des „Wissensingenieurs“ .....	68
14	Expertensysteme zur Verbesserung öffentlicher Dienstleistungen ...	69
15	Alternativen der Expertensystem-Technik .....	71
16	Haftung bei Expertensystemen .....	72
17	Rechte an Computerprogrammen .....	75
18	Mitbestimmung .....	84
19	Datenschutz .....	88

## Einleitung

„Ist der Mensch ein Roboter?“, „Sind Computer lebendig?“, dies sind die Titel von nur zwei der vielen populärwissenschaftlichen Bücher, die in den letzten Jahren zur „Künstlichen Intelligenz“ erschienen sind<sup>1)</sup>. Dabei ist die Bezeichnung „Künstliche Intelligenz“ bereits mehr als dreißig Jahre alt, und die Ideen, die den damit bezeichneten Forschungsarbeiten zugrunde liegen, beschäftigen die Philosophen schon seit der Antike.

Um es gleich vorwegzunehmen: dieser Bericht kann auf die Frage, ob der Mensch eine Maschine sei oder ob uns eines Tages Maschinen als Träger der höchsten Intelligenz beerben werden, keine Antwort geben. Untersucht werden „Expertensysteme“, Computerprogramme, die aus der Forschung zur „Künstlichen Intelligenz“ hervorgegangen sind. Der Einzug dieser Programme in die praktische Anwendung ist eine wesentliche Ursache des neuen Interesses für die künstliche Intelligenz (KI). Allerdings werden die Expertensysteme von maßgeblichen KI-Forschern allenfalls als ein erster, bescheidener Schritt auf dem Weg zur Verwirklichung künstlicher Intelligenz betrachtet. Trotzdem werden auch für Expertensysteme extravagante Behauptungen aufgestellt, wie die, daß es mit ihnen möglich sei, die Denkweise von Ingenieuren zu „klonieren“ oder schwer zugängliches Expertenwissen zu „demokratisieren“, um damit besondere Privilegien abzubauen, die sich aus der Verfügung über solches seltene Wissen ergeben.

In den Industrieländern wurden aufgrund der hohen Markterwartungen erhebliche Forschungsaktivitäten zur KI in Gang gesetzt, so auch in der Bundesrepublik Deutschland: Zwischen 1984 und 1988 stellte das Bundesministerium für Forschung und Technologie rund 200 Mio. DM für die Förderung der KI-Forschung bereit. Das Deutsche Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz wurde an den Universitäten Kaiserslautern und Saarbrücken gegründet, und auch einzelne Bundesländer haben eigene KI-Zentren gegründet oder vorhandene Aktivitäten an ihren Hochschulen verstärkt und koordiniert, um im Hochtechnologie-Wettrennen mithalten zu können. Darüber hinaus setzten nach Erhebung des Berliner Software- und Beratungshauses „Brainware“ private Unternehmen allein 1989 209 Mio. DM an internen Ressourcen ein, um Expertensysteme zu entwickeln.

In öffentlichen Erklärungen hat auch das BMFT stets auf die Notwendigkeit von Technikfolgenabschätzung zur künstlichen Intelligenz hingewiesen. Das Ministerium selbst ist hier den Weg gegangen, einen Diskurs der beteiligten und betroffenen wissenschaftlich-technischen Vereinigungen zu initiieren. Der Deutsche Bundestag hat dagegen den Weg gewählt, wissenschaftliche Einrichtungen mit Gutach-

ten zu Teilaspekten der Problematik der künstlichen Intelligenz zu beauftragen.

Bereits die Enquete-Kommission „Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung“ des 10. Deutschen Bundestages hat sich mit der Technik „intelligenter“ Maschinen, den Expertensystemen, intensiv auseinandergesetzt. Die Arbeiten für diese Kommission ließen eine Reihe wichtiger Fragen offen, die von ihrer Nachfolgerin im 11. Deutschen Bundestag aufgegriffen wurden. Dabei war der Kommission durchaus bewußt, daß die Diffusion solcher „wissensbasierten“ Systeme noch nicht ausreichend fortgeschritten ist, um fundierte empirische Analysen über beabsichtigte und unbeabsichtigte Folgewirkungen durchzuführen. Gleichwohl wurde eine weitergehende Beschäftigung mit Expertensystemen als sinnvoll erachtet:

- Die frühzeitige Beschäftigung mit den voraussichtlichen Folgen, insbesondere den nichtbeabsichtigten Wirkungen einer Technik, bietet die Möglichkeit einer rechtzeitigen Steuerung ihrer weiteren Entwicklung, um die Chancen der Nutzung zu maximieren und die Risiken auf ein Mindestmaß zu beschränken.
- Viele der von den Expertensystemen aufgeworfenen Fragen gelten auch für andere Produkte der Informationstechnik, so daß einerseits Rückschlüsse von Erfahrungen mit anderen Techniken auf die Expertensysteme möglich sind, andererseits Querschnittsprobleme der Informationstechnik exemplarisch anhand der Expertensysteme aufgegriffen werden können.

Die Kommission wählte zwei Einsatzfelder der Expertensystemtechnik zur näheren Betrachtung aus:

- Die Medizin, die traditionell in der Entwicklung der Expertensystemtechnik eine wichtige Rolle gespielt hat. Trotzdem ist die Anwendung der Programme in der Praxis kaum über das Anfangsstadium hinausgekommen. In diesem Anwendungsfeld dürfte die Akzeptanz durch die Ärzte, als anwendende Experten, und durch die Patienten, als die von der Anwendung Betroffenen, für die Diffusion ein entscheidender Faktor sein.
- Die produzierende Industrie als Feld, in dem die Informationstechnik allgemein weit verbreitet ist, und in dem den Expertensystemen von manchen Fachleuten eine große strategische Bedeutung vorausgesagt wird.

Im Auftrag der Kommission wurden zur Expertensystemtechnik drei Gutachten angefertigt und zwei Anhörungen durchgeführt. Darüber hinaus wurden viele namhafte Sachverständige zur Beratung herangezogen. Die entstandenen Texte können Interessierten zur Verfügung gestellt werden.

<sup>1)</sup> Geoff SIMONS: Is Man A Robot? Chichester 1986  
ders.: Sind Computer lebendig? München 1984

Die Kommission faßte die gesammelten Erkenntnisse und Erfahrungen in diesem Bericht zusammen. In den Text wurden gelegentlich „Kästen“ eingebettet, die z.T. den Inhalt einzelner Kapitel in Thesen verdichten, z.T. bestimmte Einzelaspekte der Untersuchung näher erläutern.

Einige wichtige Ergebnisse der Arbeiten der Kommission zu Expertensystemen seien hier kurz genannt:

- Expertensysteme stellen eine Erweiterung bisheriger Möglichkeiten der EDV dar. Gegenwärtig sind ihre Anwendungsmöglichkeiten begrenzt: Sie können lediglich enge Ausschnitte des Expertenwissens erfassen und bestimmte Tätigkeiten unterstützen.
- Die Nutzung der Chancen und die Vermeidung von Risiken dieser Technik hängen in starkem Maße von der organisatorischen Einbettung und der Gestaltung von Tätigkeiten im Rahmen einer Anwendung von Expertensystemen ab.
- Eine schwerwiegende Gefahr der Anwendung von Expertensystemen ist die allmähliche „Erosion“ der vorhandenen Qualifikationen ihrer Benutzer. Auf diese Weise könnten wichtige Fähigkeiten verkümmern, die bisher zu den besonderen Wettbewerbsvorteilen der bundesdeutschen Wirtschaft zählten.
- Selbständig entscheidende Expertensysteme können nur dann zuverlässig arbeiten, wenn ihre Konstrukteure für alle möglichen Situationen Vorkehrungen getroffen haben. Die Situation in der realen Welt ist aber meistens zu komplex, um diese Bedingungen zu erfüllen.
- Bei expertenunterstützten Systemen können in der Praxis — etwa wegen Zeitknappheit und/oder Komplexität der Lage — Situationen entstehen, in denen der menschliche Experte nicht mehr in der Lage ist, die Empfehlung des Systems

beurteilen zu können. Eine Anforderung an die Entwickler der Expertensysteme ist deshalb die Gestaltung der Anwendung in einer Art und Weise, die verantwortliches, kompetentes Entscheiden durch den Menschen ermöglicht.

- Expertensysteme können Chancen bieten, die Kompetenz und Kritikfähigkeit von Laien gegenüber Experten zu stärken. Bisher sind keine entsprechenden Entwicklungsansätze und Zugangsvoraussetzungen erkennbar.
- Der Einsatz von Expertensystemen und anderen Produkten der KI-Forschung kann Konkurrenzvorteile im internationalen Wettbewerb bieten. Zahlen über verkaufte oder in der Entwicklung befindliche Systeme allein sind dafür aber kein zuverlässiger Indikator. Es kommt vielmehr darauf an, daß die Systeme innerhalb ihrer Leistungsgrenzen sinnvoll eingesetzt werden. Expertensysteme können keine Experten ersetzen. Investitionen für die EDV können nur begrenzte Investitionen für die Bildung und Weiterbildung ersetzen. Die Expertensystemtechnik könnte für die Industrie der Bundesrepublik Deutschland ihre stärkste Bedeutung zunächst als Komponente „traditioneller“ Güter erlangen.

Aus den Ergebnissen der Studie wurde eine Reihe von Handlungsoptionen für das Parlament abgeleitet, die recht unterschiedlichen Charakter haben, z.B. Schaffung von gesetzlichen Regelungen, Anstoß von Forschungsarbeiten oder Aufforderung an die Bundesregierung, zielgerichtete Maßnahmen zur Förderung der Diffusion einer konkreten Expertensystemtechnologie einzuleiten. Zum Teil wurden auch Maßnahmen unterschiedlicher Eingriffsintensität nebeneinandergestellt. Die Handlungsoptionen (Verzeichnis siehe S. 6) sind nicht als Empfehlungen der Enquete-Kommission zu interpretieren. Vielmehr ist es Aufgabe des Parlaments, die in dieser Studie aufgeworfenen Handlungsoptionen zu prüfen und politisch zu bewerten.

**ABSCHNITT A****Auftrag und Arbeitsweise der Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“****1. Auftrag der Enquete-Kommission**

Der 11. Deutsche Bundestag beschloß in seiner 36. Sitzung, am 5. November 1987, eine Enquete-Kommission „Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung“ einzusetzen.

Die Kommission setzt sich aus neun Abgeordneten und acht Sachverständigen zusammen. In ihrer Arbeit wird sie von einem wissenschaftlichen Sekretariat mit insgesamt neun Mitarbeitern unterstützt.

Die Kommission hat einen doppelten Auftrag.

Zum einen soll sie dem Parlament Empfehlungen vorlegen, in welcher Weise eine beim Bundestag institutionell verankerte Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung in Zukunft möglich und praktikabel sein könnte. Dieser Auftrag wurde im Mai 1989 mit der Vorlage des Berichts „Zur Notwendigkeit und Ausgestaltung einer ständigen Beratungskapazität für Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung beim Deutschen Bundestag“ (BT-Drs. 11/4606) erfüllt.

Andererseits soll die Kommission auch anhand von Technikfolgen-Abschätzungen zu ausgewählten Technikfeldern den Nutzen solcher Analysen für das Parlament, seine Ausschüsse und seine Abgeordneten demonstrieren.

Eine dieser exemplarischen Technikfolgen-Abschätzungen betrifft die sogenannten Expertensysteme und ihre Verwendung in der Produktion und der Medizin. Der vorliegende Teilbericht ist diesem Thema gewidmet.

**2. Begründung des Themas**

Die Entscheidung über die Wahl des Themas „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen“ war bereits in den ersten Debatten der Enquete-Kommission „Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen“ des 10. Deutschen Bundestages, im Frühjahr 1985, gefallen. Es war dieser Kommission jedoch wegen der knappen Bearbeitungszeit nicht gelungen, den Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung zu diesem Thema zum Abschluß zu bringen. Da es zu den Aufgaben der Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ des 11. Deutschen Bundestages gehört, die Arbeiten ihrer „Vorgänger-Kommission“ fortzuführen und abzuschließen, hat sie das Thema „Expertensysteme“ übernommen.

Die Technikfolgenabschätzung zu Expertensystemen war als Beitrag zur umfassenden Problematik

der „Informatisierung der Arbeitswelt“ gedacht. Für die Wahl des Themas hatte die Enquete-Kommission der 10. Legislaturperiode angeführt, daß es sich bei den Expertensystemen um eine Querschnittstechnik handele, die nicht nur auf der rein technischen Ebene Veränderungs- und Anwendungspotentiale für zukünftige Computergenerationen in sich berge, sondern auch erhebliche Folgeeffekte für Unternehmen und Arbeitswelt erwarten lasse. Außerdem, so wurde argumentiert, könne man mit dieser Untersuchung einen Beitrag zur „Entmystifizierung“ der Künstlichen Intelligenz leisten.

Methodisch sollte in diesem Untersuchungsbereich ein „technikinduzierter“ Forschungsansatz verfolgt werden. Dieser Ansatz geht von einer bestimmten Technik und ihren absehbaren Weiterentwicklungen aus, um herauszufinden, wie sie angewendet wird und mit welchen Folgewirkungen zu rechnen ist.

Eine andere Untersuchung der Kommission — zum Thema „Alternativen landwirtschaftlicher Produktionsweisen“ — war als „probleminduzierte“ Technikfolgenabschätzung angelegt. Auf diese Weise sollten dem Parlament zwei unterschiedliche Ansätze der Technikfolgen-Abschätzung demonstriert werden.

Die von der Enquete-Kommission des 10. Deutschen Bundestages initiierte Untersuchung über die Wirkungen von Expertensystemen wurde auf Anwendungen dieser Technik in Produktion, Medizin, Verwaltung und Handwerk beschränkt. Bei der Revision des Themas durch die Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ der 11. Legislaturperiode gelangte man zu einer noch engeren Eingrenzung. Vor dem Hintergrund der schon von der Vorgänger-Kommission erarbeiteten Materialien erschien es zweckmäßig und sachlich gerechtfertigt, das Augenmerk auf die Bereiche der Produktion und der Medizin zu konzentrieren.

Was den Auswirkungsbereich „Handwerk“ angeht, so legten nicht nur die Ergebnisse der alten Kommission, sondern auch verschiedene, durch die neue Kommission eingeholte Stellungnahmen von Vertretern der Handwerksorganisationen die Einschätzung nahe, daß über Folgen des Einsatzes von Expertensystemen im Handwerk nach dem heutigen Stand noch wenig zu berichten ist. Diese Einschätzung veranlaßte die Kommission, das Anwendungsfeld „Handwerk“ aus der TA-Analyse herauszunehmen. In der Darstellung der Folgenabschätzung für den Bereich der Produktion soll dennoch über den Kenntnisstand der Kommission zu anlaufenden Entwicklungen im Handwerk kurz berichtet werden.

Der Bereich „Verwaltung“ wurde von der neuen Kommission aus dem entgegengesetzten Grund ausgegrenzt. Bei umfassender Auslegung des Begriffs „Verwaltung“ wären die Verwaltungsbüros der Industrie ebenso wie die Behörden und der gesamte private Dienstleistungsbereich, also auch die Banken, Versicherungen, Transporteure, Händler usw., zu berücksichtigen gewesen. Gerade weil die Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ im Bereich der Verwaltung ganz erhebliche Auswirkungen der Informationstechnik allgemein und der Expertensysteme speziell vermutet, hat sie unter Berücksichtigung ihres relativ engen personellen, finanziellen und zeitlichen Handlungsrahmens auf eine Analyse dieses Feldes verzichtet. Sie sieht hier jedoch eine Aufgabe, die von einer zukünftigen parlamentarischen Einrichtung zur Technikfolgen-Abschätzung übernommen werden könnte.

Die Kommission hat sich bei der Revision des Themas nicht nur mit den von ihrer Vorgängerin übernommenen Anwendungsfeldern auseinandergesetzt, sondern auch über andere politisch relevante Bereiche des Einsatzes von Expertensystemen debattiert. Im Vordergrund stand dabei die Diskussion um die Verwendung von Expertensystemen im militärischen Bereich. Ein Teil der Mitglieder der Enquete-Kommission forderte die Erweiterung des vorgegebenen Themas um diesen Aspekt. Es gelang jedoch nicht, hierüber Konsens in der Kommission herzustellen.

Mit der Einschränkung des Themas auf die „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion und Medizin“ hat die Kommission ihren Bericht bewußt auf exemplarische Anwendungsfelder dieser neuen Technik begrenzt und auf eine vollständige Erfassung der Expertensystem-Anwendungen und ihrer möglichen Auswirkungen verzichtet. Dennoch geht die Kommission davon aus, mit Produktion und Medizin Bereiche gewählt zu haben, in denen nennenswerte Wirkungen und erhebliche Veränderungspotentiale erwartet werden können. Im Vordergrund stand der übergeordnete Auftrag dieser Kommission, in ausgewählten Feldern Beispiele für eine auf den Deutschen Bundestag ausgerichtete Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung zu geben.

### 3. Ablauf des TA-Prozesses

Die Aufgabe einer Abschätzung der Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in ausgewählten Anwendungsbereichen hat die Enquete-Kommission „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ des 11. Deutschen Bundestages, wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben, von ihrer Vorgängerin aus der 10. Wahlperiode übernommen.

Die Kommission konnte dabei auf ein Gutachten „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion, Verwaltung, Handwerk und Medizin“ zurückgreifen, das im Auftrag ihrer Vorgängerin von einer Projektgruppe aus Mitarbeitern des Battelle-Instituts (Frankfurt/M.) und des Instituts für Medizinische Informatik und Systemforschung

(medis) der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (München) erstellt worden war.

Auf der Grundlage dieses Gutachtens und unter Berücksichtigung der Stellungnahmen sachverständiger Kommentatoren, die noch von der alten Kommission eingeholt worden waren, fertigten die wissenschaftlichen Mitarbeiter im Sekretariat der neuen Kommission zunächst Sachstandsberichte über die Teilaspekte des Themas an. Auf der Basis dieses, von ihrer Vorgängerin geschaffenen Sachstands diskutierte die Kommission über die weitere Gestaltung des Prozesses der Technikfolgen-Abschätzung im Bereich der Expertensysteme. Dabei einigte sich die Kommission auf die im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Eingrenzung des Themas.

Wie schon die alte Kommission bildete auch die neue Kommission eine Arbeitsgruppe, deren sechs Mitglieder die Betreuung des Themas und die Feinsteuerung des TA-Prozesses übernahmen. Zwei wissenschaftliche Mitarbeiter aus dem Sekretariat der Enquete-Kommission waren der Arbeitsgruppe zur unmittelbaren Unterstützung zugeordnet.

Weil die Enquete-Kommission für die Wiederaufnahme und Fertigstellung des Expertensystem-Themas weiteren Forschungsbedarf sah, wählte sie im Rahmen einer beschränkten Ausschreibung vier Forschungsinstitute aus, die geeignet erschienen, die von der Kommission definierten Problemfelder zu bearbeiten. Die Arbeitsgruppe „Expertensysteme“ empfing in einer ersten Sitzung, im April 1988, Vertreter der vier Forschungsinstitute zur Klärung der Aufgaben und Bearbeitungsmöglichkeiten. Nach sorgfältiger Prüfung der Angebote beschloß die Kommission, drei der vier Institute mit aufeinander abgestimmten Forschungsaufträgen zu betrauen. Bei diesen Instituten handelte es sich um

- das von Prof. Dr. Bullinger geleitete Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) in Stuttgart,
- das von Prof. Dr. Lutz geleitete Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung (ISF) in München und
- das von Prof. Dr. van Eimeren geleitete Institut für Medizinische Informatik und Systemforschung (medis) der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung in München.

Die Institute sollten Gutachten für die Enquete-Kommission zu den folgenden Themen anfertigen:

- „Abschätzung möglicher Anwendungen und Auswirkungen von Expertensystemen im Produktionsbetrieb“ (IAO)
- „Expertensysteme und Qualifikation industrieller Fachkräfte. Abschätzung möglicher Chancen und Risiken der Einführung von Expertensystemen in der fertigen Industrie“ (ISF)
- „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin“ (medis).

Mit den Instituten wurden Themenschwerpunkte vereinbart, an deren Behandlung die Kommission

vorrangiges Interesse hatte. Um die auch innerhalb der einzelnen Aufträge sehr verschiedenartigen Fragestellungen behandeln zu können, bildeten die Institute interdisziplinär zusammengesetzte Wissenschaftlergruppen. Diesen Gruppen gehörten die folgenden Personen an:

- beim IAO: — Dr. K. Kornwachs (Systemtheorie, Philosophie), Projektleiter
    - H. Buck (Soziologie)
    - K.-P. Fähnrich (Mathematik: Angewandte KI)
    - Friedrich (Verwaltungswissenschaft)
    - W. Ganz (Psychologie)
    - E. Kurz (Maschinenbau: Technische Informatik)
    - M. Scheifele (Mathematik: EDV)
    - M. Thines (Maschinenbau: Fertigungstechnik)
    - G. Wasserloos (Maschinenbau: Angewandte KI)
  - beim ISF: — M. Moldaschl (Psychologie), Projektleiter
    - Dr. F. Böhle (Soziologie)
    - Prof. Dr. B. Lutz (Soziologie)
  - bei medis: — Dr. J. John (Volkswirtschaftslehre), Projektleiter
    - Prof. Dr. W. van Eimeren (Medizin)
    - Dr. R. Engelbrecht (Informatik)
    - Dr. M. Lewis (Medizin)
    - R. Schaaf (Informatik)
    - Prof. Dr. D. Schwefel (Volkswirtschaftslehre)
- durch Unteraufträge:
- Dr. P. Potthoff (Psychologie)
  - Prof. Dr. H.-M. Sass (Philosophie)

Zwischen den Auftragnehmern fanden regelmäßige Kontakte während des Prozesses der Gutachten-Erstellung statt. Die Arbeitsgruppe der Enquete-Kommission hielt Verbindung zu den beauftragten Wissenschaftlern und diskutierte in der Zeit von Juli bis Dezember 1988 mehrfach mit ihnen über die Themenschwerpunkte und ihre Behandlung im TA-Prozeß.

Eine Sitzung der Arbeitsgruppe „Expertensysteme“ fand in den Räumen des IAO in Stuttgart, gemeinsam mit den Auftragnehmern des IAO und des ISF, statt. Eine weitere Sitzung der Arbeitsgruppe wurde bei medis in München abgehalten. Eine Zwischenpräsentation der Arbeiten durch die Projektleiter der Institute fand in einer Sitzung der Arbeitsgruppe in Bonn statt.

Der Arbeitsgruppe ging es bei den gemeinsamen Treffen vor allem darum, den Auftragnehmern zu vermitteln, welche Anforderungen eine Technikfolgen-Abschätzung für das Parlament vorrangig zu erfüllen habe. Betont wurde der Gesichtspunkt der politischen Operationalität mit der Forderung, aus den Gutachten möglichst konkrete Handlungsoptionen für das Parlament gewinnen zu können. Der Erörterung insbesondere dieses Aspekts war eine Klausurtagung des IAO mit der Arbeitsgruppe im November 1988 gewidmet.

Die Gutachten wurden im Januar 1989 fertiggestellt. Damit hatte die effektive Bearbeitungszeit für die Institute etwa ein halbes Jahr betragen. Im April 1989 stellte die Enquete-Kommission die Gutachten im Rahmen einer Pressekonferenz der Öffentlichkeit vor. Die Fachöffentlichkeit war bereits im August 1988 über das Konzept dieser Technikfolgenabschätzung informiert worden, als Mitarbeiter der medis-Gruppe hierüber auf der Europäischen Konferenz für Künstliche Intelligenz (ECAI) in München referierten.

Schon bei der Vergabe der Forschungsaufträge hatte sich gezeigt, daß nicht alle Fragestellungen, an deren Behandlung die Kommission Interesse hatte, in den Gutachten ausreichend berücksichtigt werden konnten. Deshalb entschied sich die Kommission dafür, Anhörungen zu solchen Teilthemen zu veranstalten.

Die erste Anhörung, im November 1988, war dem Problemkreis „Verantwortung und Haftung beim Einsatz von Expertensystemen“ gewidmet. Als Sachverständige wurden gehört:

- Prof. Dr. H. Fiedler (Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, St. Augustin)
- W.-D. Finck (IKOSS GmbH, Stuttgart)
- Prof. Dr. C. Floyd (Technische Universität Berlin)
- Prof. Dr. P. Gorny (Universität Oldenburg)
- Prof. Dr. med. R. Gross (Universität Köln)
- Dr. R. Günther (Gesellschaft für Informatik, Bonn)
- Dr. med. O. Schäfer (Kassenärztliche Vereinigung Hessens, Frankfurt)
- W. Schmid (Gesellschaft zur Prüfung von Software, Ulm)
- Prof. Dr. E. Schuberth (Freie Hochschule für Anthroposophische Pädagogik, Mannheim)
- Prof. Dr. U. Sieber (Universität Bayreuth)
- Dr. J. Tobergte (Technischer Überwachungsverein, Essen)
- Dr. T. Wittig (Krupp Atlas Elektronik GmbH, Bremen)

Eine zweite Anhörung befaßte sich im Mai 1989 mit Fragen zum Thema „Expertensysteme und Mitbestimmung“. Bei der Auswahl der Sachverständigen fanden Vorschläge des Bundesverbandes der Deut-

schen Industrie und des Deutschen Gewerkschaftsbundes Berücksichtigung. Es wurden gehört:

- E. Becker-Töpfer (Gewerkschaft Handel, Banken und Versicherungen, Düsseldorf)
- Dr. E. Koffka (Siemens AG, Erlangen)
- Dr. K.-H. Roediger (Forschungsgruppe für Software-Technik und Software-Entwicklung, Berlin)
- A. Wisskirchen (Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände, Köln)

In Detailfragen der Technikfolgen-Abschätzung, die weder in den Gutachten noch in den Anhörungen ausreichend berücksichtigt werden konnten, wurden die beiden wissenschaftlichen Mitarbeiter des Sekretariats, die das Thema fachlich betreuten, von der Arbeitsgruppe mit eigenen Recherchen beauftragt. Im Zusammenhang mit solchen Aufgaben, aber auch zur Beobachtung der allgemeineren Diskussion über Künstliche Intelligenz und Expertensysteme, besuchten die Mitarbeiter einschlägige Veranstaltungen unterschiedlichen Zuschnitts (Seminare, Tagungen, Kongresse, etc.) und führten Gespräche mit Personen, die unmittelbar oder indirekt mit dieser neuen Technik zu tun haben. In den regelmäßigen, etwa monatlichen Sitzungen der Arbeitsgruppe wurden die Ergebnisse solcher Aktivitäten diskutiert. Bei allen Arbeitsschritten, bei der Begutachtung, bei den Anhörungen und bei den eigenen Recherchen, bemühte sich die Arbeitsgruppe stets darum, folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Die Behandlung potentieller Auswirkungen sollte möglichst breit gefächert erfolgen. Wo möglich, sollten Alternativen der technischen Entwicklung bedacht werden.
- Durch die Technikfolgen-Abschätzung sollen den Adressaten, hier also den Mitgliedern des Parlaments, Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Technikfolgen-Abschätzungen sind nicht wissenschaftlicher Selbstzweck.
- Betroffene und Interessierte sollten in den TA-Prozeß nach Möglichkeit einbezogen werden.
- Der TA-Prozeß sollte transparent sein. Die Aussagen über Auswirkungen und ihre Bewertung müssen nachvollziehbar sein.

In diesem Sinne strebte die Kommission vor allem einen exemplarischen Prozeß der Technikfolgen-Abschätzung für den Deutschen Bundestag an. Diese übergeordnete Zielsetzung der Kommission spiegelte sich auch in ihrer personellen Besetzung wieder. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe „Expertensysteme“ waren keine Spezialisten für Informatik und Künstliche Intelligenz, sondern repräsentierten vorrangig Kompetenz in allgemeinen Methoden der Technikfolgen-Abschätzung und der Sozialwissenschaften sowie in Fragen der Zusammenarbeit von Politik und Wissenschaft.

In mancher Hinsicht ging die Arbeitsgruppe „experimentell“ vor. Die Gutachter wurden so gewählt, daß

die Kommission davon ausgehen konnte, Einsichten in unterschiedliche wissenschaftliche Vorgehensweisen zu gewinnen. Das IAO führte Fallstudien durch, wertete Literatur aus und stellte die Ergebnisse in alternativen Entwicklungspfaden dar. Das ISF griff vor allem auf die existierende Literatur und die eigenen Forschungsergebnisse zurück, um mögliche Zukünfte in fiktiven Szenarios abzubilden. Das medis-Gutachten basierte wesentlich auf der Wiederholung einer Befragung, die das Institut erstmals im Auftrag der Vorgängerin dieser Enquete-Kommission durchgeführt hatte. Dabei wurden Entwickler, Anwender und im weiteren Sinne Betroffene befragt. Außerdem vergab medis in eigener Regie Forschungs-Unteraufträge.

Mit den differierenden Methoden bei den Auftrags-Gutachten hat die Kommission, wie erwartet und beabsichtigt, unterschiedliche Erfahrungen gemacht. Die Erfahrungen lassen sich aus den Teilen C und D des Berichts ablesen, die zu erheblichen Teilen Auszüge aus den Gutachten darstellen. Die Gutachten selbst sind ebenfalls, wie schon erwähnt, im Rahmen einer Pressekonferenz durch die Kommission öffentlich gemacht worden.

Aus den Gutachten und den Ergebnissen der Anhörungen sowie unter Verwendung der genannten eigenen Arbeiten wurden von den wissenschaftlichen Mitarbeitern im Sekretariat der Kommission Textentwürfe für diesen Bericht angefertigt. Dabei war zu beachten, daß die Kommission auch mit der Form des Berichts an den Bundestag Neuland betreten wollte. Die Ergebnisse der Technikfolgen-Abschätzung sollten möglichst knapp und für die Interessierten leicht lesbar vermittelt werden. Die Darstellung sollte durch Übersichten und Abbildungen aufgelockert werden. Auf Fußnoten wurde zugunsten der Übersichtlichkeit verzichtet. Die über die im Auftrag der Kommission erzielten Forschungsergebnisse hinausreichenden Quellen des Berichts sind den Literaturverzeichnissen der veröffentlichten Gutachten und der in den Bericht aufgenommenen Literaturliste zu entnehmen.

Folgende Fachleute wurden von der Kommission im Verlauf der Berichtserstellung um schriftliche Kommentare zu einem Entwurf des Textes gebeten:

- Prof. Dr. G. Barth (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern)
- Dr. P. Brödner und Dr. T. Martin (Kernforschungszentrum Karlsruhe)
- Prof. Dr. K. Brunnstein (Universität Hamburg)
- Prof. Dr. W. Coy (Universität Bremen)
- Dr. W. Dostal (Bundesanstalt für Arbeit)
- Prof. Dr. H. Fiedler (Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, St. Augustin)
- Prof. Dr. C. Floyd (Technische Universität Berlin)
- Prof. Dr. K. Haefner (Universität Bremen)
- Dr. E. Koffka (Siemens AG, Erlangen)
- Prof. Dr. Dr.h.c. H. Lenk (Universität Karlsruhe)

- Dr. F. Puppe (Universität Karlsruhe)
- Prof. Dr. Dr. F. J. Radermacher (Forschungsinstitut für Anwendungsorientierte Wissensverarbeitung, Ulm)
- Dr. H. Rampacher (Gesellschaft für Informatik)
- I. Rüsçh (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, Frankfurt/M.)
- Dr. S. Savory (Nixdorf AG, Paderborn)
- Prof. Dr. P. Scheffe (Universität Hamburg)
- Prof. Dr. U. Sieber (Universität Bayreuth)
- Prof. Dr. W. Volpert (Technische Universität Berlin)
- Dr. T. Wittig (Krupp Atlas Elektronik GmbH, Bremen)

Die Kommentare dieser Sachverständigen haben den Berichtsentwurf in wesentlichen Teilen gestützt und die angestrebte Funktion der Berichterstattung, den politischen Entscheidungsträgern möglichst früh und vielfältig mögliche Auswirkungen einer neuen Technik zu bedenken zu geben, gewürdigt. Kritische Anregungen und Ergänzungsvorschläge wurden von der Arbeitsgruppe aufgegriffen und diskutiert. Nach Möglichkeit wurden die Kritiken im Bericht berücksichtigt und verarbeitet. Wenn Einschätzungen und Beurteilungen der Fachleute bei wichtigen Aspekten gegensätzlich waren, wurde versucht, die Konflikte im Bericht offenzulegen.

Letztlich konnten nicht alle Anregungen der Kommentatoren berücksichtigt werden. Nicht nur aus diesem Grund bleibt die Verantwortung für den Inhalt des Berichts bei der Enquete-Kommission.

## ABSCHNITT B

### Grundlagen: Expertensysteme und „Künstliche Intelligenz“

#### 1. Die Wiederentdeckung der „Künstlichen Intelligenz“

Bereits die Entwicklung der ersten Computer löste eine Diskussion um die Möglichkeit maschineller Intelligenz aus — man bezeichnete Computer damals auch als „Elektronenhirne“. Dieser Begriff findet im Zusammenhang mit den heutigen Anwendungen der „elektronischen Datenverarbeitung“, wie sie inzwischen genannt wird, kaum noch Verwendung, was auf eine nüchternere Einschätzung ihrer Möglichkeiten schließen läßt. Doch bereits vor dem Bau des ersten Elektronenrechners wurden Ideen diskutiert, die heute zu den theoretischen Grundlagen der „künstlichen Intelligenz“ (KI) gehören (vgl. Kasten B-1). Erste Arbeiten zu ihrer Verwirklichung wurden vor 1950 durchgeführt, und die Bezeichnung „Artificial Intelligence“ (AI) wurde erstmals 1956 öffentlich verwendet. Diese Bezeichnung und ihre deutsche Übersetzung „Künstliche Intelligenz“ waren seit jeher umstritten, doch haben diese Bezeichnungen sich so weit eingebürgert, daß eine neuerliche Diskussion um ihre Angemessenheit fruchtlos wäre (vgl. Kasten B-2). Nach anfänglich sehr großem Interesse, was sicher nicht zuletzt auf die Wahl der Bezeichnung zurückzuführen war, wurden die weiteren Arbeiten an der KI allenfalls von benachbarten Disziplinen und dem Militär zur Kenntnis genommen. Dies ist wohl auch dadurch zu erklären, daß spektakuläre Versprechungen, die in der Anfangszeit der KI abgegeben wurden, nicht eingelöst werden konnten. Die KI als Disziplin wurde deshalb lange Zeit als leicht unseriös angesehen.

Erst in jüngerer Zeit ist die Öffentlichkeit, und insbesondere die Wirtschaft, wieder verstärkt auf die KI

aufmerksam geworden. Eine wesentliche Ursache dieses aktuellen Interesses ist die Ankündigung der KI, Maschinen zu entwickeln, die in der Lage sind, Wissen zu verarbeiten. Dies gilt z.B. für das „Fünfte-Generations-Programm“ Japans (vgl. auch Kasten C-7 in Abschnitt C.8), das die Entwicklung „wissensverarbeitender Maschinen“ auf die Tagesordnung setzte und damit in den meisten Industrieländern für erhebliche Aufregung sorgte. Nach den meisten ökonomischen Prognosen für das nächste Jahrhundert wird die Verfügbarkeit von Wissen für die internationale Wettbewerbsfähigkeit zunehmend eine Schlüsselrolle spielen. Um hier zu bestehen, genügt nicht mehr die bloße Ausstattung mit möglichst modernen Produktionsanlagen, deren routinemäßiger Betrieb beim Personal keinerlei Spezialwissen voraussetzt.

#### 2. „Wissensverarbeitung“ als neue Qualität der Künstlichen Intelligenz

„Expertensysteme“ werden auch „wissensbasierte Systeme“ oder auch schlicht „Wissenssysteme“ genannt. Damit wird eine neue Qualität gegenüber der konventionellen Datenverarbeitung suggeriert. Nach dem Verständnis der KI läßt sich Wissen als eine Kombination von Datenstrukturen und Verfahren zur Interpretation dieser Strukturen darstellen. Strittig sind unter Fachleuten jedoch sowohl die Definition des Wissens als auch das Ausmaß, in dem sich Wissen prinzipiell maschinell erfassen läßt. In der KI und der kognitiven Psychologie geht man davon aus, daß sich das Wissen insgesamt modellieren läßt. Gegenwärtig sind jedoch die Kenntnisse und

## Die geistesgeschichtlichen Wurzeln der KI

Die geistesgeschichtlichen Wurzeln des Hauptstroms der KI lassen sich aus unseren Tagen über die Renaissance-Philosophen Hobbes, Descartes, Leibnitz und Hume bis zu Aristoteles, Platon und Sokrates in die griechische Antike zurückverfolgen. Der Grundgedanke, der dieser Tradition zugrundeliegt, besteht darin, daß es möglich sei, ein System theoretischer, objektiver Prinzipien zu entdecken, das imstande ist, die reale Welt vollständig zu beschreiben. In dieser Tradition steht auch die Kognitionswissenschaft (kognitive Psychologie, cognitive science), die sich um die Erklärung des Denkens durch die Untersuchung von Phänomenen wie Wahrnehmung, Gedächtnis, Wissen, Problemlösen, Verstehen und insbesondere von Intelligenz bemüht. Gelegentlich werden die KI und die Kognitionswissenschaft als Zwillingdisziplinen betrachtet, wobei es der Kognitionswissenschaft in erster Linie um die Erklärung der Phänomene des Denkens als Prozesse der Informationsverarbeitung geht, der KI - vereinfacht ausgedrückt - auch um die maschinelle Nachbildung des Prozesses.

Nach den gängigen Ansätzen der KI läßt sich das menschliche Denken auf Prozesse der Symbolverarbeitung zurückführen: alles, was in der Welt beobachtbar bzw. auf andere Weise feststellbar ist, wird im Gehirn des Menschen in Symbole übersetzt, und das Denken besteht aus der Manipulation dieser Symbole. In der elektronischen Datenverarbeitung werden sämtliche Phänomene auf die beiden Symbole „0“ und „1“ bzw. „aus“ und „ein“ reduziert. Sowohl das menschliche Gehirn als auch der Computer sind nach dieser Auffassung „symbolverarbeitende Systeme“. Diese Sichtweise ist allerdings heftig umstritten.

Bereits vor dem Zeitalter des Digitalrechners hat es Versuche der Entwicklung lernfähiger Maschinen gegeben. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg standen jedoch mit den modernen Hochgeschwindigkeitsrechnern auch die Mittel zur Verfügung, um die Überprüfung und Umsetzung der über Jahrhunderte entstandenen theoretischen Grundlagen in die Praxis zu gestatten.

### Kasten B-1

Methoden dieser Wissenschaften noch nicht genügend ausgereift, um dies zu verwirklichen. Dagegen steht die Auffassung, daß nur bestimmte Bereiche des Wissens wissenschaftlichen Analysemethoden zugänglich sind. Diese Fragestellung wird später im Zusammenhang mit den Grenzen der gegenwärtigen Expertensystemtechnik aufgegriffen.

Von einigen Fachleuten kommt der Einwand, daß man auch die meisten konventionellen Computerprogramme als „wissensbasiert“ oder auf Expertenwissen beruhend bezeichnen kann, da sie zweifellos einen Teil des Wissens von Experten verkörpern, seien es nun Konstrukteure, Buchhalter oder Programmierer. Auch der Anspruch, daß es erstmals möglich sei, ungenaues Wissen rechnergerecht darzustellen, ist nicht aufrecht zu halten, da dies mit programmiertechnischen Kunstgriffen auch in der Vergangenheit möglich war. Richtiger ist, daß mit den Expertensystemen versucht wird, systematisch eine Programmieretechnik zu entwickeln, die eine Darstellung unscharfen Wissens gestattet. Dabei handelt es sich in erster Linie um „Heuristiken“ — Faustregeln, die zur Lösung von Problemen verwendet werden, für die keine eindeutigen Lösungsstrategien bekannt sind, bzw. für die solche eindeutigen Strategien dermaßen umständlich sind, daß die An-

wendung von Heuristiken mit erheblich geringerem Aufwand zu befriedigenden Lösungen führt.

Die eindeutigen Lösungsstrategien werden als „Algorithmen“ bezeichnet. Sie erfordern die Festlegung der genauen Abfolge der Arbeitsschritte und die Eingabe bestimmter Daten, ohne die das Programm nicht gestartet werden kann. In Expertensystemen werden die Heuristiken computergerecht modelliert, d.h. — streng genommen — in der Form eines Algorithmus dargestellt und rechnerintern auch als ein solcher behandelt. Dies hat zur Folge, daß die Anwendung des Programms immer zu einer Lösung führt, auch wenn die Anwendung der modellierten Heuristik eigentlich unsinnig ist. Im Gegensatz dazu weiß ein menschlicher Experte, wann die Heuristik anwendbar ist, ob das Ergebnis der Anwendung plausibel ist und — wenn er ehrlich ist — wann er mit seinem Wissen nichts zur Problemlösung beitragen kann.

Expertensysteme bilden nur einen Ausschnitt der Arbeiten auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz. Die weiteren Bereiche neben den Expertensystemen sind u.a. die Bild- und Mustererkennung, die Entwicklung natürlich-sprachlicher Systeme, die Entwicklung sogenannter Deduktionssysteme für die mathematische Beweisführung sowie die Robotik.

## Künstliche Intelligenz: Eine mißratene Bezeichnung?

Bezüglich der Bezeichnung und der Ziele der künstlichen Intelligenz gab es auch innerhalb der Disziplin von Anbeginn heftige Kontroversen. Gelegentliche Einwände, daß „künstliche Intelligenz“ eine schlechte Übersetzung von „artificial intelligence“ sei, sind eher Symptome dieser Kontroversen als ein berechtigtes Argument.

- Ein Teil der Kritik richtet sich gegen die Verwendung der Bezeichnung „intelligence“ bzw. „Intelligenz“. Diese wird einerseits als unseriös empfunden, weil dadurch unrealistische Erwartungen geweckt würden, und gilt andererseits als wenig aussagekräftig, da weder in der KI noch in der Psychologie Konsens darüber bestehe, was „Intelligenz“ eigentlich sei, geschweige denn wie sie zu erklären sei. Tatsache bleibt jedoch, daß ursprünglich mit der Wahl der Bezeichnung auch das Ziel angegeben wurde, menschliche Intelligenz zu simulieren.
- Im Englischen hat „intelligence“ auch die Bedeutung von „Nachrichtenwesen“, und manche KI-Forscher verwenden den Begriff inzwischen in diesem Sinne. Auf diese Interpretation des Begriffs „artificial intelligence“ bezieht sich der Einwand, daß „Künstliche Intelligenz“ eine schlechte Übersetzung sei.
- Ein weiterer Teil der Kritik richtet sich gegen die Verwendung des Begriffs „artificial“, wobei sich hier der Einwand gegen den Eindruck mangelnder Echtheit richtet.

Die Wahl der Bezeichnung „Künstliche Intelligenz“ ist sicher ein Symptom eines im nachhinein als naiv zu bezeichnenden Optimismus, gekoppelt mit der Notwendigkeit einer Selbstdarstellung, die eine junge Disziplin mit ungewissen Erfolgsaussichten als glänzende Investition für die Zukunft erscheinen ließ. Während ein Teil der beteiligten Forscher sich vorsichtig von der Bezeichnung „Künstliche Intelligenz“ distanziert oder sie durch Interpretationen abzuschwächen versucht, vertritt ein anderer Teil offensiv die Bezeichnung mit sämtlichen Folgerungen in bezug auf ihre Forschungsziele und das damit verbundene Menschenbild.

Trotz aller Kontroversen hat sich die Bezeichnung „Künstliche Intelligenz“ eingebürgert und wird in diesem Bericht relativ undifferenziert als Oberbegriff für vielfältige Forschungsbemühungen verwendet.

### Kasten B-2

### 3. Ansatz und Aufbau von Expertensystemen

Expertensysteme sind Computerprogramme, die in einem engen Problembereich hochwertiges, spezifisches Wissen modellieren. Sie stellen eine Modifikation des ursprünglichen Problemlösungskonzepts der KI dar, das davon ausging, universelle Problemlösungsverfahren könnten bei jedem Problem erfolgreich angewendet werden (vgl. Kasten B-3). Bei den Forschungsarbeiten stellte sich sehr bald die Bedeutung bereichsspezifischen Wissens heraus. Ein Arzt verdankt beispielsweise seinen Expertenstatus nicht einfach einer angeborenen universellen Problemlösungsgabe, sondern einem umfangreichen Fachwissen und praktischer Erfahrung.

Expertensysteme enthalten Wissen, das typischerweise für die Lösung von Problemen herangezogen wird, für die man Experten benötigt. Ein Experte ist jemand, der — meist über viele Jahre — auf einem Fachgebiet tätig gewesen ist und dessen Problemlösungstechniken versteht, unter anderem auch die Verfahrensabkürzungen, die Behandlung unvoll-

ständiger Daten, die Bewertung von Teillösungen. In den meisten Expertensystemen wird versucht, dieses Wissen in Form von Regeln einzufangen, wobei davon ausgegangen wird, daß die Experten bei der Problemlösung bewußt oder — sehr häufig — unbewußt derartige Regeln anwenden. Allerdings wird von manchen Fachleuten angezweifelt, ob dies wirklich der Fall ist, oder ob ein besonders erfahrener Experte ein Problem nicht eher durch Vergleiche mit bereits erlebten Fällen löst (vgl. Kasten B-4).

Der Expertenstatus ist unabhängig von den formalen Qualifikationen: Es gibt Expertensysteme, die Teile des Wissens von habilitierten Akademikern modellieren, ebenso wie es solche gibt, die auf den Faustregeln erfahrener Handwerksmeister aufbauen. Eine entscheidende Qualität von Expertenwissen scheint zu sein, daß es sich nicht ausschließlich durch Lehr- oder Handbücher vermitteln läßt, sondern erst durch praktische Erfahrungen in einer Vielzahl von Fällen erworben wird.

Die wesentlichen Bestandteile von Expertensystemen sind in Abbildung B-1 dargestellt.

## Konventionelle EDV-Programme und Expertensysteme: Gemeinsamkeiten und Unterschiede

Expertensysteme sind **Computerprogramme**, d.h. **Software**. Im Prinzip lassen sie sich auf jedem Computer mit ausreichender Speicherkapazität verwirklichen. Viele bekannte Expertensysteme wurden in den besonders für die KI geeigneten Sprachen LISP oder PROLOG geschrieben.

Konventionelle Berechnungsprogramme eignen sich vor allem für die eher schematische Verarbeitung großer Datenmengen. Expertensysteme bieten sich dagegen für Aufgabenstellungen an, bei denen sehr viele unterschiedliche Datentypen zu verarbeiten sind. Ausgehend von den in der **Wissensbasis** gespeicherten Fakten und Regeln kann das Programm, dank der in ihm modellierten **Heuristiken** (also bestimmten Verarbeitungstechniken und Suchstrategien), Problemlösungen erarbeiten, die nicht als solche bereits in einem Speicher abgelegt sind.

Die Fachliteratur ist bezüglich der weiteren besonderen Kennzeichen von Expertensystemen eher vage. Gewöhnlich werden u.a. folgende Merkmale als charakteristisch für Expertensysteme bezeichnet, obwohl nur die wenigsten Programme über sämtliche Merkmale verfügen.

- Das Expertensystem besitzt neben der herkömmlichen **Datenbasis** eine **Wissensbasis**, die nicht nur Fakten (Datensätze) enthält, sondern auch Regeln – die Vorschriften zur Wissensverarbeitung.
- Das Programm sollte offen sein für die Erweiterung und Aktualisierung dieser Wissensbasis. Bereits einfache Versionen von Expertensystemen sind lauffähig und werden erweitert und verfeinert, bis sie in der Lage sind, die wesentlichen Probleme des Fachgebiets zu lösen.
- Dank der **Erklärungskomponente** kann das System sein Vorgehen bei der Problemlösung und die Gründe für eine von ihm erzeugte Lösung erläutern. Die Begründung besteht allerdings meist lediglich aus einer Auflistung der zur Problemlösung herangezogenen Regeln.

Die Expertensystemtechnik wird häufig als neues **Programmierparadigma** bezeichnet.

### Kasten B-3

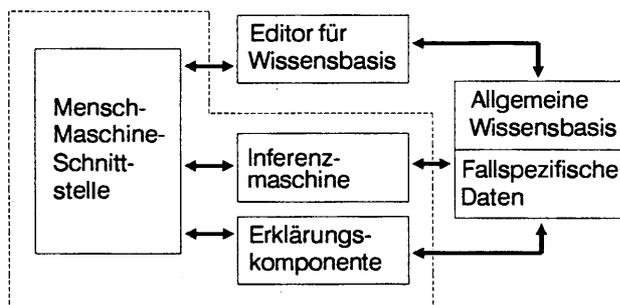


Abbildung B-1: Aufbau eines typischen Expertensystems

Die **Mensch-Maschine-Schnittstelle** ermöglicht dem Benutzer einen relativ einfachen Zugriff auf das System. Gefordert werden häufig Merkmale wie die Verwendung natürlicher Sprache, graphische Darstellungsformen etc., die der Erleichterung der Benutzung dienen sollen. Umstritten sind solche Aus-

stattungsmerkmale allerdings deshalb, weil sie unter Umständen auch die unsachgemäße Anwendung durch Benutzer ermöglichen, die fachlich nicht in der Lage sind, die Ergebnisse des Programms zu beurteilen. Dies gilt im übrigen prinzipiell für die Informationstechnik, nicht nur speziell für Expertensysteme.

Die Grundlage des Expertensystems ist die **allgemeine Wissensbasis**, die eine Darstellung des Wissens für Problemlösungen in der Anwendungsdomäne (so nennt man in der Fachsprache der Expertensysteme den Wissensbereich) enthält. In vielen Systemen hat diese Wissensdarstellung die Form von „wenn ... dann ...“-Regeln, doch finden auch andere Darstellungsformen Anwendung.

Die **Inferenzmaschine** ermöglicht die Anwendung des in der Wissensbasis dargestellten Wissens zur Lösung praktischer Probleme. Der Inferenzmechanismus ist die Komponente eines Expertensystems, das die Schlußfolgerungen im System nach verschiedenen Strategien durchführt. Der Begriff „Mechanis-

mus" oder „Maschine" ist im Grunde irreführend, da es sich eigentlich um einen Algorithmus im Sinne der wissenschaftlichen Informatik handelt.

Die Daten der Fälle, die durch die Hinzuziehung des Expertensystems gelöst werden sollen (*fallspezifische Daten*), werden in der Wissensbasis getrennt von der *allgemeinen Wissensbasis* gespeichert.

Die *Erklärungskomponente* dient zur Erläuterung der Schlußfolgerungen des Systems für den Benutzer. Außer der Erklärung, weshalb das System bestimmte Schlüsse gezogen hat, können derartige Komponenten auch etwa darüber Aufschluß geben, weshalb bestimmte Daten benötigt werden. Auch hier verspricht die Bezeichnung mehr, als die meisten heutigen Programme halten können: diese

## Verarbeiten Expertensysteme Wissen?

Die Bezeichnung „Wissensbasierte Systeme", die manchmal anstelle von „Expertensysteme" verwendet wird, unterstellt, daß damit erstmals Maschinen konstruiert wurden, die imstande sind, Wissen zu verarbeiten. In Abschnitt B.2 dieses Berichts wurde dargelegt, daß die rechnerinterne Darstellung und Verarbeitung des modellierten Wissens sich in nichts von der bisherigen Datenverarbeitung unterscheidet. Die dargestellten und manipulierten Symbole haben nur eine andere Bedeutung.

„Daten" sind nach DIN 44300 „Gebilde aus Zeichen oder kontinuierlichen Funktionen, die aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen Informationen darstellen, vorrangig zum Zweck der Verarbeitung oder als deren Ergebnis". Deutlich wird in dieser Definition, daß die Daten selbst noch keine Informationen sind, sondern der Interpretation vor dem Hintergrund irgendwelcher Abmachungen bedürfen. Dies setzt wiederum Wissen voraus. Wissen ist z.B. erforderlich, um in den Sätzen „Die Hose ist blau" oder „Er machte am Montag blau" das Wort „blau" im vom Sprecher gemeinten Sinne zu verstehen.

Die Modellierung von Wissen sieht sich dem Problem gegenübergestellt, daß es verschiedene Arten des Wissens gibt, die sich in unterschiedlichem Ausmaß rekonstruieren lassen. So wissen z.B. sehr viele Menschen, wie man Fahrrad fährt, aber das dafür erforderliche Wissen läßt sich nur unzureichend beschreiben, so daß man das Radfahren nicht nach einem Lehrbuch erlernen könnte. In der Literatur werden bezüglich des Wissens eine Reihe von Unterscheidungen gemacht:

- Gegenstandswissen, das aus Fakten besteht, die in der Ausbildung gelernt werden. Diese Art des Wissens ist Expertensystemen prinzipiell zugänglich, ist aber offen, unscharf, veraltet rasch und ist dynamischen Veränderungsprozessen ausgesetzt.
- Problemlösungswissen, das aus Verfahren besteht, um zu Schlüssen zu gelangen. In Expertensystemen ist bislang prinzipiell nur das Wissen jeweils einer „Schule" bzw. eines Experten verankert, obwohl zumeist auch andere Ansätze erfolgreich angewendet werden. Es besteht hier die Gefahr der Verdrängung anderer Ansätze bzw. der Verkrustung.
- Anwendungs- und Erfahrungswissen, das grundsätzlich nur durch praktische Erfahrungen gewonnen werden kann. Solches Wissen läßt sich allenfalls rudimentär durch Expertensysteme erfassen.

Expertensysteme decken also nur Teile des Gesamtwissens ab, das für die Durchführung der Aufgaben von Experten benötigt wird.

Aus der Anthropologie stammt eine weitere Unterscheidung von Wissen, die zur Abgrenzung des Wissensverarbeitungsvermögens von Expertensystemen und konventionellen EDV-Programmen herangezogen werden kann. Neben dem **informellen Wissen**, das etwa dem an anderer Stelle ausführlich angesprochenen Erfahrungswissen entspricht, gibt es danach **technisches** und **formales** Wissen. Diese zuletzt genannten Arten des Wissens sind beide „formalisiert", das heißt als Gerüst von „Fakten" und „Regeln" darstellbar. „Technisches" Wissen wird in der Regel aus „Theorien" abgeleitet. Beispiele hierfür sind die gesamte Mathematik und physikalische Formeln und auch die üblichen Programmiersprachen und -methoden der EDV. Die von diesen Programmen behandelten Probleme beschränken sich dann auf „technische" Aspekte im genannten Sinne und auf solche Fragestellungen, die sich „algorithmisieren", das heißt zu „technischen" Problemen umformen lassen. Beim „formalen" Wissen sind die Regeln dagegen nicht-numerische Formeln, sie lassen sich verbal und formal eher als „wenn-dann-Klauseln" darstellen. Das formale Wissen in diesem Sinne ist die typische Domäne für Expertensysteme.

### Kasten B-4

Komponente ermöglicht lediglich die Rekonstruktion der Regeln, die zur Problemlösung herangezogen wurden, bzw. gibt an, für welche Regel die Daten benötigt werden.

Viele Systeme enthalten auch einen *Editor* für die Wissensbasis, der zum einen den Zugang zur Erklärungskomponente ermöglicht, zum anderen das Auffinden von Programmierfehlern erleichtert. Weitere mögliche Funktionen sind die Erleichterung der Erweiterung um weitere Fakten und Regeln, die Gewährleistung der Konsistenz der Regel- und Wissensbasis usw.

Die gebrochene Linie in der Abbildung umschließt die Komponenten einer *Expertensystem-Schale* (Shell), die man auch als ein Expertensystem ohne fachspezifisches Wissen bezeichnen könnte. Diese Shells können eingesetzt werden, um den Entwicklungsaufwand für Expertensysteme beträchtlich zu reduzieren. Inzwischen werden sie kommerziell für eine Vielzahl von Rechnern bis hinunter zum Personal-Computer angeboten. Auch hier ist zu berücksichtigen, daß es keine universellen Problemlösungsverfahren gibt, so daß der Wahl der „richtigen“ Shell für die erfolgreiche Entwicklung des Systems eine entscheidende Bedeutung zukommt.

Die Aufgabe der *Wissensdarstellung und -modellierung* wird häufig von einem spezialisierten Programmierer durchgeführt, der in Anlehnung an die englische Bezeichnung „knowledge engineer“ „Wissensingenieur“ genannt wird. Da die Modellierung von Wissen erhebliche Schwierigkeiten bereitet und fachliche Kompetenz voraussetzt, reichen allgemeine Informatikkenntnisse für die „Wissensakquisition“ nicht aus. Dementsprechend werden mehrmonatige Kurse für die Fortbildung zum Wissensingenieur angeboten und rege besucht. Es ist noch unklar, ob langfristig ein Bedarf für Wissensingenieure vorhanden sein wird, da die Entwickler von Expertensystemen bestrebt sind, die Wissensakquisition zu automatisieren bzw. so stark zu vereinfachen, daß sie von den jeweiligen Fachexperten, deren Wissen im Programm modelliert werden soll, durchgeführt werden kann. Wenn sich der Beruf des Wissensingenieurs längerfristig durchsetzen sollte, könnten staatliche Maßnahmen zur Regelung der Berufsbezeichnung bzw. zur Regelung von Ausbildungsgängen erforderlich werden.

#### 4. Welche Arten von Expertensystemen gibt es?

Es gibt eine Reihe von Dimensionen, nach denen man Expertensysteme unterscheiden kann. Zu den wichtigsten gehören:

- die Art der Aufgabe, z.B. Diagnose, Konfiguration;
- die „Domäne“, d.h. das Fachgebiet, z.B. Wartung von Industrie-Robotern oder von Drehmaschinen;
- die „Tiefe“ des im System enthaltenen Wissens;
- das „Verhältnis“ zum Benutzer;

- die Art der Wissenspräsentation (z.B. Einbeziehung von Graphik, natürlicher Sprache);
- der Autonomiegrad des Systems.

Die beiden zuerst genannten Dimensionen werden ausführlicher in Abschnitt B.5 behandelt.

Mit „Tiefe“ der Wissensbasis bezeichnet man das Ausmaß, in dem grundlegende Prinzipien und Theorien des Gegenstandsbereichs die Basis für die Entscheidungen des Systems bilden. In „tiefen“ Expertensystemen wird versucht, die grundlegenden Prinzipien des Gegenstandsbereichs zu modellieren. Der Rückgriff auf diese Prinzipien in *jedem Fall* würde dazu führen, daß die Programme für den praktischen Einsatz zu langsam arbeiten. Die meisten Wissensbasen enthalten aber nur „flaches“ (shallow) Wissen, mit der Folge, daß die meisten Entscheidungsketten aus wenigen Gliedern bestehen. Zwar arbeiten derartige Expertensysteme dann verhältnismäßig schnell, doch verfügt ein so bekanntes System wie MYCIN (von Edward Shortliffe an der Stanford-University entwickelt, um Ärzten bei der Diagnose ansteckender Krankheiten behilflich zu sein) beispielsweise über keine Vorstellung darüber, was „Gesundheit“ ist. Auch Modelle der Beziehungen zwischen Symptomen und Krankheiten und der Beiträge von Behandlungen zur Heilung von Krankheiten fehlen. Neuere Systeme versuchen, diese Schwäche zu überwinden, indem sie auch ein Modell des Gegenstandsbereichs abspeichern, auf das im Bedarfsfall zurückgegriffen werden kann. Sind also die einfachen Regeln dem Problem nicht angemessen, kann auf die Prinzipien und Theorien im Modell Rückgriff genommen werden.

Auf anderer Ebene unterscheidet man zwischen *expertenunterstützenden* und *expertenersetzenden* Systemen. Zwar wird wohl auch von den meisten Entwicklern erkannt, daß heutige Systeme weit davon entfernt sind, den Experten zu ersetzen, da sie nur einfache Probleme leicht lösen können, doch wird auch behauptet, daß man Expertenwissen und -erfahrung durch Expertensysteme vervielfältigen und verteilen und dieses Wissen dadurch „unsterblich“ machen kann (Randall Davis vom Massachusetts Institute of Technology). Hier klingt ein etwas weniger bescheidener Anspruch durch, der in Abschnitt B.6 ausführlicher diskutiert wird.

Das Anwendungskonzept, aber auch die im System verkörperte Wissensdomäne, haben Auswirkungen auf die Art der Wissensrepräsentation. Am bekanntesten und wohl auch am weitesten verbreitet ist die Form der Darstellung in „Wenn ... Dann ...“-Sätzen, doch gibt es auch Systeme, die mit funktionalen Modellen der Wissensdomäne arbeiten oder mit anderen Varianten von logischen Strukturen. Auch die Art des Mensch-Maschine-Dialogs, d.h. die konkrete Gestaltung der Benutzung durch einen Ratsuchenden, hängt nicht zuletzt von der Benutzerzielgruppe (Laien oder Experten) und den Ansprüchen an das System (Unterstützung oder Ersetzung von Experten) ab.

Eine besondere, unter Umständen problematische Variante von Expertensystemen sind integrierte Ex-

pertensysteme bzw. Echtzeitsysteme, die Bestandteile von technischen Systemen sind und in der Regel autonom, ohne Einschaltung eines menschlichen Experten, arbeiten. Typische Aufgaben solcher Systeme sind die automatische Steuerung und Auswertung bei medizinischen Apparaturen oder die Fehlerdiagnose bei komplexen Anlagen wie etwa Werkzeugmaschinen.

## 5. Einsatzgebiete von Expertensystemen

Zwar finden sich in der Literatur vielfältige Vorschläge zur Klassifikation von Expertensystemen nach ihrem Aufgabenbereich, doch schälen sich immer wieder Gemeinsamkeiten heraus. Die folgende Auflistung von Aufgabenbereichen von Expertensystemen ist das Ergebnis einer vergleichenden Analyse dieser Vorschläge.

- *Diagnose*: Die Zuordnung von Ursachen zu bestimmten Symptomen. Oft setzt dies eine Reduktion umfangreichen Datenmaterials auf wenige, als wesentlich erkannte Daten voraus. Diagnosesysteme für technische Systeme wie Roboter, Werkzeugmaschinen oder Automobile bilden einen Schwerpunkt der praktischen Anwendungen von Expertensystemen.
- *Selektion*: Die Auswahl von Elementen aus einer größeren Zahl von Alternativen. Beispiele sind die Auswahl eines Teils für einen vorgegebenen Zweck aus einem Teilekatalog oder die Auswahl eines bestimmten Produktionsverfahrens, das bestimmten Randbedingungen genügen muß.
- *Planung*: Die Festlegung einzelner Handlungen zur Erreichung eines angestrebten Zielzustandes. Was muß getan werden, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen?
- *Interpretation*: Die Deutung von Daten durch „Meta-Wissen“, z.B. theoretische Modelle oder Ursache-Wirkungs-Hypothesen.
- *Konfiguration*: Das Gruppieren von Elementen nach vorgegebenen Randbedingungen. Ein Beispiel ist das Zusammenstellen von standardisierten Einzelteilen zu komplexen Anlagen. Ein besonders bekannter Vertreter dieser Gattung ist XCON (vormals R1), mit dem die VAX-Rechenanlagen der Firma Digital Equipment konfiguriert werden.
- *Überwachung*: Das Erkennen von fehlerhaften Systemzuständen bei laufenden Prozessen. Bei einer Überwachung auf konventionellem Wege wird bei Unter- bzw. Überschreiten eines vorgegebenen Wertes ein Alarmsignal ausgelöst. Ähnliche Funktionen erfüllen Expertensysteme für diesen Aufgabenbereich, wobei die Aufgabe darin besteht, Muster von mehreren Variablen zu verfolgen.
- *Entscheiden*: Die Unterstützung bei der Entscheidungsfindung bei Berücksichtigung bestimmter Randbedingungen oder bei Vorgabe bestimmter Kriterien.

Es gibt ferner eine Reihe von Aufgaben, die sich auf den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnik beziehen, also in erster Linie eine Verbesserung der Effizienz der Techniknutzung anstreben.

- *Hilfe*: Eine aktive oder passive Hilfestellung beim Mensch-Maschine-Dialog, um den Benutzer vor Fehlern zu bewahren und den Problemlösungsprozeß effizienter zu machen.
- *„Intelligenter Assistent“*: Die Unterstützung des Benutzers durch die Interpretation fehlerhafter Eingaben.
- *Instruktion*: Wissensvermittlung und Einübung der Wissensanwendung.
- *Training*: Die Simulation des Lehrer-Schüler-Verhältnisses durch eine beispielhafte Problemlösung. Hierbei handelt es sich um eine Weiterentwicklung des „computergestützten Unterrichts“.

Der Einsatz von Expertensystemen wird für nahezu jeden Wissensbereich diskutiert oder tatsächlich erprobt. Ein wesentliches Motiv dürfte der Wunsch nach Überbrückung von Qualifikationsengpässen sein, entweder durch eine Vervielfältigung von Wissen oder durch die Übernahme von Routineaufgabenbestandteilen durch das Expertensystem, um damit die Fachleute für schwierigere, einmalige Aufgabenbestandteile freizusetzen.

Es schälen sich drei charakteristische Aufgabentypen heraus, die mit Expertensystemen prinzipiell gut zu bewältigen sind:

- Aufgaben, bei denen auch der menschliche Experte viel berechnen und logisch überlegen muß. Beispiele hierfür sind Konfigurationsaufgaben und solche Diagnoseaufgaben, wie sie beispielsweise bei der Prüfung der Kreditwürdigkeit von Kunden anfallen.
- Aufgaben, die in einem gleichbleibenden Umfeld stattfinden und keine Expertenkenntnisse erfordern. Beispiele sind Diagnose- und Wartungsaufgaben für abgrenzbare technische Anlagen.
- Die Unterstützung des Experten bei der Überprüfung eigener Entscheidungen, beispielsweise in der Form alternativer Lösungsvorschläge.

## 6. Grenzen und Probleme von Expertensystemen

Die gegenwärtigen Grenzen der Expertensysteme werden im wesentlichen durch Probleme der Wissensdarstellung und der „Akquisition“ des Wissens bestimmt. Expertenwissen besteht nur zu einem Teil aus theoretischen Bestandteilen, die durch Lehr- und Handbücher oder eine formale Ausbildung vermittelt werden. Zum Wissen von Experten gehören auch praktisches Wissen, das durch aktive Erfahrungen gewonnen wird, sowie solches Wissen, das von anderen Praktikern des selben Tätigkeitsfeldes weitergegeben wird.

Zwischen den genannten Wissensbestandteilen gibt es enge Beziehungen, so daß ein Bestandteil für sich nur begrenzten praktischen Nutzen hat. Das theoretische Wissen bekommt beispielsweise erst seine Bedeutung durch die Interpretation vor einem Hintergrund praktischen Wissens. Umgekehrt ermöglicht erst die Verbindung von praktischem Wissen mit theoretischen Kenntnissen flexibles Reagieren auf noch nicht erlebte Situationen.

Es gibt jedoch in der Informatik deutliche Tendenzen, das theoretische Wissen zu Lasten der anderen Wissensarten überzubewerten. Dies führt wiederum zu einer Unterschätzung der Probleme, wenn es darum gehen soll, das Wissen eines Experten zu erfassen, um es in der Form eines Computerprogramms zu modellieren und allgemein verfügbar zu machen. Eine Gefahr, die hierbei besteht, ist die, daß nur solches Wissen verwendet — und auch als bedeutsam betrachtet — wird, das von Wissensingenieuren erkannt und formalisiert werden kann. Die dabei entstehenden Probleme werden später im Zusammenhang mit der Problematik der „Qualifikationserosion“ behandelt (Abschnitt C.6).

Abgesehen von solchen grundsätzlichen Problemen ist der Experte häufig nicht in der Lage, dem Wissensingenieur, dessen Aufgabe darin besteht, das Expertenwissen computergerecht zu rekonstruieren, sein Wissen mitzuteilen. Dies liegt daran, daß der Experte möglicherweise selbst nicht genau weiß, weshalb er zu einem bestimmten Ergebnis kommt, weil er keine Regeln anwendet — zumindest nicht bewußt. In solchen Fällen hat der Experte nur ein „Gefühl“ für die richtige Lösung, und in gemeinsamer Arbeit mit dem Wissensingenieur wird nachträglich eine Regel konstruiert, die zu einem „richtigen“ Ergebnis führt.

Eine weitere Schwachstelle im Prozeß der „Wissensakquisition“ ergibt sich daraus, daß der Wissensingenieur in den seltensten Fällen selbst Experte in der Wissensdomäne ist. Zwar wird gefordert, daß Wissensingenieure sich in das Gebiet einarbeiten sollen, doch weder haben sie das angesprochene praktische Wissen, noch sind sie mit der Fachdiskussion vertraut.

Für Zwecke der Problemlösung behandeln Expertensysteme Ausschnitte der Welt als „Mikrowelten“. Das heißt, es wird versucht, einen Satz von Fakten und Regeln zu bestimmen, dessen Berücksichtigung für sämtliche anfallende Entscheidungen ausreicht.

Expertensysteme werden als „spröde“ (engl. „brittle“) bezeichnet, womit gemeint ist, daß sie lediglich innerhalb einer engen Bandbreite von Situationen anwendbar sind und bei Erreichen ihrer Grenzen (den „Rändern“ der „Domäne“) abrupt versagen. Die Entwickler der Systeme sind sich bewußt, daß es schwierig ist, komplexe Domänen im System abzubilden, doch hoffen sie, durch eine ausreichend große Zahl von Regeln diese Schwäche kompensieren zu können.

Als Konsequenz daraus hat Edward A. Feigenbaum, einer der Hauptbeteiligten an der Entwicklung der

Expertensystemtechnik, die Empfehlung ausgesprochen, möglichst viel Wissen in den Systemen abzubilden, da die Menge des Wissens für die Brauchbarkeit eines Systems entscheidender sei als ein guter Inferenzmechanismus. Um ihre Sprödigkeit zu überwinden, enthalten Expertensysteme viele tausend Regeln, die sämtliche entscheidungsrelevanten Konstellationen abdecken sollen.

Ein anderer Problembereich heutiger Expertensysteme ist die Erweiterung und Pflege der Wissensbasis. Bei der Entwicklung der Wissensbasis der meisten Expertensysteme wird iterativ vorgegangen. Das heißt, der Wissensingenieur versucht zunächst, das Programm mit den Regeln auszustatten, die nach der Erfahrung des Experten in den meisten Fällen funktioniert haben. Die Regelbasis wird dann immer wieder modifiziert, um Fällen gerecht zu werden, in denen die ursprünglichen Regeln versagen.

Das Versagen in einem Spezialfall ist aber möglicherweise nicht auf eine einzige Regel zurückzuführen, sondern auf zufällige Interaktionen mehrerer Regeln, die in anderen Fällen durchaus nützliche Dienste leisten. Ähnliche Probleme können auftreten, wenn die Wissensbasis erweitert wird, um anders gelagerte Fälle aufzunehmen. Die Konsistenz der Regelbasis erweist sich als erhebliches Problem, das beim bekannten Konfigurationsprogramm XCON besonders augenfällig geworden ist. Dieses System galt früher als Paradebeispiel eines erfolgreichen Expertensystems, war aber durch stetige Erweiterung auf ein Vielfaches seines ursprünglichen Umfangs praktisch unwartbar geworden. Da das Anwenderunternehmen praktisch von XCON abhängig geworden war, mußte erheblicher Aufwand zur „Rettung“ des Programms investiert werden. Um das Problem prinzipiell zu lösen, werden die Programme neuerdings mit Unterprogrammen ausgestattet, die für die Konsistenz von Regel- und Wissensbasis sorgen sollen.

Oft wird als besonders positive Eigenschaft der EDV allgemein und speziell auch der Expertensysteme deren Zuverlässigkeit bezeichnet. Dagegen gelten Menschen als relativ unzuverlässig, so daß es eine lange vorherrschende Tendenz von Rationalisierungsmaßnahmen war, dieses unzuverlässige menschliche Element aus Produktionsprozessen so weit wie irgend möglich zu entfernen. Das Konzept der „menschleeren“ Fabrik ist nicht zuletzt das Ergebnis derartiger Überlegungen. Der Einsatz von Techniken wie Expertensystemen übersieht aber — so die Kritiker dieser Auffassung —, daß die Wissensbasis ebenso wie die Programme insgesamt menschlichen Ursprungs sind. Ein System kann versagen, weil der Programmierer die Bedeutung bestimmter Regeln und die Vollständigkeit seines Programms nicht einzuschätzen vermag.

Eine weitere Beschränkung der heutigen Expertensystemtechnik besteht darin, daß viele Informationen nur in einem bestimmten Kontext zu verstehen sind. Dies setzt eine stillschweigende Verständigung zwischen dem „Mittler“ und dem „Zuhörer“ voraus,

die vielfach bereits durch einen gemeinsamen kulturellen Hintergrund sichergestellt wird. Durch programmiertechnische Kunstgriffe ist es zwar möglich, jedem Begriff eine unmißverständliche Bedeutung zuzuordnen, doch setzt dies voraus, daß der Systementwickler für jeden denkbaren Fall Vorkehrungen trifft, was in der Praxis mit vielleicht unüberwindbaren Schwierigkeiten verbunden ist. Der Mensch vermag dagegen, mögliche Mißverständnisse verhältnismäßig einfach auszuräumen.

Die KI-Forschung hat sich nicht zuletzt aus diesem Grund dem Problem zugewandt, das Alltagswissen („Weltwissen“) zu modellieren. Dabei hat sich rasch gezeigt, daß es unverhältnismäßig schwerer ist, scheinbar „triviale“ Wissen, über das beispielsweise schon Kleinkinder verfügen, zu modellieren, als komplexes, wissenschaftliches Wissen. Bestrebungen, das Weltwissen in elektronischen Enzyklopädien abzubilden, sind prinzipiell die gleichen Schranken gesetzt wie Versuchen, Expertenwissen abzubilden: Eine Enzyklopädie ist verwurzelt in einer bestimmten Tradition und Kultur, die beispielsweise bereits bestimmen, was als „Fakt“ zu bewerten ist. Die Bezeichnung „Wissensbasis“ klingt zwar objektiv, lenkt aber von der Tatsache ab, daß es sich dabei um eine Sammlung subjektiver Meinungen bestimmter Menschen handelt.

Der KI-Forscher Terry Winograd, der Anfang der siebziger Jahre als eines der hoffnungsvollsten Talente des Bereiches galt, bezeichnet Expertensysteme heute als eine „Bürokratie des Geistes“. Die Vorteile der Bürokratie ergeben sich aus der Reduzierung von Entscheidungsprozessen auf die systematische Anwendung explizit formulierter Regeln. Aber gerade auch bezüglich ihrer Schwächen weisen Expertensysteme starke Parallelen mit der Bürokratie auf: Ein Ergebnis bürokratischer Vereinfachung ist die besondere Starrheit des Verhaltens von Organisationen. In der Bürokratieforschung wird zunehmend auf die Bedeutung informeller Organisation und des Erfahrungswissens für die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit der Bürokratie hingewiesen. Ohne solches Wissen reagieren die Systeme starr und versagen häufig, unter Umständen mit verheerenden Folgen. Ähnliches kann für Expertensysteme behauptet werden.

Besonders augenfällig sind die Beschränkungen und ungelösten Probleme der Expertensystemtechnik im medizinischen Bereich. Obwohl hier teilweise schon 15 Jahre und länger an der Entwicklung einzelner Systeme gearbeitet wird und aus dem Bereich der Medizin wichtige Impulse für die Entwicklung der Technik kamen, wurde die Weitergabe auch bekannter Programme an die Praxis immer weiter hinausgezögert. Die verzögerte Diffusion ist vermutlich auf andere als rein technische Probleme zurückzuführen.

## 7. Neue Entwicklungen, Ausblick

Das „Knowledge Engineering“ wird als „teuer, zeitraubend und langweilig“ (Stephen J. Andriole) betrachtet. Dennoch gelten Wissensingenieure ge-

genwärtig als unverzichtbar, die Nachfrage übersteigt bei weitem das Angebot. Edward Feigenbaum beschreibt das „Knowledge Engineering“ als den engsten einzelnen Flaschenhals auf dem Weg zur Entwicklung effizienter Systeme.

Feigenbaum arbeitet denn auch an Entwicklungen, die darauf abzielen, den Wissensingenieur als Beruf überflüssig zu machen. Er unternimmt im Grunde den Versuch, ein Expertensystem zu entwickeln, bei dem der zu ersetzende (!) Experte der Wissensingenieur ist. Andere Forscher sind der Ansicht, daß der regelbasierte Ansatz der ersten Expertensysteme längerfristig das größte Hindernis für die praktische Anwendbarkeit darstellt. Als möglicher Ausweg werden u.a. modellbasierte Ansätze gesehen, zum Teil in Verknüpfung mit den regelbasierten Systemen.

Große öffentliche Aufmerksamkeit gilt gegenwärtig einem Ansatz, der als „Konnektionismus“ bezeichnet wird. Der Grundgedanke dieses Ansatzes ist, daß eine Eigenschaft wie das Denken nur von einem System mit einer ähnlichen funktionalen Struktur wie der des Gehirns hervorgebracht werden kann (vgl. Kasten B-5). Versuche, „neuronale Netzwerke“ zu verwirklichen, gab es bereits in den 50er Jahren unseres Jahrhunderts. Diese gerieten jedoch in praktische Schwierigkeiten, die erst Anfang der 80er Jahre neu in Angriff genommen und noch nicht endgültig überwunden wurden.

Die Renaissance des Konnektionismus ist vermutlich u.a. dem Umstand zu verdanken, daß der Ansatz einen Weg aus der Sackgasse zu weisen scheint, in die die konventionelle KI hineingeraten zu sein scheint. „Konnektionistische Expertensysteme“ werden denn auch als Weg betrachtet, die möglichen Anwendungsfelder der Expertensystemtechnik auszudehnen.

Konkrete Versuche mit „konnektionistischen Systemen“ gibt es bereits. Entgegen den — vielleicht naiven — Erwartungen, daß derartige Maschinen „lernen“ könnten, sind auch hier Programmierarbeiten erforderlich, die von den Vorstellungen der menschlichen Systementwickler geprägt werden. „Konnektionistische“ Ansätze unterscheiden sich damit bisher nicht grundlegend von den konventionellen KI- und Informatik-Ansätzen.

Eine andere Reaktion auf die Schwierigkeiten bisheriger Ansätze besteht darin, die Rolle des Computers neu zu bestimmen, etwa als Medium für die zwischenmenschliche Kommunikation. Der Ansatz der „Kooperativen Systeme“ wurde von Terry Winograd aus seiner Kritik am Vorhaben der konventionellen KI abgeleitet und geht davon aus, daß der Computer nicht so sehr eine „Denkmaschine“ wie eine „Sprachmaschine“ sei. Wie die Schrift sei der Computer im Grunde ein Kommunikationsmedium, das in der Lage sei, einmalig komplexe Manipulationen mit gespeicherten linguistischen Objekten vorzunehmen. Der Computer nimmt keine eigene Interpretation vor, sondern manipuliert lediglich Symbole, die dann vom Menschen interpretiert und weiterverwendet werden.

Beispielhaft für neuere Tendenzen kann auch die Weiterentwicklung des bekannten medizinischen

## Neuronale Computer

Obwohl das menschliche Gehirn um ganze Größenordnungen langsamer arbeitet als moderne Hochleistungsrechner, ist es imstande, Aufgaben zu lösen, vor denen heute selbst Superrechner kapitulieren müssen, so z.B. das Wiedererkennen von menschlichen Gesichtern.

Während die herkömmlichen Rechner in der Regel über einen einzigen Prozessor verfügen, der die im Speicher abgelegten Programme streng der Reihe nach abarbeitet, besteht das Gehirn aus vielen Millionen Neuronen, die jeweils mit mehreren „Eingangs-“ und „Ausgangskanälen“ ausgestattet sind. Über diese Kanäle sind die Neuronen zu einem dichten Netzwerk untereinander verbunden. Die große Arbeitsgeschwindigkeit des Gehirns und nach seinem Vorbild strukturierter Rechner ist das Ergebnis einer Arbeitsteilung unter den eng vernetzten Neuronen bzw. neuronähnlichen Prozessoren.

Allerdings sind selbst die größten „Neuronenrechner“ heute noch weit von der Komplexität des menschlichen Gehirns entfernt. Die Verwirklichung von Rechnern mit der Kapazität des menschlichen Gehirns ist nach Ansicht vieler Fachleute nicht lediglich eine Frage des Maßstabes, so daß die prinzipielle Machbarkeit eines solchen Rechners keineswegs als selbstverständlich gilt. Weitere Probleme betreffen die Steuerbarkeit und Durchschaubarkeit des Verhaltens solcher Rechner.

### Kasten B-5

Expertensystems „Internist“ zu einem Beratungssystem (advisory system) mit der Bezeichnung QMR (Quick Medical Reference) genannt werden, das nunmehr eher Lehrbuchcharakter als Empfehlungscharakter besitzt. Das Ziel ist, Möglichkeiten vorzuschlagen und zu rechtfertigen, die der behandelnde Arzt sonst nicht in Betracht gezogen hätte: Das Programm stellt dem Experten weiteres relevantes Evaluationsmaterial zur Verfügung. Diese und ähnliche Tendenzen werden in Abschnitt E.2 näher untersucht.

#### 8. Zusammenfassung

Expertensysteme sind ein Ergebnis der Forschung zur „Künstlichen Intelligenz“. Sie können als ein Schritt in Richtung auf die Verarbeitung von Wissen betrachtet werden, ohne daß sich gegenwärtig das Gesamtwissen eines Experten annähernd vollständig erfassen ließe. Zwischen den heutigen Expertensystemen und herkömmlichen Computerprogrammen besteht eine größere Gemeinsamkeit, als es die Zuordnung der Expertensysteme zur Künstlichen Intelligenz vermuten läßt.

Die Erwartungen an Expertensysteme sind vielfach sehr hoch, und die Kluft zwischen derartigen Erwar-

tungen und dem tatsächlichen Leistungsvermögen ist eine wichtige Ursache von unerwünschten Folgen dieser Technik.

Ein Hauptproblem der heutigen Expertensystemtechnik stellen die Erfassung des Expertenwissens und seine Abbildung im Computer dar (die „Wissensakquisition“). Bei dieser Aufgabe sind deutliche Tendenzen zu erkennen, theoretisches Wissen zu Lasten von Erfahrungswissen oder Problemlösungswissen überzubewerten.

Expertensysteme eignen sich gut zur Bearbeitung von Aufgaben, bei denen der menschliche Experte viel berechnen und logisch überlegen muß, sowie für Aufgaben, die in einem gleichbleibenden Umfeld stattfinden. Ferner scheinen solche Anwendungen von Expertensystemen auf Akzeptanz zu stoßen, die eigene Entscheidungen des Anwenders einer Kritik unterwerfen, um zusätzliche Gesichtspunkte in den Entscheidungsprozeß einzuführen.

Neuere Entwicklungen zielen auf eine Umgehung der ungelösten Probleme der Wissensakquisition ab. Ferner wird daran gearbeitet, „Alltagswissen“ zu erfassen, das ein unerläßlicher Hintergrund von Expertenentscheidungen ist. Die Erfolgsaussichten derartiger Vorhaben sind derzeit ungewiß.

**ABSCHNITT C****Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Produktion****1. Innovationsmotive: Aus welchen Gründen setzen Unternehmen Expertensysteme ein?**

Produktionsbetriebe, die Expertensysteme einsetzen (oder einsetzen wollen), erwarten von diesen im allgemeinen, daß sie die Möglichkeiten, moderne Informationstechnik in der Produktion einzusetzen, erheblich verbessern und erweitern. Insbesondere denken die Anwender dabei an Funktionen und Tätigkeiten, die bisher wegen ihrer Komplexität nicht automatisiert werden konnten. In der betrieblichen Instandhaltung beschränkten sich beispielsweise bisherige Anwendungen von Informationstechnik auf rechnergestützte Planungssysteme (für Personaleinsatz, Termine, Ersatzteilversorgung und ähnliches), während Störungsdiagnose und -behebung eine ausschließliche Aufgabe des qualifizierten Instandhaltungspersonals waren. Die aktuellen Entwicklungen einschlägiger Expertensysteme streben

unter anderem deren zumindest partielle Automatisierung an.

Noch stärker als bei herkömmlichen Computer-Anwendungen zielt der Leistungsanspruch von Expertensystemen im Regelfalle zentral auf das Tätigkeitsfeld hochqualifizierter Arbeitskräftegruppen (Facharbeiter, Techniker und Ingenieure) und deren Kernaufgaben. Dies wird deutlich sichtbar, wenn man, wie in Kasten C-1, die wichtigsten Ziele der Hersteller und potentiellen Anwender von Expertensystemen zusammenstellt.

Hinter der Vielzahl von Zielen, die mit der geplanten oder realisierten Anwendung von Expertensystemen verbunden werden, verbergen sich sehr verschiedenartige Problemlagen, die entweder Anwenderbetriebe veranlassen, die Einführung eines Expertensystems ins Auge zu fassen, oder die von Systemherstellern bei potentiellen Kunden vermutet

### Ziele des Expertensystem-Einsatzes

- Expertenwissen konservieren
- Expertenwissen breit zugänglich und jederzeit verfügbar machen
- Qualifizierungsaufwand durch technische Wissensvermittlung reduzieren
- Entscheidungsqualität verbessern
- Material- und Informationsflüsse beschleunigen
- Experten entlasten, Streß abbauen
- Routinetätigkeiten abbauen, Aufgaben erweitern
- Produktionskapazitäten besser nutzen
- Fehler reduzieren, Produktqualität verstetigen
- Flexibilität des Betriebs steigern
- Erfahrungen mit neuer Technologie sammeln
- Produktpalette erweitern, neue Märkte erschließen

Die Reihenfolge der Ziele gibt die abnehmende Häufigkeit ihrer Nennungen in der Literatur wieder.

#### Kasten C-1

werden. Es lassen sich drei Typen solcher betrieblicher Problemlagen ableiten:

- Probleme betrieblicher Leistungsfähigkeit,
- Probleme der Wirtschaftlichkeit und
- Probleme der Verfügbarkeit von Experten.

Die Einführung von Expertensystemen betrifft bei den unterschiedlichen Problemlagen jeweils andere Gruppen von Arbeitskräften in jeweils anderer Weise. So stehen etwa bei Einführungsprozessen von Expertensystemen, die in erster Linie dazu dienen sollen, einen bestehenden oder drohenden Expertenmangel zu überwinden, die Tätigkeiten von qualifizierten Fachkräften in technischen Büros im Vordergrund. Ist das beherrschende Problem dagegen beispielsweise mangelnde Rentabilität, so wird sich die Einführung eines Expertensystems vor allem an der Möglichkeit der Personalreduzierung orientieren.

## 2. Reifegrad der Systeme

Berichte über Expertensystem-Einsätze lassen in der Regel ungeklärt, in welchem Stadium sich die Projekte befinden. Auch in einigen für die Kommission durchgeführten Fallstudien zeigte sich eine erhebliche Spannweite der Entwicklungsreife. Bei manchen „Expertensystemen“ handelte es sich lediglich um kleine Demonstrations-Prototypen, bei deren Herstellung sich die Entwickler noch vorrangig mit

der neuen Programmieretechnik vertraut machen wollten. Andere Systeme zeigten bereits eine gewisse Komplexität und konnten eine Reihe von Standardfällen abdecken, waren aber noch nicht in echten Produktionsumgebungen einzusetzen. Und schließlich gab es unter den für die Kommission untersuchten Fällen ein sehr großes System, das tagtäglich genutzt wird und nicht mehr ohne beträchtliche Friktionen aus dem Produktionsablauf herausgenommen werden könnte.

Der praktische Reifegrad eines Expertensystems ist hauptsächlich durch den Anteil „richtiger Lösungen“ bestimmt, der wiederum wesentlich vom Umfang der Wissensbasis abhängt. Einschlägige Prospekte erwecken häufig den Eindruck, daß ein Expertensystem quasi „natürlich“ reifen könne. Real durchgeführte Projekte bestätigen dies aber nicht.

Wo es nämlich gelingt, Expertensysteme in die betriebliche Routine einzubeziehen, tauchen Probleme auf, die dazu beitragen, den Begriff der „Reife“ in diesem Zusammenhang problematisch erscheinen zu lassen.

So verursacht beispielsweise das derzeit größte eingesetzte Expertensystem, XCON bei der Digital Equipment Corporation, beträchtliche Wartungsprobleme. Das System muß aus Gründen seiner Komplexität von Softwarespezialisten gepflegt werden, weil es immer schwieriger wird, XCON aktuell zu halten, d.h. seine Regeln anzupassen oder zu ergänzen.

## Anlässe des Expertensystem-Einsatzes

### ● Probleme betrieblicher Leistungsfähigkeit:

Hier sollen Expertensysteme in erster Linie dazu dienen, dringende technisch-organisatorische Probleme (z.B. zunehmende Komplexität der Fertigungsabläufe oder wachsende Flexibilitätsanforderungen) besser zu bewältigen, als dies bisher möglich war.

### ● Probleme der Wirtschaftlichkeit:

Stehen solche Probleme im Vordergrund, so sollen Expertensysteme vorrangig dazu eingesetzt werden, Kosten zu reduzieren oder einem für Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit des Betriebs bedrohlichen Anstieg bestimmter Kostenpositionen entgegenzuwirken. Angestrebt und erwartet werden hier also in erster Linie Personaleinsparungen, bessere Anlagenverfügbarkeit und ähnliches mehr.

### ● Probleme der Verfügbarkeit von Experten:

Anwendungen von Expertensystemen, die durch Problemlagen dieses Typs motiviert sind, zielen in erster Linie darauf ab, dem Betrieb, bestimmten Betriebsabteilungen oder bestimmten Arbeitskräftegruppen Expertenwissen verfügbar zu machen, das bisher ausschließlich speziell qualifizierte Arbeitskräfte besaßen, die jedoch für die betrieblichen Zwecke zu knapp und/oder zu teuer sind.

Kasten C-2

**1****Handlungsfeld**

Produktbeschreibung bei Computerprogrammen

**Ausschüsse:** Wirtschaft  
Recht**Option:** Verhindern irreführender Produktbeschreibungen bei Computerprogrammen durch:

- Verschärfen der betreffenden gesetzlichen Regelung (z.B. § 3 Gesetz gegen unlauteren Wettbewerb)

oder:

- Auffordern der einschlägigen Wirtschaftsverbände (u.a. VDMA und ZVEI), ihre Mitglieder anzuhalten, auf mißverständliche Angaben in der Werbung für Computerprogramme zu verzichten.

**Option:** Vorschreiben, daß frei käufliche Expertensysteme mit folgenden Angaben zu versehen sind:

- Name des/der Experten und des Wissensingenieurs
- Schadensersatzregelung
- Datum der letzten Aktualisierung
- Grenzen des Wissensbereichs
- besondere Risiken des Wissensbereichs
- Voraussetzungen für die Anwendung

Der Prototyp von XCON hatte 250 Regeln. Mit etwa 700 Regeln wurde das System in Betrieb genommen. Jetzt sind es mehr als 6.200 und noch ist kein Ende abzusehen. Für die besonderen Schwierigkeiten, die im Umgang mit diesem System auftreten, werden vor allem zwei Gründe genannt:

- Da verschiedene Programmierer an der Aktualisierung der Wissensbasis beteiligt werden müssen, können ungewollte und ungewünschte Interaktionen zwischen Regeln auftreten. Welche Regel greift, wenn mehrere möglich sind, ist dann nicht mehr von vornherein klar.
- Wenn neue Regeln in die Wissensbasis aufzunehmen sind, so geschieht dies — um Zeit zu sparen — häufig dadurch, daß bereits vorhandene Regeln kopiert und modifiziert werden. Dieser Vorgang kann leicht zu Wiederholungen und Unstimmigkeiten führen.

### 3. Einsatzbereiche der Systeme

Überblickt man die aktuelle Literatur zu Einsatzmöglichkeiten von Expertensystemen, so treten die industrielle Fertigung und die produktionsnahen technischen Büros als Anwendungs- bzw. Entwicklungsschwerpunkte hervor. Dies läßt sich unter anderem dadurch erklären, daß auf jene Bereiche die Weltmarktkonkurrenz mit starkem Innovationsdruck und einem Trend zu integrierten Computerverwendungen besonders stark durchschlägt (vgl. Kasten C-3). Trotzdem ist festzustellen, daß die Diffusion von Expertensystemen in der industriellen Produktion gegenwärtig noch keinen entsprechend

hohen Stand erreicht hat. Der folgende Abschnitt wird hierauf eingehen.

In der industriellen Fertigung und den fertigungsnahen Dienstleistungen, wie Detailkonstruktion, Arbeitsvorbereitung und Programmierung, Instandhaltung und Qualitätssicherung, bedeutet die Einführung von Expertensystemen nicht die Einführung einer vollständig neuen Technologie. Hier geht es vielmehr darum, die herkömmlichen, vielerorts bestehenden und zumeist aus dem betrieblichen Alltag kaum mehr wegzudenkenden informations- und steuerungstechnischen Systeme durch Komponenten von KI-Software zu ergänzen, um deren Leistungsfähigkeit nachhaltig zu erhöhen. Daraus erklärt sich nicht nur die Erwartung eines hohen Verbreitungspotentials von Expertensystemen in diesem Bereich, sondern auch die Feststellung, daß über beabsichtigte Wirkungen von Expertensystemen hinaus auch zeitlich verzögerte Sekundäreffekte auftreten können.

Dementsprechend ist auch die Planung und Einführung von Expertensystemen in Fertigung und fertigungsnahen Diensten im einzelnen dort am weitesten vorangeschritten, wo bereits Informationstechnik sehr verbreitet ist und entsprechende Anwendererfahrungen vorliegen. Schwerpunkte liegen also im Bereich rechnergestützter Produktionsplanung (PPS) und rechnergestützter Konstruktion (CAD). In neuester Zeit wird auch verstärkt von Entwicklungen in der Werkzeugmaschinensteuerung und der Instandhaltung berichtet.

Das Spektrum betrieblicher Anwendungen gibt Kasten C-4 wieder, wobei unter „Anwendung“ nicht nur

## Gründe für den Expertensystem-Einsatz in der Industrieproduktion und in produktionsnahen technischen Büros

- Industrielle Produktion und technische Büros unterliegen wegen des unmittelbaren Durchschlags der **Weltmarktkonkurrenz** einem starken Rationalisierungsdruck, der zu technischen Innovationen besonderen Anlaß gibt.
- Technische Innovationen in der Industrieproduktion und in den technischen Büros sind seit einigen Jahren durch rapide zunehmenden **Einsatz rechnergestützter Informations- und Steuerungstechniken** charakterisiert. Typisch hierfür sind Kürzel wie CAD, CAM, PPS, BDE, CNC oder DNC, die alle auf den Einsatz elektronischer Datenverarbeitung hinweisen.
- Bei der Computersteuerung industrieller Produktionsprozesse und der Planung der auf sie bezogenen Dienstleistungen werden die **Grenzen der bisherigen Programmierlogik** und der Programme offenkundig. Dies gilt besonders für die mit dem Kürzel CIM bezeichneten Bestrebungen, möglichst alle funktional zusammenhängenden Teilsysteme und Systemkomponenten des Industriebetriebs informationstechnisch miteinander zu verknüpfen („Computer-Integrated Manufacturing“)

Kasten C-3

## Verwendung wissensbasierter Systeme im Betrieb

Bereich	Anwendung
• <b>Fabrikplanung</b>	Konfiguration, Simulation, Wirtschaftlichkeitsberechnung
• <b>Forschung und Entwicklung</b>	Laborsysteme (z.B. Materialforschung) Entwicklungsumgebungen (z.B. Softwareentwicklung) Computer Aided Engineering (CAE)
• <b>Konstruktion</b>	Computer Aided Design (CAD)
• <b>Fertigungsplanung</b>	Prozeßplanung (Fertigungsfolge, Bearbeitungsfolge, Maschinenauswahl), Autom. Arbeitsplanerstellung Prozeßüberwachung, Instandhaltungsplanung
• <b>Fertigungssteuerung</b>	Materialbedarfsplanung, Lagerwirtschaft, Produktionsplanung Werkstattsteuerung (Belegungsplanung, Einschleusstrategien, „intelligente“ Betriebsdatenerfassung)
• <b>Fertigung</b>	Werkstattsteuerung (Feinplanung) Prozeßsteuerung (Meßwarten) Maschinensteuerung, Robotersteuerung
• <b>Service</b>	Fehlerdiagnose, Ferndiagnose Reparaturanleitung, Personaleinsatz
• <b>Qualitätssicherung</b>	Fehler(entstehungs)-Analyse Fehlerzuordnung/-Rückmeldung an Verursacher Prüfplanerstellung/-Anpassung
• <b>Einkauf</b>	Lieferantenauswahl (nach Termintreue, Kulanz, Größe, Innovationskraft u.ä.)
• <b>Vertrieb</b>	Konfiguration von Maschinenkomponenten (z.B. für Angebotserstellung und Kundenberatung)
• <b>Ausbildung</b>	Unterweisung, Beratung, Simulation

**Kasten C-4**

bereits laufende Systeme, sondern auch Entwicklungsarbeiten mit entsprechender Zielsetzung verstanden werden.

#### 4. Tatsächliche Verbreitung der Systeme

Von einzelnen Einblicken in die Praxis der Firmen, wie sie sich z.B. aus den Fallstudien ergeben, auf den gesamten Diffusionsstand der Expertensysteme in der Produktion zu schließen, ist sehr schwierig. Die Expertenmeinungen gehen überwiegend in die Richtung, daß zur Zeit erst in Einzelfällen Expertensysteme in der Produktion eingesetzt würden. Die Fallstudien zeigen, daß die Expertensysteme die Abteilungen, die sie entwickelt haben, typischerweise nicht verlassen. Es bleibt festzuhalten, daß der in vielen Publikationen behauptete Reifegrad von Expertensystemen und der Umfang ihres Einsatzes in der betrieblichen Realität nur wenig bis keine Entsprechung finden. Die weitere Verbreitung von Expertensystemen im industriellen Bereich wird wesentlich von den vier Faktoren abhängen, die in Kasten C-5 genannt werden.

Der erste Faktor (Wirtschaftlichkeit und Markt) umfaßt Aspekte der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes sowie der Rentabilität der Entwicklung und Vermarktung industrieller Expertensysteme. Allerdings bereitet es Probleme, über die Wirtschaftlichkeit industriell eingesetzter Expertensysteme isolierte, also spezifische Aussagen zu treffen. Die betriebswirtschaftliche Forschung bemüht sich noch um praktikable Methoden der Rentabilitätsrechnung für solche Systeme.

Auch von einem eigentlichen Markt produktionsorientierter Expertensysteme kann man noch nicht sprechen. Die meisten der heute existierenden Sy-

steme stammen aus der Eigenentwicklung der Unternehmen oder aus engen Kooperationen zwischen Unternehmen und Programmentwicklern im Rahmen einzelner Werkverträge. Lediglich bei den sogenannten Shells, den Expertensystem-„Schalen“, also bei „leeren“ Expertensystemen (die der Käufer selbst mit einer Wissensbasis „füllt“), hat sich in letzter Zeit ein eigentlicher Markt herausgebildet. Hier wählt der Interessent aus einem Angebot solcher System-Hüllen eine aus, deren allgemeine Eigenschaften seinem Bedarf entsprechen.

Der zweite Diffusionsfaktor (Verhältnis zur herkömmlichen EDV) bezieht sich auf die Abhängigkeit des Erfolges wissensbasierter Systeme von ihrer Verträglichkeit mit den bestehenden Anwendungen betrieblicher Datenverarbeitung. Hierbei sind aber auch die noch lange nicht ausgeloteten Grenzen des technisch Machbaren innerhalb der wissensbasierten Programmierung zu berücksichtigen. Expertensysteme könnten in der Zukunft als „intelligente“ Verbindungen (Schnittstellen) und als Bindeglieder in den ehrgeizigen Projekten der computerintegrierten Produktion (CIM) funktionieren, gewissermaßen als Übersetzer und Vermittler zwischen unterschiedlichen computergesteuerten Maschinen. Hierzu müßten sie sich aber prinzipiell in die bestehenden Organisationen industrieller Produktion einfügen lassen und die an sie zu stellenden hohen Anforderungen sachlich erfüllen.

Der dritte Faktor (Qualifikation und Kompetenzen) spricht nicht mehr die technischen, sondern eher solche Voraussetzungen der Verbreitung von Expertensystemen an, die mit den menschlichen Anwendungen verbunden sind.

Im Rahmen der Wissensakquisition müssen Kenntnisse der Informatik in enge Verbindung mit Kenntnissen über den Gegenstandsbereich von Experten-

### Diffusionsfaktoren industrieller Expertensysteme

- **Faktor I:      Wirtschaftlichkeit und Markt**
- **Faktor II:     Verhältnis zur herkömmlichen EDV**
- **Faktor III:    Qualifikation und Kompetenzen**
- **Faktor IV:     Innovation und Standardisierung**

Kasten C-5

2

## Handlungsfeld

Beratung beim Einsatz von Expertensystemen

**Ausschüsse:** Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung  
Wirtschaft  
Arbeit und Sozialordnung

**Option:** Die Bundesregierung auffordern, bei der Förderung des Einsatzes von Expertensystemen in der gewerblichen Wirtschaft die vorbereitende Analyse und die Beratung des potentiellen Anwenderunternehmens und seines Betriebsrates zum Teil der Förderleistung zu machen.

**Option:** Die einschlägigen Wirtschaftsverbände auffordern, ihre Mitglieder bei der Auswahl angemessener Expertensysteme zu beraten.

systemen, also hier mit Wissen über das Funktionieren betrieblicher Abläufe, gebracht werden. Dies stellt höchste qualifikatorische Anforderungen an jene, die die Wissensbasen herstellen sollen. Eine ähnlich hybride Qualifikation wird — zumindest in der über die Durchsetzung der neuen Technik entscheidenden ersten Zeit — auch von den Anwendern verlangt werden. Schließlich setzt die Verbreitung von Expertensystemen — wie schon vorher und gegenwärtig die Durchsetzung anderer Formen betrieblicher Informatisierung — klare Kompetenzverteilungen und Formalisierungen innerhalb der angepeilten Einsatzbereiche in den Unternehmen voraus. Wo dies nicht gewünscht wird oder nicht geleistet werden kann, wird die Diffusion der Systeme ihre Grenzen finden.

Der vierte Diffusionsfaktor (Innovation und Standardisierung) drückt aus, daß die Verbreitung der Systeme einerseits von weiteren innovativen Schüben der Expertensystemtechnik (etwa im Bereich der oben genannten Schnittstellen-Probleme) abhängt. Andererseits ist eine wirkliche Diffusion nur mög-

lich, wenn sich bei bewährten Komponenten dieser Technik Standards herausbilden, was auch eine Voraussetzung zur schon angesprochenen Bildung von Märkten darstellt.

### 5. Voraussetzungen der Einführung von Expertensystemen in den Betrieben

Die Einführung neuer Technologien in einen Produktionsbetrieb wirft immer technische wie organisatorische Probleme auf, für die, unabhängig von der Technik, eine bestimmte Phasenstruktur typisch ist: Nach der mehr oder wenig gut vorbereiteten Entscheidung folgen Installation, Inbetriebnahme und notwendige organisatorische Umstellungen, die die Produktivität für eine gewisse Zeitspanne beeinträchtigen.

Auf den ersten Blick gleicht die Entwicklung von Expertensystemen und deren Einführung im Betrieb in starkem Maße dem bisherigen „Software-Engi-

neering“ für konventionelle Computer-Anwendungen.

Expertensystementwicklungen schließen jedoch in weitaus stärkerem Maße und auch schon weitaus früher die Fachexperten ein. Darüber hinaus stehen zur Realisierung von Expertensystemen schon ausgearbeitete und fortgeschrittene Hilfsmittel (die sogenannten Shells) zur Verfügung. Damit können sehr schnell Prototypen geschaffen werden (dieses Vorgehen bezeichnet man als „rapid prototyping“). Das Hauptproblem bei der Herstellung eines Expertensystems, das darin besteht, spezielles Fachwissen für die Wissensbasis des Systems zu sammeln und zu formalisieren, wird aber auch durch die genannten fortschrittlichen Programmieretechniken nicht gelöst.

Im Gegensatz zum konventionellen Software-Engineering können sich bei Expertensystemprojekten zusätzliche Phasen ergeben. Zum einen ist die Marktanalyse der zur Verfügung stehenden Shells zu nennen und zum anderen das Rapid Prototyping, um einen ersten Problemlösungsansatz zu realisieren. Damit sind aber in gewisser Weise nur die konventionellen Probleme der Softwareerstellung abgedeckt. Wesentlich wichtiger sind organisatorische Probleme bei der Einführung von Expertensystemen. Oft ist der in ein Expertensystem abzubildende Gegenstandsbereich noch gar nicht genau abgegrenzt und erfaßt. Vor Beginn des Implementierungsprozesses müssen Informations- und Organisationsstrukturen innerhalb eines Betriebes analysiert werden. Es ist denkbar und sogar wahrscheinlich, daß diese Analyse einen größeren Einfluß auf den Betrieb als Ganzes hat als die Einführung des Expertensystems selbst. Eine generelle Standardisierung von Methoden zur Einführung von Expertensystemen im Betrieb ist aber sicher nicht möglich, weil die einzelnen Unternehmen und Probleme zu verschieden sind.

## 6. Arbeits- und qualifikationsbezogene Wirkungen von Expertensystemen

Mit der Einführung von Expertensystemen können sehr verschiedenartige Konsequenzen für die Beschäftigten verbunden sein. Dies hängt von unterschiedlichen Voraussetzungen ab:

- Liegen der Einführung des Expertensystems Rationalisierungsziele zugrunde? Wenn ja: Welche Rationalisierungsstrategie verfolgt das Unternehmen?
- Wurde der Einsatz des Expertensystems systematisch geplant und betriebsorganisatorisch vorbereitet, und wird die Leistungsfähigkeit des Expertensystems realistisch eingeschätzt?
- In welcher Ausgangslage befindet sich das Unternehmen bei Einführung des Systems, und unter welchen Rahmenbedingungen (wie Fertigungsstruktur, Personalausstattung, Wettbewerbslage) erfolgt die Einführung?

— Welche Arbeitskräftegruppen werden direkt, welche werden indirekt von dem neuen System betroffen?

Expertensysteme werden in aller Regel nicht als isolierte, kontextunabhängige Innovation eingeführt, wie dies etwa für eine Werkzeugmaschine gilt oder auch bei den herkömmlichen DV-Anwendungen in aller Regel der Fall war. Expertensysteme setzen vielmehr in den meisten Fällen eine existierende DV-Umwelt voraus, in die sie integriert werden (müssen), da nur dann wesentliche Voraussetzungen für ihren effizienten Einsatz gegeben sind.

Gerade in den heute anzutreffenden Konzepten „neotayloristischer“ Rationalisierung spielen Expertensysteme eine Schlüsselrolle. Ein zentrales Motiv für ihre Einführung bildet vielfach die Absicht, Barrieren zu durchbrechen, die bisher einer umfassenden, genaueren und zuverlässigeren informationstechnischen Kontrolle und Steuerung betrieblicher Abläufe entgegenstanden. Mit Expertensystemen soll es möglich werden, gleichzeitig den Planungsaufwand zu reduzieren bzw. die Planungszeit zu verkürzen und die selbst bei sehr detaillierter Durchplanung verbleibenden Unsicherheiten und Unbestimmtheiten beherrschbar zu machen. Mit ihrer Hilfe soll die bestehende und sich mit steigenden Flexibilitätsanforderungen oft sehr nachdrücklich verschärfende Abhängigkeit von qualifizierten Arbeitskräften, die bisher allein in der Lage sind, auf unvorhergesehene Ereignisse richtig zu reagieren, vermindert oder überwunden werden. „Expertensetzende“ Ziele der Anwendung von Expertensystemen stehen dabei also eindeutig im Vordergrund.

Anders ist die Rolle von Expertensystemen im Rahmen von Rationalisierungskonzepten einzuschätzen, die sich ausdrücklich von den tayloristischen Prinzipien unterscheiden und auf zumindest partiell autonome, kompetente und selbstverantwortliche Fertigungsbelegschaften setzen. Auch hier können Expertensysteme eine wichtige Rolle spielen. Sie werden allerdings nicht den zentralen, über Erfolg oder Mißerfolg entscheidenden Charakter haben, wie dies im Rahmen von neotayloristischen Konzepten der Fall ist. Von den Expertensystemen werden in diesem Zusammenhang vor allem Effekte erwartet, die man als „expertenunterstützend“ bezeichnen kann.

Weil Expertensysteme typischerweise in schon bestehende, komplexe informationstechnische Systeme eingebunden werden, kann sich die Analyse potentieller Wirkungen von Expertensystemen nicht, wie dies bei einer punktuellen Innovation vielleicht zulässig wäre, auf die Frage beschränken, welche Effekte dann zu erwarten sind, wenn die explizit mit ihrer Einführung verbundenen Ziele und Absichten realisiert werden.

Expertensysteme können erhebliche Veränderungen in Arbeitsabläufen, Arbeitssituationen und Qualifikationen auslösen, die bei ihrer Einführung weder beabsichtigt noch vorgesehen (und vielleicht auch weitgehend unvorhersehbar) waren. Hierfür sprechen vor allem folgende zwei Gründe:

- Die Entwickler von Expertensystemen gehen vermutlich häufig von Voraussetzungen beruflicher Qualifikation aus, die der Realität von Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte nur ungenügend entsprechen.
- Weil die Expertensysteme überwiegend in bereits existierende DV-Systeme integriert werden, lösen sie in erheblichem Umfang Effekte aus, die sich über das unmittelbare Anwendungsfeld hinaus fortpflanzen.

Sehr vieles spricht dafür, daß die Fern- und Folgewirkungen eines zumindest partiell erfolgreichen Einsatzes von Expertensystemen in einer Weise auftreten werden, die es den Beteiligten und Betroffenen nahezu unmöglich macht, diese Effekte mit dem speziellen Ereignis der Einführung eines Expertensystems in Verbindung zu bringen. Dies gilt vor allem deshalb, weil sich die Wirkungen mit erheblicher zeitlicher Verzögerung gegenüber der Einführung des Expertensystems, also angesichts eines dann schon weitgehend als stabilisiert erscheinenden Zustandes und meist mit dem Charakter unausweichlicher Sachzwänge einstellen.

Unter diesen Effekten sind vor allem drei hervorzuheben, die sich mit Schlagworten als

- „Qualifikationserosion“,
- „Statusverlust“ und
- „Anforderungsdilemmata“

charakterisieren lassen. Alle drei Effekte dürften recht eng mit dem Grad der Überschätzung der Leistungsfähigkeit des jeweiligen Expertensystems zusammenhängen. Sie treten in vielen Fällen „schleichend“ und kleinschrittig ein. Sie sind im übrigen nicht auf Expertensysteme im industriellen Einsatz beschränkt und hätten nach der Logik der Gliederung dieses Berichts auch im Abschnitt E als Querschnittsprobleme behandelt werden können.

### Qualifikationserosion

Die langsame und zunächst wohl ganz unmerkliche, aber irgendwann irreversible Erosion von Qualifikation industrieller Fachkräfte im Einsatzfeld von Expertensystemen kann sich vor allem über drei Mechanismen vollziehen, die auch bei anderen Formen der Automatisierung menschlicher Verrichtungen beobachtbar sind, jedoch bei der für Expertensysteme charakteristischen Automatisierung von „intelligenter“ Tätigkeit besondere Virulenz erlangen.

Für alle drei, in Kasten C-6 dargestellten Mechanismen ist charakteristisch, daß sie nicht so sehr vorhandene Kompetenzen unmittelbar zerstören, als vielmehr die Prozesse arbeitsalltäglichen Lernens blockieren, mit deren Hilfe die Qualifikation industrieller Fachkräfte unter normalen Bedingungen gewissermaßen „am Leben gehalten“, kontinuierlich erneuert, neuen Gegebenheiten und Anforderungen angepaßt und vielfach auch erweitert bzw. vertieft

wird. Insoweit diese Mechanismen wirksam werden, bedeuten sie also für bereits eingesetzte Fachkräfte, daß sie über kurz oder lang wesentliche Teile der früher erworbenen Kompetenz verlieren. Für neu eingesetzte Nachwuchskräfte bewirken sie, daß es ihnen — weitgehend unabhängig von der Qualität ihrer Erstausbildung — sehr viel schwerer, wenn nicht vielleicht sogar ganz unmöglich wird, die volle Kompetenz überhaupt einmal zu erreichen, die früher mit einer bestimmten Erstausbildung nach einer gewissen Zeit praktischer Erfahrung fast selbstverständlich verbunden war.

### Statusverlust

Eine Beeinträchtigung von Status und Position im Betrieb ergibt sich nahezu unausweichlich aus einem absoluten oder auch nur relativen Verlust an fachlicher Kompetenz. Damit ist fast immer auch ein spürbarer Verlust an Chancen verbunden, in dem Netz mehr oder minder informeller arbeitsalltäglicher Verhandlungen die eigenen Interessen gegenüber Arbeitskollegen, Vorgesetzten und der betrieblichen Organisation zu wahren.

Dieses Risiko ist um so ernster zu nehmen, als die verminderten Chancen der Interessendurchsetzung ihrerseits im Folgezuge zu einem weiteren Verlust an Qualifizierungsmöglichkeiten führen können, so daß die Herausbildung einer ausgesprochenen „Abwärts-Spirale“ nicht ausgeschlossen werden kann.

Eine weitere Beeinträchtigung von betrieblichem Status und arbeitsprozessualer Autonomie der Fachkräfte ergibt sich beim Einsatz von Expertensystemen (noch mehr als bei konventionellen Formen von DV-Einsatz) daraus, daß im Verlauf ihrer Einführung die betroffenen Arbeitsvollzüge möglichst detailliert analysiert und anschließend formalisiert und standardisiert werden, da auch Expertensysteme allenfalls mit geringer Unbestimmtheit umgehen können.

Die hierdurch erzielte reale (oder auch nur vermeintlich) höhere Transparenz der zeitlichen und sachlichen Abläufe kann vom Betrieb dazu genutzt werden, die Auslastung der Arbeitskräfte zu erhöhen, ihre Leistung zu verdichten, Zeitpuffer, die sie sich geschaffen hatten, abzubauen und das Betriebsgeschehen insgesamt straffer durchzuplanen. Dies kann sogar Fachkräfte treffen, deren Kompetenz durch die Anwendung von Expertensystemen gestärkt werden soll.

Zugleich wird hierdurch den Fachkräften ein wichtiger Teil ihres „Kontenwissens“ (wie man den analogen Sachverhalt bei Büroangestellten nennt) genommen oder entwertet, ihre besondere Kenntnis der Stärken und Schwächen bestimmter Anlagenteile o.ä. Sie verlieren auf diese Weise wichtige Autonomiepielräume, innerhalb derer sie beispielsweise auch betriebliche Planungsfehler abfangen konnten. Sie verlieren hiermit vor allem an Status und Einfluß, die sie bisher aus ihrem unersetzlichen Wissen und ihrer darauf aufbauenden Fähigkeit, sich auch in schwierigen Situationen zurechtzufinden, bezogen hatten.

## Drei Mechanismen der Qualifikationserosion

### 1) Verlust von Erfahrungsmöglichkeiten

Beim Einsatz von Expertensystemen nehmen vielfach Zahl und Art der Gelegenheiten ab, bei denen Arbeitskräfte steuernd und regelnd in Produktionsprozesse einzugreifen haben. Entsprechend reduziert sich die Möglichkeit, Erfahrungen mit Reaktionsweisen der zu betreuenden und zu steuernden Systeme zu machen, hierbei auftretende Wechselwirkungen und Dynamiken kennenzulernen und damit die eigene Kompetenz zur Systembeherrschung weiterzuentwickeln. – Auch Simulationsverfahren bieten hier keine grundsätzliche Lösung, da sie ja im Prinzip nur vorhersehbare bzw. vorhergesehene Prozeßverläufe und Prozeßstörungen nachbilden, aber genau nicht die Grenz- und Ausnahmefälle, an denen sich Erfahrungswissen neu bildet.

### 2) „Entsinnlichung“ der Tätigkeit

Die Anwendung von Expertensystemen ist vielfach eine weitere und wichtige Etappe der „technischen Mediatisierung“ im Verhältnis zwischen arbeitendem Menschen und Produktionsprozeß. Im Verlauf dieses Prozesses werden immer neue Schichten technischer Sensorik und Effektorik zwischen das materielle Produktionsgeschehen und die menschlichen Sinne eingezogen, die auf seine Wahrnehmung und Beeinflussung gerichtet sind. Wahrnehmbarkeit und Erfahrbarkeit sind auf bloß symbolische Abbildungen des realen Geschehens – in der Sprache der Informatik: die „Benutzeroberfläche“ – zurückgedrängt. Es wird dem Arbeitenden unter Wirkung dieses Mechanismus (der bisher nur ganz unzureichend erforscht ist) offenbar zunehmend schwieriger, durch die technischen Medien hindurch noch „Gefühl“ und „Gespür“ für Systemzustände und Prozeßabläufe zu gewinnen, obwohl genau dies offenkundig eine wichtige Form ganzheitlichen Lernens ist.

### 3) Mangelnde Übung

Der Mechanismus des Verfalls von Wissen und Können durch mangelnde Übung ist als Problem von Leitstandstätigkeiten bei weitgehend automatisierten Prozeßabläufen seit längerem bekannt und diskutiert. Er kann bei der Anwendung von Expertensystemen deshalb stark an Bedeutung gewinnen, weil und insoweit diese innerhalb des Bereichs noch verbleibender menschlicher Interventionen der Herausbildung scheinbar unproblematischer, weitgehend routinierter Handlungsabläufe Vorschub leisten.

## Kasten C-6

### Anforderungsdilemmata

Das dritte hier zu nennende Risiko für die Arbeitskräfte besteht im Auftreten neuartiger und sehr ernst zu nehmender Belastungen, die ihrerseits eng mit den Risiken von Qualifikationserosion und Statusverlust verbunden sind. Auch dieses Risiko ist nicht gänzlich neuartiger Natur, erhält jedoch im Zusammenhang mit der zunehmenden Informatisierung, die durch den Einsatz von Expertensystemen weiter vorangetrieben wird, eine weitaus höhere Aktualität und Virulenz als bisher.

Das Risiko von widersprüchlichen Anforderungen, die Arbeitnehmer vor ein schwer lösbares Dilemma stellen können, ergibt sich daraus, daß Fachkräfte einerseits für die effiziente und verantwortungsvolle Ausführung ihrer Tätigkeit bestimmte Kompetenzen benötigen, daß es ihnen jedoch andererseits in einer

informatisierten Umwelt nicht oder nur sehr begrenzt möglich ist, diese Kompetenzen zu entwickeln, zu erhalten bzw. an sich neu herausbildende Verhältnisse und Anforderungen anzupassen. Die Fachkräfte laufen demzufolge Gefahr, daß sie für Abläufe verantwortlich gemacht werden, die sie allenfalls noch partiell beherrschen können, und daß ihnen als Versagen angerechnet wird, was in Wirklichkeit zwangsläufig aus der begrenzten Leistungsfähigkeit von Expertensystemen resultiert.

Am besten läßt sich dieser Sachverhalt bei Arbeitskräften auf Leitständen oder Steuerständen (oder in ähnlichen Arbeitskonfigurationen) demonstrieren:

— Im normalen Arbeitsalltag müssen diese aufgrund technischer Zwänge oder organisatorischer Vorgaben darauf vertrauen, daß die Steuerungs- und Störungsmelde-Systeme an ihrem Ar-

**3****Handlungsfeld****Arbeits- und qualifikationsbezogene Wirkungen der Informations- und Kommunikationstechniken**

**Ausschüsse:**    **Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung**  
                         **Arbeit & Sozialordnung**  
                         **Wirtschaft**

**Option:**        Die Bundesregierung auffordern, die weitere Erforschung der organisatorischen, arbeitspolitischen und sozialen Wirkungen der informations- und kommunikationstechnischen Durchdringung von Unternehmen und anderen Organisationen (Behörden etc.) in ihren laufenden Forschungsförderungsprogrammen zu verstärken und für einen umfangreicheren Informations-transfer an die Betroffenen zu sorgen.

**Option:**        Die Bundesregierung auffordern, daß bei Projekten im Rahmen des Programms "Arbeit und Technik" insbesondere auch den unbeabsichtigten Folgen des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechniken Rechnung getragen wird.

**Option:**        Die Bundesregierung auffordern, im Rahmen des Förderschwerpunktes "Wissensverarbeitung und Mustererkennung (Künstliche Intelligenz)" "expertenunterstützende" Expertensystemtechniken, die auf autonome, kompetente und selbstverantwortliche Anwender setzen, im besonderen Maß zu fördern.

**Option:**        Die Bundesregierung auffordern, Untersuchungen zur Sozialverträglichkeit im Bereich der Informations- und Kommunikationstechniken zu fördern.

beitsplatz zuverlässig funktionieren. Ihre Aufgabe beschränkt sich also unter Normalbedingungen im wesentlichen darauf, bei Abweichungen der Ist- von den Soll-Werten bestimmter Parameter, die ihnen vom Expertensystem nahegelegten Schlüsse zu ziehen und Schritte zu ergreifen; alles andere — z.B. die Produktion unterbrechen, den Wartungsdienst alarmieren, den zu Hause in Rufbereitschaft stehenden Meister oder Ingenieur herbeiholen — würde als Beweis mangelnder Kompetenz ausgelegt.

- In Ausnahmefällen wird hingegen von ihnen eine ganz andere Form von Arbeitshandeln ebenso selbstverständlich verlangt, dessen Erfolg vor allem davon abhängt, daß sie aus unvollständigen und unzuverlässigen Informationen schnell einen umfassenden Überblick über ein komplexes technisches Geschehen gewinnen. Dies setzt aber erhebliche Vertrautheit mit Prozessen, Funktionen und Anlageteilen voraus, um die man sich im normalen Arbeitsalltag, wie zuvor beschrieben wurde, nicht zu kümmern braucht.

Ein Dilemma für Arbeitskräfte, die sich mit solchermaßen widersprüchlichen und widerstreitenden Anforderungen konfrontiert sehen, entsteht also immer dann, wenn sich eine Situation entwickelt, die von den informations-, meß- und steuerungstechnischen Systemen, denen im normalen Arbeitsalltag (schon aus Zeitgründen) vertraut werden muß, nicht mehr eindeutig erfaßt und nachvollzogen werden kann. Dann muß nämlich die Arbeitskraft — und zwar zumeist sehr schnell und ohne über die hierzu eigentlich notwendigen Daten zu verfügen — entscheiden, auf einen ganz anderen, überwiegend eben nicht mehr systemgestützten Handlungszusammenhang umzuspringen, den sie aber mangels Übung und Erfahrung nicht mehr wirklich zuverlässig beherrscht.

Daß sich hieraus Reaktionen ergeben können, die aus der Sicht des Unternehmens negativ sind, ist plausibel:

- Panikreaktionen, in denen bestimmt das Falsche getan wird.
- Übertriebene Vorsicht, die das Risiko minimieren soll, dem Betrieb aber vermeidbare Kosten bereitet.
- Verzicht auf „Experimente“ bei der Arbeit, die bis dahin zu Verbesserungsvorschlägen und Verstärkungen der Kompetenz des Facharbeiters führten.

## 7. Expertensysteme im Handwerk

Das Handwerk als Einsatzgebiet von Expertensystemen zu betrachten, erscheint widersprüchlich. Einen Handwerker stellt man sich als Spezialisten im direkten Umgang mit Werkzeugen und Werkstoffen vor. Wenn schon Entwicklungen der Künstlichen Intelligenz hier Anwendung finden sollten, dann — so wäre zu vermuten — wohl eher solche aus dem Bereich der Handhabungsautomaten, der Roboter.

Es wäre aber falsch, die Handwerker als Anbieter von rein manuellen, also von Hand-Arbeiten im en-

geren Sinne zu verstehen. Handwerkliches Können basiert auf Wissen, und insbesondere in neueren Handwerksberufen scheinen die manuellen Fertigkeiten und das sie zwangsläufig begleitende Erfahrungswissen gegenüber einem umfangreichen Gegenstandswissen und einem systematischen Problemlösungswissen in den Hintergrund zu treten. Wo aber Wissensverarbeitung eine Rolle spielt, ist — und wenn auch zunächst nur ganz hypothetisch — die Frage nach den Chancen und Risiken des Einsatzes wissensbasierter Systeme gerechtfertigt.

Allerdings ist schon die Durchdringung des Handwerks mit Anwendungen konventioneller automatischer Datenverarbeitung nur gering. 1986 setzten lediglich 15% aller bundesdeutschen Handwerksbetriebe Computer ein, obwohl die allgemeine Verbreitung der kleinen, den Bedürfnissen des Handwerks sicher entgegenkommenden Personal-Computer (PC) bereits in vollem Gange war. Auch in Reaktion hierauf hat der Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) zu einer „Technologieoffensive“ aufgerufen und einen „Technologiebeirat“ gebildet, der die Verbreitung neuer Techniken — und dabei eben auch der EDV — im Handwerk fördern soll.

Die fehlende Grundausstattung an konventioneller EDV ließe sich als mögliches Diffusionshemmnis für Expertensysteme im Handwerk interpretieren. Umgekehrt könnten aber aus dem gleichen Grunde die Expertensysteme gerade für einen bislang gering informatisierten Bereich wie das Handwerk sehr schnell zu Bedeutung gelangen, wenn sie den Einstieg in Computeranwendungen erleichterten, und sei es nur durch eine „intelligente“ Benutzeroberfläche, die die Bedienung des Systems vereinfacht.

Derzeit existiert in der Bundesrepublik Deutschland wohl kein Handwerksbetrieb, der ein Expertensystem praktisch einsetzt. Experimente mit Expertensystemen gibt es im Kfz-Handwerk, das durch eine enge Verbindung zu der sehr innovativen Kfz-Industrie gekennzeichnet ist. Die Entwicklung der Systeme geht hier von den Automobilherstellern aus, denen die enge organisatorische Anbindung der Vertragswerkstätten einen guten Diffusionskanal für derartige Neuerungen im Handwerk bietet.

In einem Modellversuch, den ein Gerätehersteller trägt, wird auch im Handwerk der Rundfunk- und Fernsehtechniker moderne Datenbank- und Kommunikationstechnik eingesetzt, um Gerätestörungen zu diagnostizieren und zu beheben. Nach einer Schadensbeschreibung (über Btx) wird dem Handwerker aus der Kundendienstabteilung des Herstellers ein gebildeter Reparaturleitfaden übermittelt. Hier ist zwar gegenwärtig noch keine eigentliche Expertensystemtechnik im Einsatz, doch dieses Anwendungsmodell empfiehlt sich geradezu für die Einflechtung wissensbasierter Programmkomponenten.

Insgesamt wird man annehmen dürfen, daß in solchen Bereichen des Handwerks, in denen die Wartung, Diagnose und Reparatur komplizierter Maschinen (z.B. CNC-Maschinen, Roboter, etc.) im Zentrum des Leistungsfeldes stehen, Expertensysteme

in absehbarer Zukunft die größten Aussichten auf Verbreitung besitzen. Die hier tätigen Handwerksbetriebe kooperieren schon heute größtenteils eng mit der Herstellerindustrie, woraus Abhängigkeiten resultieren. Die Abhängigkeit dieser Handwerksbetriebe wird sich erhöhen, wenn zunehmend die Verwendung herstellerseits entwickelter Expertensysteme verlangt oder unumgänglich wird.

Umgekehrt — nämlich Abhängigkeit mindernd — könnte es wirken, wenn Programme zum Entwurf von Konstruktionen (sog. Computer- Aided Design, CAD) mit Hilfe der Expertensystem-Technik den individuellen Bedürfnissen des Handwerks angepaßt würden. Viele Handwerksberufe haben konstruktive Elemente in ihrem Berufsbild. Dies ist besonders kennzeichnend für alle Installateure im Ausbaubereich (Heizung, Klimaanlage, Elektrizität usw.). Die Verwendung von CAD-Systemen in diesem Bereich durch Architektur- und Ingenieurbüros hat dabei die Befürchtung aufkommen lassen, daß Handwerker, die mit entsprechenden Systemen selbst nicht umgehen können, durch die Entwicklung zunehmend an dispositiven Kompetenzen verlieren und mehr und mehr zu reinen Ausführenden der Planungsbüros werden. Von Vertretern des Handwerks wurde deshalb der Wunsch geäußert, entsprechende Planungssysteme „intelligent“ zu gestalten. Wenn sie einfacher zu bedienen und flexibler anzuwenden wären — wobei sie einerseits handwerkliches Wissen enthalten, anderer-

seits aber auch die relevanten Vorschriften berücksichtigen, also Fehler melden und Vorschläge zur Vermeidung von Fehlern bieten sollten —, dann könnten entsprechende Systeme leichter den Eingang in die Handwerksbetriebe finden. Solche Anwendungen künstlicher Intelligenz könnten die Chance bieten, dispositive Kompetenzen wieder in Handwerksbetriebe zurückzubringen. Bei dieser Variante der Expertensystem-Verwendung im Handwerk würde die Entwicklung der Systeme allerdings nicht von innovativen und finanzstarken Industriebetrieben geleistet werden, sondern wäre aus dem Handwerk heraus anzuregen und zu finanzieren. Es wäre zu prüfen, ob etwa das BMFT, das die oben genannte Technologie-Offensive des ZDH fördert, diesen Aspekt berücksichtigt und ihm Rechnung trägt.

Anwendungsfelder für Expertensysteme könnten aber auch Gewerke sein, in denen ein besonders umfangreiches, aber eher statisches Gegenstandswissen erforderlich ist. Hier wäre beispielsweise an die Restauratoren zu denken und deren Problem, mit sehr unterschiedlichen und großenteils überkommenen Handwerkstechniken umzugehen. Altes Handwerkswissen könnte durch ein Konsultationssystem bewahrt und bei Bedarf bereitgestellt werden. Daß solche Systeme eigentliches Problemlösungswissen nur begrenzt und Erfahrungswissen kaum darstellen können, bleibt, wie bei allen derartigen Anwendungen von Expertensystemen, zu beachten.

**4**

## Handlungsfeld

Sicherung offener Märkte im Handwerk

Ausschüsse: Wirtschaft  
Recht

Option: Die Bundesregierung auffordern, die informationstechnische Kooperation zwischen den Industrieunternehmen und ihren handwerklichen "Vertragswerkstätten" daraufhin zu prüfen, ob "freie" Handwerksbetriebe - beispielsweise des Kfz-Reparaturgewerbes - im Wettbewerb unzulässig behindert werden.

## 8. Ein Ländervergleich: Industrielle Expertensysteme in den USA, Großbritannien, Japan und der Bundesrepublik Deutschland

Häufig wird als besondere Gefahr des Verzichts auf den verbreiteten Einsatz moderner Technik die Möglichkeit des Verlusts der internationalen Konkurrenzfähigkeit genannt. Besonders schwerwiegende Befürchtungen löste in dieser Hinsicht in sämtlichen Industrieländern die Ankündigung Japans aus, in einem großangelegten Kooperationsprojekt Computer der Fünften Generation entwickeln zu wollen (vgl. Kasten C-7).

Zur Aufgabe dieser Technikfolgen-Abschätzung gehörte daher auch ein Vergleich des industriellen Expertensystemeinsatzes in den wichtigsten Industrieländern. Umfangreiche Literaturanalysen wurden für die USA, Großbritannien und die Bundesrepublik Deutschland durchgeführt. Für Japan konnte keine ähnliche umfangreiche Auswertung vorgenommen werden. Die Aussagen zu Japan stützen sich deshalb im wesentlichen auf Übersichtsartikel, die in englischsprachigen Fachzeitschriften erschienen sind.

Die vorliegenden Daten sind für einen fundierten Ländervergleich nur beschränkt aussagekräftig, da sie einige wichtige Aspekte nicht berücksichtigen, so z.B. den jeweiligen Qualifikationshintergrund, die Branchenstruktur und die Größe der Unternehmen, die mögliche „Dunkelziffer“ nicht bekanntgemachter Eigenentwicklungen der Anwenderunternehmen, die Verfügbarkeit und Brauchbarkeit von „schlüsselfertiger“ Standardsoftware, unterschiedliche Definitionen von „Expertensystem“.

Die USA und Großbritannien wurden als Vergleichsländer herangezogen, weil die Expertensystemtechnik in den Vereinigten Staaten entwickelt wurde und dort nach wie vor ein technischer Vorsprung besteht, und weil Großbritannien bei dieser Technik, wie bei der Softwareentwicklung überhaupt, eine exponierte Rolle innerhalb Europas einnimmt. 58% der in der Literatur-Stichprobe erfaßten Expertensysteme wurden in den USA entwickelt, gegenüber 16,7% in Großbritannien und 13% in der Bundesrepublik Deutschland. Wenn auch eine rein quantitative Betrachtung nur geringe Aussagekraft in bezug auf den wirklichen Einsatzstand hat, findet sich mit diesen Zahlen die Vermutung über die „quantitative Vormachtstellung“ der Vereinigten Staaten bestätigt.

In Japan wurde 1986 eine Repräsentativumfrage zur Vorbereitung der Arbeiten eines japanischen Zentrums zur Förderung von KI-Aktivitäten durchgeführt. Im praktischen Einsatz waren demnach 10 Systeme mit weiteren 33 in der konkreten Entwicklung. Die Rücklaufquote betrug bei dieser Umfrage etwa 30%. Eine Hochrechnung auf den Einsatzstand von Expertensystemen in der japanischen Industrie insgesamt hätte davon auszugehen, daß (potentielle) Anwenderunternehmen eher auf die Umfrage antworteten als Unternehmen ohne Anwendungsinteresse. Auf der Grundlage dieses Umfrageergebnisses

ist auch für Japan von keiner herausragenden Entwicklungsposition auszugehen.

Die Entwicklung von Expertensystemen für die Produktion wird überwiegend von kommerziellen Entwicklern, weniger von den Universitäten getragen. (Bei Büro-Expertensystemen z.B. ist das umgekehrt.) In allen vier betrachteten Ländern weist auch der Anteil gemeinsamer Entwicklungsprojekte von Universitäten und Software-Firmen unterdurchschnittliche Werte auf. Mit 9,1% bildet die Bundesrepublik Deutschland hier das „Schlußlicht“.

Bereits vor einigen Jahren wurden von industrieller Seite die strukturellen Schwierigkeiten des Technologietransfers von der Hochschule zur industriellen Entwicklung in der Bundesrepublik beanstandet. Den noch immer geringen Anteil kooperativer Projekte nimmt die Industrie weiterhin zum Anlaß, der akademischen Forschung vorzuwerfen, sie höre dort auf, wo die Wünsche der Kunden anfangen.

Die Bedeutung, die Politiker der kooperativen Forschung dennoch beimessen, zeigt sich nicht zuletzt in den Fördervorhaben des Bundes, die auf kooperative Entwicklungen und den daraus resultierenden Technologie- und Know-How-Transfer zugeschnitten sind. Auch im Rahmen des europäischen ESPRIT-Programms etwa wird dieses System-Entwicklungsverständnis auf internationaler Ebene fortgeführt.

Der Frage, ob sich länderspezifische Unterschiede in bezug auf die Branche, für die das System entwickelt wird, aufzeigen lassen, soll im folgenden nachgegangen werden.

Die USA zeigt mit 26,5% einen Schwerpunkt der Entwicklungsprojekte im Bereich der EDV-Branche. In Anbetracht der Tatsache, daß frühe Expertensysteme häufig Entwicklungen der EDV-Branche für den eigenen Bedarf waren, und angesichts des Gewichts dieser Branche in den USA ist dies keine Überraschung. Der gleichfalls hohe Anteil von Expertensystemen in der Elektrotechnik läßt sich durch die große Zahl von Systemen zum Entwurf sehr hoch integrierter Schaltungen (sog. „VLSI“) erklären.

In Großbritannien werden wissensbasierte Systeme hauptsächlich für die Elektrotechnik entwickelt. Der Anteil der Systeme, die in der EDV-Branche anzusiedeln sind, ist jedoch mit 21,5% ebenfalls sehr hoch und konnte in dieser Größenordnung nicht erwartet werden.

In Japan liegt der Entwicklungs- und Anwendungsschwerpunkt für Expertensysteme mit ca.24% im Maschinenbau, gefolgt von der Softwarebranche (ca.12%) und dem Bauwesen (ca.7,5%).

Die Mehrzahl der in der Bundesrepublik Deutschland entwickelten Systeme findet sich im Maschinen- und Anlagenbau. Die oft vertretene Argumentation, deutsche Entwicklungsprojekte würden sich in „Nachbauten“ erfolgreicher amerikanischer Systeme erschöpfen, muß hier deutlich revidiert werden: Angesichts bundesdeutscher Dominanz im Bereich Maschinen- und Anlagenbau auf dem Weltmarkt zeigen sich die Systementwickler marktnah und nehmen in

## Das „Fünfte-Generation-Projekt“ Japans

Es ist üblich, Computer nach ihrer jeweiligen Basistechnik „Generationen“ zuzuordnen, wobei die erste Rechnergeneration mit Vakuumröhren bestückt war. Diese wurden in den nachfolgenden Generationen (zweite bis vierte) von Transistoren, integrierten Schaltkreisen und hochintegrierten Schaltkreisen abgelöst. Die Computer der „fünften Generation“ zeichnen sich u.a. durch eine parallele Rechnerarchitektur, die eine gleichzeitige Verarbeitung von Daten durch eine Vielzahl von Prozessoren ermöglicht, und eine neue Organisation des „Gedächtnisses“ aus und sollen die „intelligente“ Verarbeitung von Wissen ermöglichen. Das japanische Fünfte-Generations-Projekt wurde der Öffentlichkeit auf einer großen internationalen Konferenz im Oktober 1981 vorgestellt. Das damit verbundene Programm hatte eine vorgesehene Laufzeit von 10 Jahren, mit drei Phasen von jeweils etwa 3 Jahren sowie ein Finanzvolumen von 450 Millionen US-\$. Nach diesem Zeitraum sollten Prototypen fertiggestellt sein. Der Formulierung des eigentlichen Programms ging eine dreijährige Studienphase zur Definierung der einzelnen Ziele voraus.

Ein Novum für japanische Verhältnisse ist der organisatorische Rahmen des Projekts. Projektteilnehmer sind das Ministerium für Internationalen Handel und Industrie (MITI), die staatlich beherrschte Telegraphen- und Telefongesellschaft und 8 Privathersteller von Computern. Diese delegierten jeweils ihre fähigsten jungen Mitarbeiter an ein eigens geschaffenes Institut, das „Institute for New Generation Computer Technology“ (ICOT).

Erheblichen Einfluß auf die Einschätzung des Programms in den USA und Europa hatte das Buch „The Fifth Generation“ von Edward Feigenbaum und Pamela McCorduck (1983). Sie bezeichnen die Erkenntnis, daß Wissen Macht sei, und die Betrachtung des Computers als Verstärker dieser Macht als die treibende Kraft hinter dem Programm. Nach ihrer Einschätzung bestand die Gefahr, daß die amerikanische Industrie diese Entwicklung verschlafen könnte, und somit erhebliche Wettbewerbsnachteile gegenüber der japanischen Industrie entstehen könnten. Allerdings wurden bereits zu Beginn des Projektes auch nüchternere Einschätzungen abgegeben, so etwa die, daß es den Japanern in erster Linie darum gehe, ihre Computerindustrie endlich international wettbewerbsfähig zu machen. Von japanischer Seite wurde auch darauf hingewiesen, daß es den dreißigjährigen Vorsprung der USA in der KI-Forschung abzubauen gelte.

Das wissenschaftliche Potential des Projekts wurde als nicht größer eingeschätzt als das der damals bestehenden KI-Forschung in den USA und Europa. Die bloße Existenz des japanischen Projekts löste jedoch erhebliche Konkurrenzbedürfnisse in den Industrienationen aus, mit der Folge, daß ihre eigenen Forschungsbemühungen auf diesem Gebiet verstärkt wurden.

Die derzeit vorherrschende Einschätzung durch ausländische Experten ist, daß das Projekt seine Ziele nur teilweise erreichen wird. Dennoch seien erhebliche Vorteile des Projekts zu erwarten:

- Die Arbeit an den zentralen Problemen der Hardware- und Softwareentwicklung durch Mitarbeiter, die traditionell langfristig mit ihren Firmen verbunden seien, werde sich auf jeden Fall für die beteiligten Unternehmen auszahlen.
- Wenn das Projekt seine Ziele annähernd erfülle, seien große wirtschaftliche Vorteile zu erwarten. Japanische Parallelrechner könnten weltweit zur Standardausrüstung werden. Auf jeden Fall hat das Projekt zu einem Prestigegewinn für die japanische Rechnerindustrie geführt, der sich wahrscheinlich auch in einer Stärkung ihrer Wettbewerbsposition auszahlen wird.

Als Besonderheit dieses und ähnlicher japanischer Projekte ist hervorzuheben, daß ihnen ein strategischer Ansatz zugrundeliegt. Vor Einrichtung des Projekts wurde eine sorgfältige Analyse der technologischen Bedürfnisse der Schlüsselindustrien vorgenommen. Ein derartiger Ansatz erleichtert den Transfer in die industrielle Praxis und ist in der Lage, beträchtliche Nutzeffekte bei relativ geringen Kosten und Risiken hervorzubringen. Bemerkenswert sind also nicht so sehr die Themen der Forschung wie die organisatorische Abwicklung des Projekts.

Kasten C-7

**5**

## Handlungsfeld

### Förderung angepasster Expertensystemtechnik

**Ausschüsse:** Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung  
Wirtschaft  
Arbeit und Sozialordnung

**Option:** Die Bundesregierung auffordern, als Grundlage für die zukünftige Forschungsförderungspolitik in diesem Bereich den Stand des Einsatzes von Expertensystemen sowie die einschlägigen forschungs- und entwicklungs-politischen Strategien in verschiedenen Ländern zu erfassen, eine Bewertung dieser Untersuchung vorzunehmen und darüber dem Deutschen Bundestag Bericht zu erstatten.

einigen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus eine Vorreiterrolle ein. Die geringe Zahl amerikanischer (6,1%) und britischer (11,9%) Entwicklungsprojekte in dieser Branche unterstreicht diese Überlegenheit der Bundesrepublik Deutschland.

In allen drei Ländern stark vertreten sind Diagnosesysteme, die weitgehend branchenübergreifend eingesetzt werden können: Angesichts steigender Instandhaltungskosten bei zunehmend komplexeren Produktionsprozessen wird Fehlerdiagnose immer häufiger als bedeutendes Rationalisierungspotential identifiziert. Systeme, die bereits frühzeitig die Leistungsfähigkeit wissensbasierter Technologie in diesem Bereich unter Beweis stellten, beschleunigten diesen Trend zusätzlich.

Diagnose- und Selektionssysteme stellen zusammen einen Anteil von über 60% aller Systeme. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Aufgaben „Diagnose“ und „Selektion“ im Gegensatz zu langfristigen Planungsaufgaben über einen wesentlich geringeren Komplexitätsgrad und ein klarer abgrenzbares Wissensgebiet verfügen. Wissensbasierte Technologien boten daher in diesen Aufgabenbereichen bereits früh erfolgversprechende Lösungsmöglichkeiten, und Entwicklungsprojekte wurden Anfang

der 80er Jahre vorrangig für solche Aufgabentypen durchgeführt.

Expertensysteme im planenden Bereich wurden zu- meist erst in der zweiten Hälfte der 80er Jahre projektiert und sind im Maschinen- und Anlagenbau anzusiedeln. Viele Entwicklungen sehen sich hier mit erheblichen Problemen konfrontiert, die aus der Schwierigkeit der Eingrenzung des Wissensbereichs (der „Domaine“), der Berücksichtigung von „Common-Sense“-Wissen oder der Integration der Systeme in die konventionelle DV-Umgebung resultieren.

Der Vorsprung der USA bei der Entwicklung und Anwendung der Expertensystemtechnik ist nicht weiter überraschend angesichts der führenden Rolle dieses Landes in der Geschichte dieser Technik. Der Wissenstransfer von den USA nach Großbritannien gestaltet sich wegen der gemeinsamen Sprache leichter als in nichtenglischsprachige Länder. Dies mag, unter anderem, zum Vorsprung Großbritanniens vor der Bundesrepublik Deutschland beitragen.

Im übrigen empfiehlt es sich, zunächst fundiertere Ländervergleiche, als sie bisher möglich waren, durchzuführen, bevor irgendwelche Maßnahmen eingeleitet werden, um vermutete „Techniklücken“ im Vergleich mit dem Ausland zu schließen.

## 9. Expertensysteme und internationaler Wettbewerb

In der Diskussion um die Bedeutung der Informationstechnik im allgemeinen und die Künstliche Intelligenz speziell spielen, insbesondere bei der Begründung von Fördermaßnahmen für Forschung und Entwicklung, Argumente der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft eine erhebliche Rolle. Der Bundesminister für Forschung und Technologie stützte sich in den jüngeren Konzepten und Erklärungen zur Förderung der Informationstechnik in der Bundesrepublik Deutschland stets auch auf Argumente der Erhaltung oder Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft auf internationalen Märkten. Im „Bericht über die Förderung im Schwerpunkt Wissensverarbeitung und Mustererkennung (Künstliche Intelligenz)“ des BMFT vom 27. Juni 1988 wird die folgende Aussage hervorgehoben:

„Die durch KI mögliche, qualitativ höhere Entwicklungsstufe der Informationsverarbeitung und die ersten auf dieser Basis entstandenen Anwendungssysteme haben weltweit außerordentliche Markterwartungen hervorgerufen. (...) Die Bundesrepublik Deutschland als ein Industrieland, das aufgrund des hohen Exportanteils auf seine internationale Wettbewerbsfähigkeit angewiesen ist, muß bei den neuen KI-Technologien eine international ebenbürtige Position anstreben, um auf die zukünftigen Märkte vorbereitet zu sein.“

In der Pressemitteilung zu dem genannten Bericht betont das Ministerium diesen Aspekt noch mit dem Hinweis, daß es Ziel der Förderung sei, die „neue KI-Technologie in der Bundesrepublik frühzeitig beherrschen zu lernen und industriell vorbereitet zu sein, die Chancen dieses — selbst bei zurückhaltender Beurteilung einer Reihe von Marktprognosen — stark expandierenden Zukunftsmarktes zu nutzen“. Ganz konsequent findet sich das Argument auch in der Pressemitteilung des BMFT vom 04. Juli 1988 zur Gründung des deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI). Und auch in der jüngsten einschlägigen Veröffentlichung des Forschungsministers, dem „Zukunftskonzept Informationstechnik“ vom 22. Mai 1989, wird die wettbewerbslich orientierte Argumentationslinie beibehalten.

Diese vom Ministerium herausgestellten Kriterien sind beispielhaft für oft geäußerte Erwartungen in Politik und Wirtschaft. Es handelt sich um Aussagen über vermutete ökonomische Technikfolgen, mit denen sich diese Technikfolgen-Abschätzung auseinandersetzen muß. Freilich sind auch hier die Einflüsse und Zusammenhänge so zahlreich und komplex, daß eine zusätzliche vertiefende Untersuchung erforderlich wäre, um die in diesem Bericht nur ange deuteten Wirkungsvermutungen und deren Bewertung umfassend und systematisch zu behandeln. Die folgenden kurzen Ausführungen können nicht mehr sein als ein Beitrag zur Strukturierung des Problemfeldes.

### Expertensysteme als Handelsgüter

In der gängigen Diskussion über Expertensystem-Technik und internationale Wettbewerbsfähigkeit wird üblicherweise nicht scharf genug getrennt zwischen Expertensystemen als Exportgütern deutscher Wirtschaftsunternehmen, als Komponenten von Exportgütern oder als Produktionsfaktoren bei der Herstellung anderer Exportgüter (s. Abbildung C-1). Wegen der Unterschiedlichkeit — nach Art und Ausmaß — der zu erwartenden ökonomischen Folgen ist diese Unterscheidung aber bedeutsam.

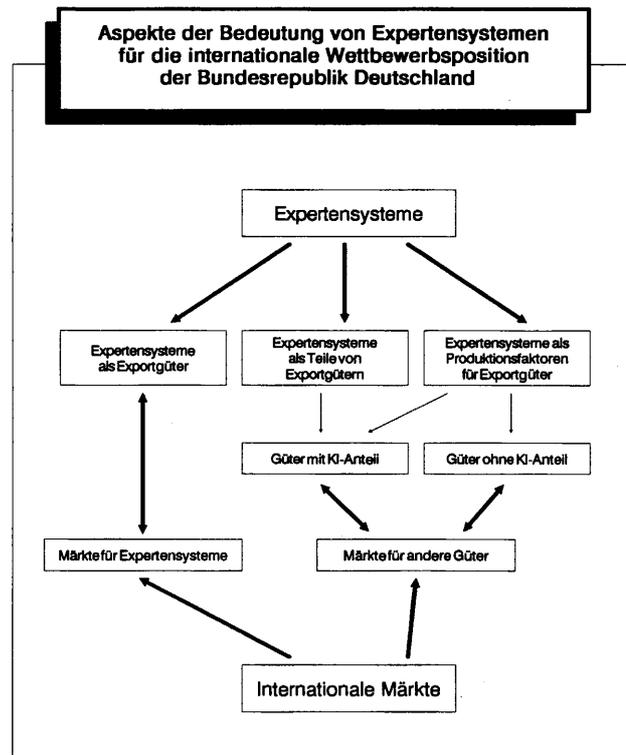


Abbildung C-1

Um Aussagen über die volkswirtschaftliche Bedeutung des Handels mit Expertensystemen machen zu können, müssen Kenntnisse über quantitative Merkmale des Marktes für Expertensysteme vorliegen. Was aber die Umsätze, Beschäftigungszahlen und Absatzpotentiale angeht, so herrscht gegenwärtig noch große Unsicherheit. Zahlenmaterial existiert nur aufgrund einzelner Marktanalysen, die beliebig abgegrenzte sachliche oder regionale Teilmärkte erfassen und in ihren Prognosen häufig interessengelenkt erscheinen. Die Güterkategorien im gesamten Softwaremarkt (der die Expertensysteme als Teilmärkte beinhaltet) sind insgesamt noch keineswegs definitorisch standardisiert. Die Kategorie „Expertensysteme“ (oder auch: „KI-Systeme“) kann Aussagen über ganz verschiedene statistische Grundgesamtheiten enthalten, was Vergleiche und Zusammenfassungen weiter erschwert. Unter einem KI-System beispielsweise wird manchmal ein einzelnes Programm, gelegentlich ein Entwicklungssystem für KI-Programme und hin und wieder auch eine Maschine, die eine KI-Komponente enthält, verstanden.

Abbildung C-2 deutet grob die Untergliederung dessen an, was man als Markt für Datenverarbeitungsgüter bezeichnen könnte. Statistisch sicher abgegrenzte Obermärkte sind lediglich die für Büromaschinen und Kommunikationstechnik und jene für Dienstleistungen. Computerprogramme gehen in einigen Fällen als materielle Teile von DV-Anlagen, manchmal aber auch als DV-Dienstleistungen in die amtliche Statistik ein. Der Umfang des Handels mit Expertensystemen, als spezieller Software, läßt sich aus keiner amtlichen Statistik ableiten.

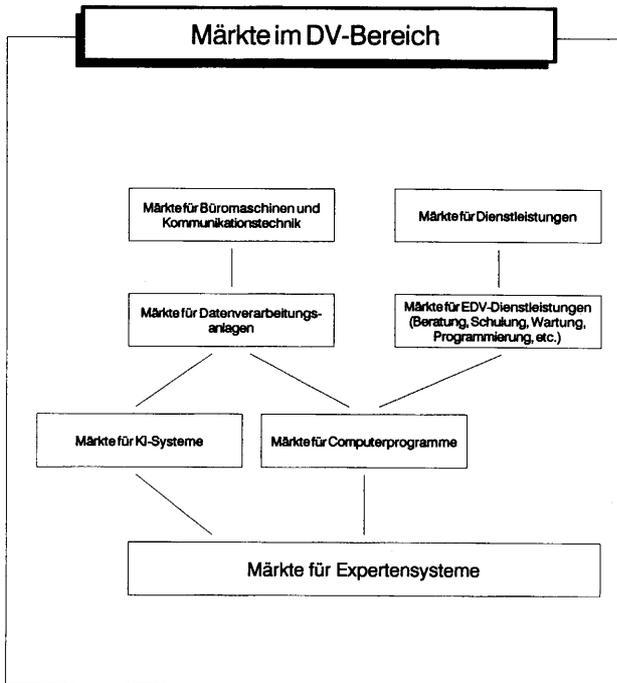


Abbildung C-2

Schon Zahlen über die Märkte für Computerprogramme lassen sich vom statistischen Bundesamt nicht erhalten. Unter den verschiedenen erhältlichen nichtamtlichen Software-Statistiken sind jene der industriellen Fachverbände am zuverlässigsten. Vor ihrem Hintergrund sind die Ergebnisse der Einzelerhebungen über KI- und Expertensysteme kritisch zu diskutieren. Festzuhalten bleibt, daß alle Aussagen und Spekulationen über die volkswirtschaftliche Bedeutung des Software-Marktes allgemein und der KI-Märkte speziell auf empirischquantitativ sehr schwacher Basis stehen. Da aber das Argument von der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Computersoftware ernst zu nehmen ist, wäre es nötig, die statistischen Begriffe auf amtlicher Ebene hinreichend zu klären, um zu vergleichbaren und fortschreibbaren Aussagen zu gelangen.

Der „Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau“ (VDMA) gab das Volumen des deutschen Software-Marktes (einschließlich anwendergestellter Software) für 1986 mit 15,8 Mrd. DM an. Das jährliche Wachstum des Marktes wird von verschiedenen

Sachverständigen auf etwa 20% geschätzt. Der VDMA unterscheidet im Software-Markt vor allem nach „Standard-Software“, „Anwender-Software“ und „Processing-Services“. Den deutschen Markt für Standardsoftware bezifferte der VDMA mit 3,9 Mrd. DM. Eine für den Bundesminister für Wirtschaft durchgeführte Studie über den deutschen Softwaremarkt gibt das Volumen des Marktes für Standardsoftware 1986 mit 5,72 Mrd. DM an.

Den deutschen Markt für anwenderspezifische Software 1986 beziffert der VDMA für 1986 auf 7,6 Mrd. DM. In der Studie für den BMWi wird ein Volumen von 10,8 Mrd. DM genannt. Während der deutsche Markt für Standard-Software von einigen international tätigen Unternehmen bestimmt wird, wird die Anwender-Software von vielen, teilweise sehr kleinen Unternehmen hergestellt und verkauft. Unter den größeren Anbietern von Anwender-Software finden sich allerdings auch wieder deutsche Tochtergesellschaften großer ausländischer Unternehmen.

Die Außenhandelsverflechtung der Bundesrepublik ist bei Anwendersoftware sehr niedrig. Der Exportanteil liegt bei knapp über 5%, die Importe (nicht die Umsätze der deutschen Niederlassungen internationaler Unternehmen!) sind vernachlässigbar. Dies ist von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit Expertensystemen, die derzeit in aller Regel als Auftragsprogrammierungen, wenn nicht sogar als Eigenleistung der Anwender realisiert werden. Expertensysteme sind noch weit davon entfernt, als Standard-Software gehandelt zu werden. Sie sind bislang weder Gegenstand des internationalen Güterhandels noch des Dienstleistungsverkehrs. Marktchancen ergeben sich allenfalls für international tätige Software-Unternehmen. Deutsche Unternehmen dieses Zuschnitts gibt es aber bisher praktisch nicht.

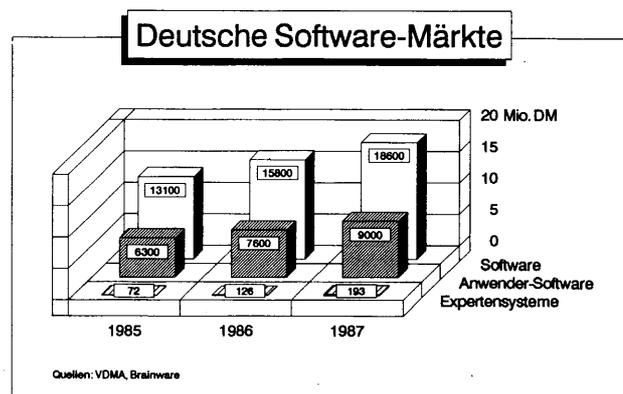


Abbildung C-3

Das Volumen des deutschen Marktes für Expertensysteme ist schwer abzuschätzen. In einem Bericht des englischen Beratungsunternehmens OVUM wird der deutsche Expertensystem-Markt 1986 auf 92 Mio. DM geschätzt. Das Berliner Beratungs- und Vertriebsunternehmen Brainware dagegen nannte

**6**

## Handlungsfeld

### Software-Statistik

**Ausschüsse:** Innen

Wirtschaft

Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung

**Option:**

Die statistische Erfassung und Auswertung der deutschen Märkte für Computerprogramme (nach Vorliegen der Ergebnisse derzeit laufender Studien bei der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung etc.) neu regeln durch:

- Ergänzen der Bundesstatistikgesetzgebung

oder:

- Auffordern der einschlägigen Wirtschaftsverbände, durch gemeinsame Abstimmung und Ergänzung der Verbandserhebungen zu einer Statistik auf standardisierter Grundlage zu gelangen.

für das gleiche Jahr ein Volumen von 126 Mio. DM bei einem Eigenleistungsanteil der Anwender von ca. 50%. Für 1988 schätzt Brainware den deutschen Expertensystem-Markt bereits auf 257 Mio. DM.

Die Expertensysteme entstehen typischerweise innerhalb der deutschen Anwender-Unternehmen oder -Institutionen selbst, oder sie werden von deutschen Software-Häusern oder Töchtern ausländischer Unternehmen als Auftragsprogrammierungen für spezielle Anwender erstellt. Der grenzüberschreitende Handel mit Expertensystemen ist allem Anschein nach äußerst gering.

Ein internationaler Wettbewerbsvorteil für deutsche Unternehmen wäre zum einen dann möglich, wenn sie Expertensysteme als Standardprodukte anbieten könnten. Dies verhindern aber der gegenwärtige Stand der Expertensystem-Technik und die Größenstruktur deutscher Software-Unternehmen, die mit

durchschnittlich geringer Unternehmensgröße nur bedingt am Weltmarkt teilnehmen können und bislang bei Software-Standardprodukten auch keine Rolle spielten.

Wettbewerbschancen ergeben sich zum anderen für international tätige Software-Unternehmen mit Töchtern im Ausland auf dem Wege der Auftragsprogrammierung. Doch auch hier ist die Ausgangslage für die deutschen Anbieter wegen ihrer durchschnittlich sehr kleinen Unternehmensgrößen und der damit zwangsläufig verbundenen geringen internationalen Präsenz denkbar schlecht.

Aus dieser Perspektive erscheint die Förderung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Software-Anbieter nicht nur als eine forschungspolitische, sondern außerdem als eine wirtschaftspolitische Aufgabe fördernder Strukturpolitik.

**7****Handlungsfeld**

Volkswirtschaftliche Bedeutung des Software-Marktes

Ausschüsse: Wirtschaft

Forschung, Technologie &amp; Technikfolgenabschätzung

Option: Den Bundesminister für Wirtschaft auffordern, dem Deutschen Bundestag einen Bericht über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Software-Märkte zu erstatten und dabei insbesondere darzustellen, auf welcher quantitativen Grundlage diese Einschätzung basiert.

Option: Die Bundesregierung auffordern, dem Deutschen Bundestag einen Bericht zur Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Software-Hersteller zu erstatten und ggf. staatliche Maßnahmen zu deren Verbesserung vorzuschlagen.

Die beschäftigungspolitische Bedeutung einer konkurrenzfähigen Software- und Expertensystem-Branche, die ebenfalls bei der Begründung förderungspolitischer Maßnahmen häufig genannt wird, sollte nicht überschätzt werden. Gerade bei den erfolgreichen Software-Anbietern sind erhebliche Zuwächse der Arbeitsproduktivität zu vermuten, die aus konsequenteren Formen der Arbeitsteilung und einem Übergang zu eigentlich fabrikmäßiger Software-Produktion gerade in der letzten Zeit resultieren. Diese Beschäftigungs-Kompensationseffekte wirken insbesondere bei den Herstellern von Standardprodukten, also im Teilmarkt mit den größten Umsatzzuwächsen. Bei den Expertensystemen kommt gerade der Entwicklung von Programmen zur computergestützten Software-Herstellung (CASE = Computer-Aided Software Engineering) besondere Bedeutung zu. Diese Produkte werden die Arbeitsproduktivität in der Software-Branche drastisch erhöhen.

Da die deutsche Software-Branche bislang ohnehin nur einen Anteil von etwa 0,1% an der Gesamtzahl der Beschäftigten stellt, treten beschäftigungspolitische Argumente in den Hintergrund. Die deutsche büro-, informations- und kommunikationstechnische Industrie insgesamt, zu der die Software-Branche teilweise zählt, hat nach Angaben des VDMA 1988, trotz eines Umsatzwachstums von etwa 2,7%, einen Rückgang der Beschäftigung um 2,8% auf 224.500 Mitarbeiter erlebt.

**Expertensysteme als Teile von Handelsgütern**

Von größerer quantitativer Bedeutung für die internationale Wettbewerbssituation der deutschen Wirtschaft als der Handel mit Expertensystemen selbst könnte sich, unter Berücksichtigung der relativen Stärken der deutschen Industrie, der Handel mit Gütern erweisen, die Expertensysteme enthalten.

Die oben erwähnte Studie für den BMWi über den deutschen Software-Markt enthält die Schätzung, daß 1986 6-7% der Umsätze deutscher Software-Firmen aus dem Export kamen. Im deutschen Straßenfahrzeugbau betrug die Exportquote 1986 dagegen etwa 48%, im Maschinenbau 46% und in der elektrotechnischen Industrie 31%. In der Elektrotechnik und im Maschinenbau sind jeweils annähernd 1 Mio. Menschen beschäftigt, im Straßenfahrzeugbau etwa 850.000.

Dies sind Gewerbebezweige, deren außenwirtschaftliche Erfolge in erheblichem Maße die wirtschaftliche Situation der Bundesrepublik Deutschland mitbestimmen. Wenn der internationale Markterfolg von Fahrzeugen, von Industriemaschinen und von elektrotechnischen Anlagen in Zukunft auch davon abhängt, daß die Produkte „intelligente“ Kontroll- und Steuereinheiten — z.B. in Gestalt von Expertensystemen — enthalten, dann wäre es wichtig, daß solche Technikkomponenten in diesen Branchen zur Verfügung stehen.

Die Verfügbarkeit der Software-Techniken im eigenen Land könnte die Voraussetzung zur Wahrung herausragender Positionen auf den Weltmärkten sein. Zumindest mittelfristig sollte dieser Aspekt der Forschungsförderung vor dem Ziel einer exportorientierten Software-Branche rangieren, die mit dem Verkauf von Expertensystemen im Ausland auf absehbare Zeit doch nur vergleichsweise geringe zusätzliche Außenhandelserlöse erzielen würde.

#### **Expertensysteme als Produktionsfaktoren**

Die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen hängt auch erheblich von den heimischen Produktionsbedingungen und den verfügbaren Produktionstechniken ab.

Zu den oben genannten Branchen mit hohen Exportanteilen, deren Produkte in Zukunft Expertensystem-Komponenten enthalten könnten, kommt, wenn es um die Möglichkeit expertensystemgestützter Produktion geht, als weiterer, außenwirtschaftlich wichtiger und großer Gewerbebezweig die deutsche chemische Industrie hinzu. Sie hatte 1986 eine Exportquote von 42% und einen Beschäftigungsstand von etwa 570.000.

In den großen deutschen Unternehmen des Automobilbaus, der Elektrotechnik und der Chemie, aber auch im Maschinenbau, werden erhebliche Anstrengungen zur Entwicklung von Expertensystemen und anderen KI-Techniken unternommen. Von besonderer Bedeutung könnte die Rolle der Expertensysteme bei der Realisierung geschlossener computergesteuerter Herstellungsanlagen (CIM = Computer Integrated Manufacturing) sein. Von der computerintegrierten Fertigung erwarten Fachleute kürzere Entwicklungszeiten für Produkte, verringerte Durchlaufzeiten, schnellere Reaktionsfähigkeit der Unternehmen auf Marktimpulse, Möglichkeiten zur Verkleinerung der Lager, Verringerung der Ausschußproduktion und insgesamt eine deutliche Erhöhung der Arbeitsproduktivität.

Deutschen Unternehmen, die am Weltmarkt konkurrenzfähig sein und bleiben wollen, wird es weiterhin entscheidend erscheinen, dem Trend zur computerintegrierten Fertigung, der auch im übrigen Europa, den USA und vor allem in Japan herrscht, zu folgen.

In der Vergangenheit wurde oft die große Dichte hochqualifizierter Facharbeiter in den deutschen Industrieunternehmen und der daraus resultierende Qualitätsvorsprung als entscheidender Vorteil der Deutschen im internationalen Wettbewerb genannt. Selbst wenn es gelänge, die wesentlichen Teile des Wissens der Facharbeiter in Computern zu konservieren, bliebe als Problem die Fortentwicklung des Wissensstandes in den Systemen. Wirklich lernende und kreative Maschinen sind nach wie vor eine Utopie. Dies ist bei der Beurteilung internationaler Konkurrenzfähigkeit auf mittlere und längere Frist ebenfalls zu beachten.

#### **10. Zusammenfassung**

In der industriellen Fertigung und den angrenzenden Bereichen, wie Konstruktion, Arbeitsvorbereitung oder Qualitätssicherung, bedeutet die Einführung von Expertensystemen nicht die isolierte Einführung einer vollständig neuen Technologie. Expertensysteme werden vielmehr zur Ergänzung der herkömmlichen, inzwischen vielfach unverzichtbar gewordenen EDV eingesetzt, um deren Leistungsfähigkeit nachhaltig zu erhöhen. Die Planung und die Einführung von Expertensystemen sind dementsprechend auch dort am weitesten fortgeschritten, wo die Informationstechnik bereits sehr verbreitet ist und entsprechende Anwendererfahrungen vorliegen. Allerdings werden Expertensysteme zur Zeit erst in Einzelfällen regulär in der Produktion eingesetzt. Ihre weitere Verbreitung hängt nicht zuletzt von ihrer Integrierbarkeit in die bestehenden EDV-Anwendungen und in betriebliche Arbeitsabläufe ab. Die Entscheidung, Expertensysteme einzuführen, führt häufig dazu, daß der damit abzubildende Gegenstandsbereich erstmals hinsichtlich seiner Informations- und Organisationsstrukturen analysiert wird. Diese Analyse hat in vielen Fällen eine größere Wirkung auf den Betrieb als Ganzes als die anschließende Einführung des Expertensystems selbst.

Die Auswirkungen der Einführung von Expertensystemen auf die Beschäftigten in den Betrieben hängen von Faktoren wie der Ausgangslage des Unternehmens bei der Einführung des Expertensystems, der jeweils konkret verfolgten Rationalisierungsstrategie und dem Grad der Übereinstimmung zwischen den Erwartungen an das System und seiner tatsächlichen Leistungsfähigkeit ab. Eine Gefahr, die sich aus zu hohen Erwartungen ergibt, ist, daß der Aspekt der Pflege des Wissens der Beschäftigten vernachlässigt wird.

Praktische Einsätze von Expertensystemen im Handwerk sind so gut wie unbekannt. Am ehesten sind Anwendungen in Vertragswerkstätten der Großindustrie (Automobilbau, Unterhaltungselek-

tronik, Haushaltsgeräte etc.) zu erwarten. Denkbare Aufgabenfelder sind die Wartung, Diagnose und Reparatur komplizierter Maschinen und Anlagen.

Ob die Entwicklung und Anwendung der Expertensystemtechnik in der Bundesrepublik Deutschland gegenüber anderen Ländern im Rückstand ist, läßt sich anhand der vorliegenden Zahlen nicht eindeutig beurteilen. Deshalb sind auch keine Rückschlüsse möglich, ob die internationale Wettbewerbssituation davon betroffen ist.

Die Stärke der Bundesrepublik Deutschland wird sich auf absehbare Zeit nicht vorrangig auf Weltmärkten für „intelligente“ Computersysteme, sondern auf den Märkten zeigen, auf denen sie traditionell eine führende Rolle spielt. Die Produkte dieser Industriezweige, wie beispielsweise des Maschinenbaus, werden zunehmend mit elektronischer Steuer- und Regelungstechnik ausgestattet, so daß Expertensystemtechnik für die Industrie der Bundesrepublik Deutschland ihre stärkste Bedeutung als Komponente „traditioneller“ Güter erlangen könnte.

## ABSCHNITT D

### Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin

Schon an anderer Stelle dieses Berichts (Abschnitt B.6) wurde die auffallende Diskrepanz erwähnt zwischen einer langen Forschungstradition wissensbasierter Programmierung in der Medizin und einer vergleichsweise geringen Verbreitung entsprechender Systeme. Der folgende Abschnitt wird dieses Phänomen näher beleuchten, kann aber auch nur Ansätze zur Erklärung bieten.

Neben den recht praktisch begründeten Überlegungen zu diffusionsfördernden und -hemmenden Faktoren könnten auch schwerer faßbare Aspekte einer sich wandelnden Einstellung vieler Menschen gegenüber Krankheit und Heilung in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen.

Expertensysteme wirken — wie auch andere Anwendungen moderner Informationstechnik in der Medizin — tendenziell als Verstärker eines kontinuierlichen Trends zunehmender Technisierung im Gesundheitswesen. Die maschinelle, wissensbasierte Handhabung medizinischer Probleme zwingt in besonderer Weise zu analytischem Denken und fördert die strenge Eingrenzung von Fragestellungen. Diesem Trend steht der erkennbare Wunsch vieler Patienten nach einer „ganzheitlichen“ Medizin gegenüber, die sich nicht um Diagnosen begrenzter Krankheitsbilder bemüht, sondern Krankheiten als breit gefächerte Phänomene behandelt, die den ganzen Menschen, auch seine geistigseelische Wesenheit, betreffen.

Dieser Gedanke einer Konkurrenz zwischen „analytischer“ und „ganzheitlicher“ Medizin, der von Bedeutung sein könnte für die Entwicklung und Verwendung von Expertensystemen im medizinischen Bereich, wird am Ende dieses Kapitels, in Abschnitt D.6, wieder aufgegriffen.

#### 1. Verbreitung von Expertensystemen im Bereich der Medizin

Die Dichte und Vielgestaltigkeit der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich medizinischer Expertensysteme mit einer inzwischen sehr

großen Zahl von Projekten und einer wachsenden Menge einschlägiger Veröffentlichungen, Workshops und Konferenzen dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß Expertensysteme außerhalb ihrer Entwicklungsumgebungen gegenwärtig noch kaum in praktischer Anwendung sind, und daß ein Markt für solche Systeme nur in allerersten Ansätzen besteht. Die Diffusion von Expertensystemen in die medizinische Versorgung verläuft zweifellos langsamer als Beobachter der Szene in früheren Jahren angenommen haben: So haben etwa im Jahr 1968 Computerexperten im Rahmen einer Langfristprognose der Computeranwendungen bis zum Jahr 2000 prognostiziert, daß bereits zu Beginn der 80er Jahre Ärzte in ihrer Mehrheit Computergestützte Konsultationssysteme u.a. zum Zwecke der Diagnosefindung einsetzen würden.

Das relativ langsame Vordringen entscheidungsunterstützender Systeme in die medizinische Versorgung hat eine Vielzahl von Erklärungsversuchen provoziert, deren Tragfähigkeit aber gegenwärtig nicht sicher zu beurteilen ist. Erschwerend kommt hinzu, daß der Prozeß der Diffusion des technischen Fortschritts in die medizinische Praxis ganz generell wenig erforscht ist. Daher können an dieser Stelle nur einige wenige, noch als sehr vorläufig zu betrachtende Hinweise auf mögliche Barrieren gegen die schnelle und breite Diffusion Computergestützter Konsultationssysteme gegeben werden.

Gelegentlich findet man in der Literatur den Hinweis, die geringe Verbreitung dieser Systeme sei Ausdruck einer grundsätzlich eher zurückhaltenden Einstellung der Ärzte gegenüber technischem Wandel in der Medizin im allgemeinen und gegenüber der Computerisierung der medizinischen Versorgungsprozesse im besonderen.

Die schnelle Durchsetzungsfähigkeit neuer Arzneimittel oder die rasche Verbreitung der modernen bildgebenden diagnostischen Verfahren belegen aber, daß von einer generellen Innovationsresistenz oder einer speziellen Aversion gegen den Einsatz der Datenverarbeitung in der Medizin nicht gespro-

chen werden kann. Was die Rolle der EDV in der Medizin betrifft, so weisen im Gegenteil einige Studien über die Einstellung von Ärzten zum Computereinsatz im Gesundheitswesen eher darauf hin, daß von einer weit verbreiteten grundsätzlichen Zustimmung unter den Ärzten ausgegangen werden kann.

Erklärungsbedürftig scheint daher eher die Zurückhaltung gegenüber Expertensystemen bei gleichzeitiger prinzipieller Offenheit für Computeranwendungen in der Medizin zu sein.

Es hat den Anschein, daß die Ärzte solchen Systemen, die in ihre diagnostischen und therapeutischen Entscheidungen hineinwirken, in der Praxis besonders distanziert gegenüberstehen. Gleichwohl wurden auch diese Funktionen der Computer von der Mehrheit der Ärzte in Befragungen als nützlich eingestuft. Skeptische Einstellung allein scheint daher keine hinreichende Erklärung zu sein. Dies bestätigte in anderer Weise eine neuere Umfrage unter 552 niedergelassenen Ärzten in den USA, von denen 34% einen Praxiscomputer einsetzten. Obwohl 88% aller Befragten den Einsatz von Arzneimittelinformationssystemen zur Identifizierung von Wechselwirkungen für nützlich oder sehr nützlich hielten, setzten doch nur 6% der Ärzte mit Praxiscomputern ein derartiges System in ihrer Praxis ein.

Vieles deutet darauf hin, daß die eigentlichen Diffusionsbarrieren weniger in Werthaltungen und Einstellungen der Ärzte begründet sind als vielmehr in der begrenzten Leistungsfähigkeit und vor allem in der mangelnden Praktikabilität der bisher verfügbaren Expertensysteme. Vor allem im Hinblick auf die Unterstützung des Arztes bei der Diagnosefindung ist die Diskussion darüber, ob die Entwicklung adäquater Wissensbasen und Inferenzmechanismen für diesen Zweck überhaupt im Bereich des Möglichen liegt, keineswegs abgeschlossen. Den Schwerpunkt der gegenwärtigen Diskussion über Diffusionshemmnisse bilden allerdings eher Beiträge, die verschiedene Aspekte der Praktikabilität des Einsatzes der Systeme in den Vordergrund rücken. Hierbei sind drei kritische Punkte hervorzuheben:

(1) Logistische Aspekte: Viele potentielle Nutzer werden in ihrer anfänglichen Begeisterung für die Systeme gedämpft, wenn sie schlecht zugänglich, umständlich zu bedienen und in ihrer Anwendung schwer zu erlernen sind. Zu derartigen Schwachstellen zählen Terminalstandorte, die längere Wege erfordern, komplizierte oder zeitraubende Startprozeduren, langwierige Dialoge und insbesondere der Zwang zur manuellen Wiedereingabe von Daten, die auf anderen Rechnern schon verfügbar sind. Mit Bezug auf den letztgenannten Punkt vermuten viele Beobachter, daß entscheidungsunterstützende DV-Instrumente dann am ehesten akzeptiert werden, wenn sie in die routinemäßigen Datenmanagement-Funktionen integriert sind. Ein weiterer wichtiger Punkt ist vor allem auch die Dauer der Konsultation eines Expertensystems: So ist z.B. für eine Diagnosestellung mit Hilfe des Systems INTERNIST-I ein Zeitaufwand von 30 bis 75 Minuten erforderlich gewesen, was einen Einsatz des Systems in der Klinikroutine praktisch ausschließt.

(2) Mechanische Aspekte: Die Art des Zusammenwirkens zwischen Anwender und Computer ist von großer Bedeutung für die Akzeptanz eines Programms. Programme, die die Anwendung der Tastatur für Dateneingabe oder Kommunikation mit dem Rechner erfordern, stoßen bei Ärzten erfahrungsgemäß auf großen Widerstand. Alternative Interaktionstechniken wie Lichtstift, „Maus“ oder „touch screen“ (Monitore, die durch Berührung des Bildschirms gesteuert werden können) werden hier vermutlich zum Abbau von Akzeptanzbarrieren beitragen.

(3) Psychologische Aspekte: Inhalt und Aufmachung der Informationen auf dem Bildschirm sind wichtige Determinanten des Erfolgs eines Systems. So besitzen beispielsweise Graphikbildschirme, die die Kommunikation mit dem Programm auch über die Verwendung von Zeichnungen ermöglichen, größere Akzeptanzchancen. In diesen Zusammenhang gehört auch die Beobachtung, daß Programme Erklärungskomponenten haben müssen, wenn Ärzte nachhaltig zur Anwendung der Systeme ermutigt werden sollen. Das Vorhandensein einer Erklärungskomponente ist offenbar deshalb von so großer Bedeutung für die Akzeptanz von Expertensystemen im Bereich der Medizin, weil Erklärungen den Ärzten die Entscheidung darüber, ob der Rat des Computers vernünftig ist oder nicht, erleichtern können. Der Rat eines Expertensystems scheint letztlich insbesondere dann für Ärzte akzeptabler zu sein, wenn die Kompetenz des Arztes vom System in geeigneter Weise „anerkannt“ wird. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn vom Arzt die eigentliche Diagnose zu stellen ist und das System diese dann lediglich nachträglich beurteilt.

Die Bedeutsamkeit der logistischen, mechanischen und psychologischen Aspekte des Einsatzes von Expertensystemen wird heute zwar zunehmend wahrgenommen. Gleichzeitig ist aber bei Programm-Entwicklern auch noch viel Unverständnis für diese Probleme festzustellen. Nach Ansicht von Beobachtern liegt ein Schlüssel für die Lösung solcher Probleme und damit für eine erfolgreiche Implementation von Expertensystemen — wie ganz allgemein von Computer-Technologien in Berufsumgebungen — in der möglichst frühzeitigen Einbindung späterer Systemanwender in Design, Modifikation und Implementation dieser Systeme. Dieser Gesichtspunkt verdient im Kontext der Entwicklung von Expertensystemen besonders Beachtung, da die für diese Projekte typischen Entwicklungsumgebungen primär von wissenschaftsorientierten Erfolgskriterien gesteuert werden.

## 2. Einsatzgebiete von Expertensystemen im Bereich der Medizin

Um nähere Informationen über die Auswirkungen von Expertensystemen auf die Kosten und Qualität der medizinischen Versorgung zu erhalten, führten die von der Enquete-Kommission beauftragten Gutachter eine Befragung von Fachleuten aus den Be-

reichen der Medizin und der Medizintechnik durch. An dieser Befragung, die durch die Versendung von Standard-Fragebögen abgewickelt wurde, nahmen insgesamt 34 Personen teil. Eine besonders hohe Motivation zur Beantwortung der Fragen der Kommission konnte (erwartungsgemäß) bei den Entwicklern medizinischer Expertensysteme festgestellt werden. Allein 21 der 34 Teilnehmer sind als reine System-Entwickler zu bezeichnen. Die Befragungsergebnisse spiegeln daher in besonderem Maße wider, wie Systementwickler den Fortgang des Einsatzes von Expertensystemen und dessen Folgen für die Medizin einschätzen. Von diesen Fachleuten ist zwangsläufig eine höhere Kompetenz bei der Vorhersage spezifisch technischer Entwicklungen als bei der Prognose weitergehender Konsequenzen in den mittelbaren Auswirkungsbereichen zu erwarten. Fünf Teilnehmer der Befragung waren sowohl Entwickler als auch Anwender medizinischer Expertensysteme, und nur zwei Beantworter der Fragebögen waren reine Anwender. Sechs Teilnehmer hatten weder mit der Entwicklung noch mit der Anwendung solcher Systeme unmittelbar zu tun. Die Aufgabe späterer Phasen der Technikfolgen-Abschätzung zu medizinischen Expertensystemen könnte es sein, in stärkerem Maße die nicht auf Medizin-Informatik spezialisierten Anwender, also die Ärzteschaft im weiteren Sinne, in den Prozeß einzubeziehen.

Die Sachverständigen waren gefragt worden, wo die von ihnen entwickelten bzw. angewendeten Expertensysteme zur Zeit eingesetzt werden. Es zeigte sich, daß medizinische Expertensysteme gegenwärtig primär in medizinischen Forschungseinrichtungen und Universitätskliniken eingesetzt werden.

Außerdem wurde gefragt, in welcher Umgebung Expertensysteme nach Meinung der Fachleute bei geeigneter Weiterentwicklung bis zum Jahr 2000 eingesetzt werden könnten und wie wahrscheinlich dieser Einsatz ist. Offenbar hält eine große Mehrheit der Befragten den Einsatz von Expertensystemen in der medizinischen Forschung für sehr wahrscheinlich, während die Diffusion in den Pflegebereich des Krankenhauses und in die ambulante Arztpraxis mehrheitlich nur für denkbar, nicht aber für sehr wahrscheinlich gehalten wird. Dieses Befragungsergebnis unterstützt ein Diffusionsszenario, demzufolge Expertensysteme in der Medizin bis zum Ende dieses Jahrhunderts in der praktischen Anwendung nur in kleine „Inseln“ des Gesundheitswesens eingedrungen sein dürften:

- in maximal 10% der Arztpraxen, vorzugsweise bei innovationsfreudigen Ärzten, die Computertechniken gegenüber grundsätzlich aufgeschlossen sind;
- in zahlreiche Funktionseinheiten (Diagnosezentren, Laborgemeinschaften etc.), in denen Meßwerte in großer Menge oder Komplexität anfallen und befundet werden müssen;
- in fast alle medizinischen und medizininformatischen Forschungseinrichtungen, in denen medizinische Forschung und Expertensystem-Entwicklung betrieben wird;

- in einige Krankenhäuser oder Krankenhausstationen im Rahmen der routinemäßigen Krankenversorgung.

### 3. Auswirkungen der Expertensysteme auf die Kosten der medizinischen Versorgung

In der Befragung über absehbare Auswirkungen der Expertensysteme auf die Kosten und die Qualität der medizinischen Versorgung waren die Sachverständigen mit verschiedenen Thesen konfrontiert worden.

Bezüglich der Chancen für eine günstige Entwicklung der Versorgungskosten wurde keine These (vgl. Kasten D-1) von den Befragten besonders deutlich zurückgewiesen. Es gab jedoch immerhin zwei Thesen („Kostensenkungen sind zu erwarten durch Verkürzungen des Behandlungsablaufs von Krankheiten“ und „Kostensenkungen sind zu erwarten durch Einsparung von Konsiliardiensten“), die überwiegend (mit jeweils 20 gegen 14 Stimmen) abgelehnt wurden. Bei zwei weiteren Thesen („Einsparungen ergeben sich aufgrund von Verlagerungen der Versorgung aus dem stationären in den ambulanten Bereich“ sowie „Einsparungen ergeben sich aufgrund allgemeiner Rationalisierungseffekte“) hielten sich Zustimmung und Ablehnung in etwa die Waage.

Zwei Vermutungen wurde ganz besonders zugestimmt: Zum einen gingen 31 der 34 Befragten davon aus, daß die Hypothese zutrifft, daß Expertensysteme aufgrund von gezielten, wirtschaftlichen und koordinierten Arzneimittelverordnungen zu Kostenersparnissen führen. Und 29 der 34 Befragten stimmten der These zu, daß Expertensysteme zur Reduzierung von Mehrfachuntersuchungen und unnötigen Untersuchungen beitragen.

Was die Beurteilung der möglichen Risiken des Einsatzes von Expertensystemen für die Kostenentwicklung im Gesundheitswesen angeht (vgl. Kasten D-2), so waren die Meinungen der Befragten hinsichtlich des Kostenfaktors „Hardware“ eher geteilt, während von den Kosten für die Software und vor allem von den Kosten für den Wartungs- und Pflegeaufwand für die Systeme einschließlich der Wissensbasen überwiegend zusätzliche finanzielle Belastungen erwartet wurden. Kostensteigerungen sind nach mehrheitlicher Meinung der Entwickler und Anwender auch von Kontrollmaßnahmen zur Qualitätssicherung der Expertensysteme zu erwarten. An den Ergebnissen über die Kostenrisiken fällt auf, daß die Befragten mehrheitlich keine Kostensteigerungen aufgrund der durch den Einsatz der Systeme bewirkten Veränderungen der Versorgungsprozesse erwarten.

Ergänzend zu den Einschätzungen der Entwicklung spezieller Versorgungskosten wurden die Fachleute gefragt, ob sie die möglichen Auswirkungen medizinischer Expertensysteme auf die Kostenentwicklung *in ihrer Summe* für eher kostensenkend, eher kostensteigernd oder eher kostenneutral hielten. Von den 34 Antwortenden vermuteten 16 einen in der Summe eher kostensenkenden und 5 Teilnehmer

## Hypothesen über Kostensenkungspotentiale durch medizinische Expertensysteme

### Kostensenkungen sind zu erwarten durch ...

- ... gezieltere, schnellere und bessere Diagnostik und Behandlung
- ... gezielte, wirtschaftliche und koordinierte Arzneimittelversorgung
- ... Vermeidung von Krankheiten durch Fehlbehandlung
- ... Vermeidung (teurerer) stationärer Behandlungen durch Ausweitung primärärztlicher Versorgung
- ... Verkürzung des Behandlungsverlaufs von Krankheiten
- ... Verhinderung von Mehrfachuntersuchungen und unnötigen Untersuchungen
- ... vergrößerte Leistungstransparenz in Behandlungsverläufen
- ... Einsparung von Konsiliardiensten
- ... allgemeine Rationalisierung

### Kasten D-1

einen eher kostensteigernden Effekt; 13 der Fachleute hielten eine eher kostenneutrale Gesamtwirkung für wahrscheinlich. Die Antwortenverteilung macht deutlich, daß ein vergleichsweise geringer Konsens der Sachverständigen in dieser Frage besteht.

Die empirische Basis zur Überprüfung von Hypothesen zu den Auswirkungen des Einsatzes von Expertensystemen auf die Kosten — wie auch auf die Qualität (s. Abschnitt D.4) — der medizinischen Versorgung ist außerordentlich schmal. Es kann nicht bestritten werden, daß der Kauf und der Unterhalt solcher Systeme für deren Käufer oder Anmieter mit Ausgaben verbunden sind, die für die einzelne Wirtschaftseinheit — den niedergelassenen Arzt, den Apotheker, das Krankenhaus — durchaus nicht zu vernachlässigen sind. Ob sich hieraus indessen spürbare Belastungen der Ausgabenentwicklung im Gesundheitswesen ergeben, ist von mehreren Faktoren abhängig: Neben der Preisentwicklung für Hard- und Software sowie Wartungs- und Pflegeleistungen spielt auch das Ausmaß der Verbreitung dieser Systeme eine Rolle. Als ganz wesentlicher Faktor kommt hinzu, ob die Ausgaben für die Systeme und deren Folgekosten auf die Preise der Gesundheitsleistungen abwälzbar sind. Alle diese Faktoren be-

einflussen sich wechselseitig und sind im einzelnen schwer zu prognostizieren. Hervorzuheben ist dabei vor allem, daß

- längerfristige Preisprojektionen für DV-Produkte sich in der Vergangenheit als notorisch unzuverlässig erwiesen haben,
- die nachfragewirksamen Finanzvolumina zu einem erheblichen Ausmaß von politischen Entscheidungsprozessen in Parlamenten und Verwaltungen über Höhe und Verwendungsstrukturen von Budgetmitteln bestimmt werden, und daß auch
- Preisüberwälzungsmöglichkeiten zum großen Teil das Ergebnis von Entscheidungen und Verhandlungsprozessen, z.B. über Pflegesätze oder Gebührenordnungen, sind, an denen Träger der staatlichen Gesundheitspolitik und Organe der Selbstverwaltungseinrichtungen im Gesundheitswesen beteiligt sind.

Trotz aller Schwierigkeiten einer Prognose im einzelnen gibt es aber doch Anhaltspunkte, die die Ausgabenentwicklung wenigstens soweit abschätzbar machen, daß eventuelle Risiken für die Kostenentwicklung im Gesundheitswesen erkennbar werden.

## Hypothesen über Kostensteigerungspotentiale durch medizinische Expertensysteme

### Kostensteigerungen sind zu erwarten durch ...

- ... Investitions- und Mietkosten für die Hardware
- ... Beschaffungskosten für die Software von Expertensystemen
- ... Wartungs- und Pflegeaufwand für die Systeme einschließlich der Wissensbasen
- ... Leistungsausweitungen infolge Überdiagnostik und Übertherapie
- ... medizinisch erforderliche zusätzliche diagnostische und therapeutische Leistungen
- ... unsachgemäßen Systemeinsatz
- ... Kontrollmaßnahmen zur Qualitätssicherung der Expertensysteme
- ... Zunahme von Schadenersatz- und Schmerzensgeldansprüchen von Patienten

### Kasten D-2

Es ist, wie schon im Abschnitt D.2 betont wurde, davon auszugehen, daß Expertensysteme in den nächsten 10 Jahren nur in kleine „Inseln“ des Gesundheitswesens eindringen werden. Die finanziellen Größenordnungen, um die es dabei geht, lassen sich durch die folgenden Zahlenangaben illustrieren:

- In Universitätskliniken wird es nach dem skizzierten Diffusionsszenario am ehesten zu einem breiten Einsatz von Expertensystemen kommen. Für die medizinischen Fakultäten der bayerischen Universitäten ist im Jahr 1987 von einer Arbeitsgruppe des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst ein Rahmenplan für den künftigen Einsatz der Datenverarbeitung bis zum Jahre 1992 ausgearbeitet worden. Diese „DV-Rahmenplanung Medizin“ weist für den Zeitraum 1986-1992 einen Finanzierungsbedarf für die DV-Ausrüstung der vier bayerischen Universitätskliniken von knapp 110 Mio. DM (ohne Berücksichtigung des zu erwartenden Preisrückgangs für DV-Geräte) aus. Von dieser Summe werden als Finanzierungsbedarf für Rechnerbeschaffungen im Bereich Expertensysteme 1,35 Mio DM, also etwa 1,2% des Gesamtbedarfs, ausgewiesen. Zur Beurteilung dieser Zahlen im Hinblick auf die Kostenentwicklung im Gesundheitswesen muß man sich in Erinnerung rufen,

daß die gesamten investiven Ausgaben im Rahmen der öffentlichen Krankenhausfinanzierung weniger als 3% der Gesundheitsausgaben insgesamt ausmachen. Zudem ist zu berücksichtigen, daß ein Teil der genannten DV-Investitionskosten nicht den Kosten der medizinischen Versorgung, sondern den Forschungsaufwendungen zuzurechnen ist.

- Anhaltspunkte für den Einfluß der Beschaffungskosten von Expertensystem-Software auf die Kosten der medizinischen Versorgung sind schwer zu finden, da ein Markt für solche Systeme erst in Ansätzen existiert. Marktgängige Produkte sind z.B.
  - DSM-III-X, ein Expertensystem zur psychiatrischen Diagnostik, das von der Beltz Test Gesellschaft zum Preis von 850 DM vertrieben wird;
  - CARDEXP, ein Expertensystem für die Diagnose und Therapie ischämischer Herzkrankheiten, das von der ungarischen Außenhandelsgesellschaft BUDAVOX zum Preis von 1990 US-Dollars angeboten wird;
  - das Scholz-Medis-Arzneimittelinformationssystem (SMA), das in seiner Basisversion etwa

3800 DM kostet; für die Programmpflege und die laufende Aktualisierung der Wissensbasis des Systems werden monatlich 25 DM berechnet.

Auch wenn viele prognostische Unsicherheiten hinsichtlich der finanziellen Auswirkungen des Einsatzes von Expertensystemen nicht auszuräumen sind, sind derzeit im Zusammenhang mit den Anschaffungs- und Betriebskosten dieser Systeme Risiken für die Kostenentwicklung der medizinischen Versorgung in einer gesundheitspolitisch bedeutsamen Größenordnung nicht erkennbar.

#### **4. Auswirkungen der Expertensysteme auf die Qualität der medizinischen Versorgung**

Was die Einschätzung der Chancen des Einsatzes von Expertensystemen für die Verbesserung der Versorgungsqualität angeht, so ist zu vermerken, daß die meisten Thesen (vgl. Kasten D-3), die Qualitätsverbesserungen der medizinischen Versorgung behaupten, bei den befragten Entwicklern Zustimmung fanden. Fast alle gehen davon aus, daß Qualitätsverbesserungen durch Vermeidung von ärztlichen Fehlern sowie durch bessere und spezifischere Arzneimittelverordnungen zu erwarten sind. Dies

### **Hypothesen über Potentiale zur Qualitätsverbesserung durch medizinische Expertensysteme**

#### **Qualitätsverbesserungen sind zu erwarten durch ...**

- ... Vermeidung von ärztlichen Fehlern, informationsbedingten Kunstfehlern, Behandlungsfehlern bei seltenen Krankheiten
- ... Standardisierung ärztlicher Leistungen, Objektivierung der Entscheidungsgrundlagen
- ... verbesserte (schnellere, aktuellere) Verbreitung des Wissens
- ... Basierung von Entscheidungen auf komplexerem Wissen
- ... genauere und sicherere Diagnosen, genauere Interpretation von Befunden
- ... spezifischere Therapieempfehlungen
- ... schnellere Therapieentscheidungen
- ... bessere und spezifischere Arzneimittelverordnungen, z.B. Minimierung von Neben- und Wechselwirkungen
- ... bessere Koordinierung der Patientenführung
- ... Unterstützung der Kommunikation im Behandlungsprozeß
- ... Erleichterung der Qualitätskontrolle

**Kasten D-3**

belegt, daß die Unterstützung der ärztlichen Tätigkeit, die von Expertensystemen primär erwartet wird, in der besseren Bewältigung der Informationsüberflutung durch die enorme Zunahme des medizinischen Fachwissens gesehen wird. Geteilter Meinung sind die Befragten lediglich im Hinblick auf die Thesen, daß Expertensysteme die Kommunikation des medizinischen Personals im Behandlungsprozeß unterstützen und daß über eine verbesserte Kommunikation auch eine verbesserte Koordinierung der verschiedenen Versorgungsabläufe im Rahmen der Behandlung eines Patienten erreicht wird.

Die Einschätzungen der Risiken für die Versorgungsqualität (vgl. Kasten D-4) fallen deutlich uneinheitlicher aus als die Einschätzungen der Chancen. Die deutlichste Zustimmung der Befragten fan-

den die Thesen, daß Risiken für die Versorgungsqualität durch unkritisches Vertrauen in die Systeme und Überschätzung ihrer Leistungsfähigkeit, durch diagnostische oder therapeutische Fehler aufgrund fehlerhafter oder veralteter Wissensbasen sowie durch mangelhafte Evaluierung und Validierung der Systeme vor ihrem praktischen Einsatz zu befürchten seien. Interessant an diesem Ergebnis, das, wie schon erwähnt, zum erheblichen Teil auch die Einschätzung von Systementwicklern wiedergibt, ist, daß alle drei Thesen die Vermutung implizieren, die Anwender könnten beim Einsatz von Expertensystemen von zu hohen Erwartungen hinsichtlich der „Produktqualität“ ausgehen.

Mit großer Mehrheit zurückgewiesen wurden Befürchtungen, der Einsatz von Expertensystemen könne zu Verzögerungen der Therapieentscheidung

### **Hypothesen über Quellen der Qualitätsverschlechterung durch medizinische Expertensysteme**

#### **Risiken für die Versorgungsqualität sind zu erwarten durch ...**

- ... unkritisches Vertrauen in die Systeme, Überschätzung ihrer Leistungsfähigkeit
- ... nachlassendes Verantwortungsgefühl
- ... unsachgemäße Handhabung der Systeme, z.B. mangels angemessener Ausbildung
- ... Fehldiagnosen und falsche Therapien aufgrund fehlerhafter oder veralteter Wissensbasen
- ... Verzögerung der Therapieentscheidung
- ... mangelhafte Überwachung der Systeme
- ... Unverträglichkeiten zwischen Systemen
- ... unpersönlichere Versorgung, Humanitätsverlust infolge Rationalisierung
- ... Überdiagnostik, Übertherapie
- ... Vernachlässigung weniger quantifizierbarer Informationen, globaler Zusammenhänge
- ... übermäßige Technisierung der Versorgung

#### **Kasten D-4**

führen. Auch die Hypothese, daß die Anwendung von Expertensystemen die Gefahr der Überdiagnostik und Übertherapie in sich birgt, findet bei 2/3 der Befragten keine Zustimmung. Differenziert beurteilt werden im Hinblick auf den Einsatz von Expertensystemen Thesen, die auch in der generellen Kritik an der fortschreitenden Technisierung der medizinischen Versorgung häufig aufgenommen werden: Zum einen wird die These einer Enthumanisierung im Sinne einer strengen Rationalisierung der Versorgungsabläufe und einer damit einhergehenden Verminderung der persönlichen Zuwendung zum Patienten von der Mehrheit der Befragten nicht akzeptiert. Durchaus geteilt werden hingegen die Befürchtungen, daß Expertensysteme einen Faktor im Technisierungsprozeß darstellen könnten, der ganzheitliche Betrachtungsweisen unter Verwendung umfangreichen Kontextwissens und unter Berücksichtigung emotionaler Komponenten der Arzt-Patient-Beziehung zugunsten einer „naturwissenschaftlich-partikularisierenden“ Betrachtungsweise (weiter) zurückdrängen könnte.

Empirische Befunde über die Effekte des Einsatzes von Expertensystemen auf die Qualität der medizinischen Versorgung liegen bislang kaum vor. Hinsichtlich der These, daß der Einsatz von Expertensystemen zu Überdiagnostik und Übertherapie führt, deuten die verfügbaren empirischen Indizien eher auf gegenteilige Auswirkungen hin. Generell muß konstatiert werden, daß es bislang offenbar nur sehr vereinzelt Versuche gegeben hat, Auswirkungen von Expertensystemen auf den Versorgungsprozeß zu untersuchen.

Die Bitte an die Teilnehmer der Befragung, Quellen mit einschlägigen Studien zu nennen, führte nur im Hinblick auf zwei Systeme zu greifbaren Ergebnissen. Die Ergebnisse der Umfrage zu diesem Punkt decken sich mit den Resultaten anderer Studien zur Evaluation von Expertensystemen. In Anbetracht dieser unbefriedigenden Situation verdient ein Projekt an der Medizinischen Poliklinik der Universität München besondere Aufmerksamkeit: Hier wird im Rahmen der Validierung und Weiterentwicklung eines Expertensystems zur Differentialdiagnose rheumatischer Erkrankungen der Versuch unternommen, die Auswirkungen der Anwendung dieses Systems auf die Inanspruchnahme diagnostischer Tests zu untersuchen. Ergebnisse liegen derzeit allerdings noch nicht vor.

##### **5. Auswirkungen der Expertensysteme auf das Arzt-Patienten-Verhältnis**

Es hat den Anschein, daß ärztliche Anwendungen von Experten- oder anderen Computersystemen geringfügige, jedoch deutlich wahrnehmbare Änderungen im Kommunikationsverhalten von Arzt und Patient bewirken. Diese allerdings als „Enthumanisierung“ zu bezeichnen, wäre wohl eine Übertreibung. Im einzelnen ließen sich folgende Beobachtungen treffen:

— Die Verhaltensweisen der Ärzte bei der Computernutzung unterliegen großen Variationen, die

zum Teil vom Umgangsstil des Arztes mit den Patienten und seinen Erfahrungen mit Computern abhängen. Wenn Ärzte noch relativ unerfahren im Umgang mit Computern sind, dann fällt es solchen mit einem „direktiven“ Führungsstil leichter, den Computer in ihre normale Arbeitsweise zu integrieren. Diese Ärzte betrachten den Computer auch als weniger störend in der Konsultationssituation als Ärzte mit einem weniger „direktiven“ Führungsstil. Es ist aufgrund der veröffentlichten Studien schwer entscheidbar, ob sich hierin abzeichnet, daß die „Computerisierung“ der Medizin eine Tendenz zu direktem Verhalten des Arztes fördert, oder ob es sich um ein Übergangsphänomen handelt, das mit zunehmender Vertrautheit des Arztes mit dem Computer verschwindet. Es hat sich gezeigt, daß die Verwendung eines computergestützten Therapiekontroll-Systems aufgrund der für den Patienten transparenten Informationsdarbietung eine kooperative und interaktive Arzt-Patient-Beziehung fördern kann. Voraussetzung hierzu ist allerdings große Erfahrung des Arztes in der Verwendung des Computerprogramms.

- Bei ungeübten Ärzten besteht die Gefahr, daß die Bedienung des Computers, sofern sie direkt während der Konsultation vorgenommen wird, Aufmerksamkeit vom Patienten abzieht.
- In weiten Strecken werden zwischen Arzt und Patient „unausgesprochene“ Informationen ausgetauscht, die direkt nicht im Computer darstellbar sind. Insofern können sich die im direkten Patient-Computer-Dialog erhebbaren Befunde nur auf ein Segment des klinischen Informationsflusses stützen.
- Die Patienten scheinen die Verwendung von Computern durch den Arzt nicht von vornherein abzulehnen. Sie sehen darin einen Kompetenzgewinn des Arztes, wenngleich im kommunikativen Bereich eine leichte Belastung entstehen mag. Manche Patienten empfinden den (vom Arzt verwendeten) Computer dennoch als Störung der Arzt-Patient-Beziehung.

Auf die Informationsvermittlung von und an Patienten scheint sich die Computerverwendung, sofern die zu übermittelnden Informationen hierzu geeignet sind, positiv auszuwirken:

- Computergestützte Patientenschulung führt zu besserem Patientenwissen. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß im Computerdialo- g Teile der Schulung beliebig oft wiederholt werden können. Weiterhin ist die Schulung individualisiert und kann ohne soziale Kontrolle durchgeführt werden.
- Die Befunde zur computergestützten Symptombefragung sowie zur Patientenschulung mit Computern zeigen, daß die Anonymität der Informationseingabe bzw. -ausgabe am Computer von Patienten bei sozial tabuierten Themen (z.B. bei Alkoholismus) als wohltuend empfunden wird. „Unpersönliche“ Kommunikation ist offensichtlich nicht automatisch gleichzusetzen mit „inhumaner“ Kommunikation.



## Handlungsfeld

Expertensystemanwendung bei sozial tabuierten Themen

**Ausschüsse:** Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung  
Jugend, Familie, Frauen & Gesundheit  
Arbeit & Soziales

**Option:** Den Bundesminister für Forschung und Technologie auffordern, im Rahmen seines Programms "Forschung und Entwicklung im Dienste der Gesundheit" eine Untersuchung in Auftrag zu geben, in der die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Expertensystemen für die Beratung von Patienten bei sozial tabuierten Themen (z.B. bei Alkoholismus, AIDS) aufgezeigt werden.

Fraglich bleibt allerdings, ob eine in bestimmten Teil-Situationen vom Patienten als entlastend empfundene unpersönliche Kommunikation die weitere Behandlung — beispielsweise eines Alkoholismus — auch verbessert.

Bei einer kleinen Gruppe von 40 Patienten wurden Interviews durchgeführt, die die Meinungen der Patienten über die Auswirkungen des Computereinsatzes auf die Arzt-Patient-Beziehung zum Inhalt hatten. Bei den Patienten handelte es sich zur Hälfte um Diabetiker, die von Ärzten mit einem computergestützten klinischen Informationssystem (Camit) in der Selbstkontrolle des Diabetes geschult und beraten worden waren. Die andere Hälfte bestand aus Diabetes-Patienten, die in der gleichen Abteilung konventionell betreut worden waren. Die Meinungen der einen Patientengruppe basieren daher auf Erfahrungen, die der anderen Gruppe auf (positiven oder negativen) Erwartungen.

Die Meinungen der Patienten, die in dieser Stichprobe erhoben werden konnten, stimmen in der Tendenz mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen überein: Von den Patienten werden Befürchtungen eines unpersönlichen Arzt-Patient-Verhältnisses

oder einer verminderten zeitlichen und persönlichen Zuwendung des Arztes infolge einer ärztlichen Benutzung eines Computers nur in geringem Umfang geäußert. Die Leistungsfähigkeit des Computers zur Unterstützung des Arztes wird vom weitaus überwiegenden Teil der Patienten positiv beurteilt. Damit ist auch die Erwartung einer Kostenersparnis und zügigeren Durchführung der medizinischen Versorgung verbunden.

Diesem im wesentlichen positiven Bild stehen Befürchtungen gegenüber, daß die Zugänglichkeit der im Computer gespeicherten Daten für den Patienten nicht mehr überschaubar ist.

Bei der Würdigung der positiven wie skeptischen Auffassungen über die Auswirkungen von Computern in der Medizin ist zu beachten, daß es sich um die von den Patienten geäußerten Meinungen handelt. Die Patienten sind beispielsweise in Sorge, daß der Datenschutz bei der Speicherung medizinischer Informationen nicht in gleichem Umfang aufrechterhalten werden kann, wie wenn sie beispielsweise diese Informationen einem Arzt persönlich mitteilen und dieser diese Informationen in herkömmlicher Weise dokumentiert. Die sachliche Berechtigung

**9****Handlungsfeld****Bedingungen des Einsatzes von Computern und Expertensystemen in der Medizin**

**Ausschüsse:** Arbeit & Sozialordnung  
Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung  
Jugend, Familie, Frauen & Gesundheit  
Wirtschaftliche Zusammenarbeit

**Option:** Die Selbstverwaltungsorgane des Gesundheitswesens (Krankenversicherung, Ärztenbund, Träger der Krankenhäuser, etc.) auffordern, Computereinsätze, die das persönliche Verhältnis zwischen Ärzten und Patienten berühren, stets unter Mitwirkung aller Betroffenen zu planen.

**Option:** Den Bundesminister für Jugend, Familie, Frauen und Gesundheit auffordern, das Bundesgesundheitsamt zu veranlassen, bei der Zulassung computergestützter Patientenüberwachungsgeräte technische Eigenschaften zu fordern, die eine regelmäßige Kontrolle durch den Arzt notwendig machen.

**Option:** Die Entwickler und Anwender medizinischer Expertensysteme auffordern, beim Einsatz der Systeme, beispielsweise bei der Überwachung chronisch Kranker, in keinem Falle eine völlige "Entkoppelung" des Patienten von seinem Arzt zuzulassen.

**Option:** Den Bundesminister für wirtschaftliche Zusammenarbeit auffordern, zu prüfen, ob der Einsatz medizinischer Beratungssysteme in Ländern mit gering entwickelter medizinischer Versorgung gefördert werden soll, und darüber dem Deutschen Bundestag Bericht zu erstatten.

dieser Patientenbefürchtungen (wie auch positiver Erwartungen) mag bezweifelt werden. Einerseits wird gerade dem Schutz medizinischer Daten in computergestützten Informationssystemen große Aufmerksamkeit geschenkt, und es existieren zahlreiche technische Sicherungsmöglichkeiten des Datenzugangs (beispielsweise paßwortgesteuerte Zugangsbefugnisse). Andererseits werden auch im traditionellen klinischen Versorgungsablauf umfangreiche medizinische Daten dokumentiert und gespeichert, deren Unzugänglichkeit für Unbefugte nicht unbedingt besser gewahrt ist als es in DV-gestützten Datenbanken der Fall ist. Ungeachtet dieser Sachlagen müssen die Befürchtungen der Patienten als bedeutender subjektiver Vorbehalt gegenüber der Verwendung von Computern in der Medizin ernstgenommen werden. Als Empfehlung wäre abzuleiten, daß Patienten, die mit DV-unterstützten Verfahrensabläufen in der klinischen Medizin in Berührung kommen, darüber aufgeklärt werden sollten, in welcher Weise ihre Daten gespeichert werden und welche technischen und organisatorischen Schutzvorkehrungen gegen mißbräuchlichen Zugang existieren.

Die von den Gutachtern durchgeführte Patientenbefragung ermöglicht es, die Meinungen von „computererfahrenen“ und „nicht computererfahrenen“ Patienten miteinander zu vergleichen. Bei diesem Vergleich fallen die Urteile der „computererfahrenen“ Patienten durchweg positiver aus als die der anderen Patienten: sie sind wesentlich unbefangener gegenüber Computern, befürchten seltener Auswirkungen im Sinne unpersönlicher Versorgung und schätzen die Leistungsfähigkeit der Computer höher ein. Auch bei ihnen sind jedoch Befürchtungen eines unkontrollierten Zugangs zu ihren Daten anzutreffen.

Aufgrund der besonderen Eigenschaften der beiden Patientengruppen in der Erhebung ist jedoch die Schlußfolgerung nicht statthaft, der Umgang mit Computerverfahren in der Medizin mache die Patienten diesen gegenüber aufgeschlossener. Vielmehr scheint es umgekehrt zu sein: Patienten, die den modernen DV-Techniken aufgeschlossener gegenüberstehen, werden offensichtlich bevorzugt an die pionierhaften Insellösungen computergestützter Betreuung herangeführt. Das Durchschnittsalter dieser Patienten ist niedriger als das der anderen Patienten, ihr Bildungsniveau höher. Möglicherweise zeichnet sich im Kontrast dieser Patientengruppen ein generatives Übergangsphänomen ab: Durch das zunehmende Eindringen von modernen DV-Techniken und Verfahren der künstlichen Intelligenz in alle Lebensbereiche wird den jungen Menschen, die parallel zu diesem Prozeß heranwachsen, die Allgegenwärtigkeit der Computer immer selbstverständlicher. Gleichzeitig sind sie in stärkerem Maße geübt, mit diesen neuen Medien umzugehen bzw. sich ihre Leistungsfähigkeit instrumentell zu eigen zu machen. Beides könnte dazu führen, daß sie auch in bezug auf die persönliche Atmosphäre der Arzt-Patient-Beziehung den Computer weniger als eine unpersönliche Technik sehen, sondern als ein nutzbringendes Instrument, das sowohl die Kompetenz des Arztes als auch die des Patienten verbessert. In diese

Richtung deuten auch die Ergebnisse einer anderen Befragung, die zeigen konnte, daß junge Diabetiker in der computergestützten Kontrolle von Blutzuckerwerten übereinstimmend eine schnellere und überzeugendere Datenauswertung und -präsentation, verbunden mit einer besseren Vermittlung der Einstellungsqualität, erhöhter Motivation zur Selbstkontrolle und einer partnerschaftlichen Therapiekontrolle im Verhältnis Arzt-Patient sehen.

Diese hohe Akzeptanz der modernen DV-Verfahren bei der jungen Patientengeneration wirft natürlich die Frage auf, wie die Akzeptanzschwellen bei älteren Patienten zu überwinden sind, damit unter dem Gesichtspunkt der Chancengleichheit nicht nur ausgewählte Patienten in den Genuß verbesserter klinischer Versorgung durch den Einsatz von Informations-, Konsultations- oder Expertensystemen kommen.

Obwohl die Ergebnisse aus dem Bereich der Diabetes-Betreuung mit vergleichsweise schmaler empirischer Basis gewonnen wurden, weisen sie tendenziell über diesen Bereich hinaus. Dies läßt sich einerseits durch die gute Übereinstimmung dieser Ergebnisse mit denen anderer veröffentlichter Studien belegen. Andererseits läßt es sich aus der grundsätzlichen Anwendungssituation heraus ableiten: In Teilbereichen der medizinischen Versorgung sind chronisch kranke Patienten auf die Selbstkontrolle ihres Krankheitsverlaufs angewiesen. Dabei fallen Informationen in vielen Fällen in quantitativer Form an. Beim Diabetes mögen es die Blutzuckerwerte, bei der essentiellen Hypertonie (Bluthochdruck) die Blutdruckwerte sein. Eine Selbstbeobachtung derartiger Meßwerte, ihre Speicherung in einem einfachen Medium sowie ihre sachgerechte Aufbereitung und Auswertung für das beratende Gespräch mit dem Arzt sind demnach Aufgaben, für die sich Informationssysteme eignen, die nicht nur auf die Diabetiker-Selbstkontrolle beschränkt sind.

Die Selbstkontrolle des Patienten über seinen Gesundheits- und Krankheitszustand macht ihn in alltäglichen Standardsituationen unabhängiger vom Arzt. Dies bedeutet jedoch nicht, daß das Arzt-Patient-Verhältnis hierdurch entkoppelt werden kann oder darf. Jedes Konsultationssystem, das einem Patienten an die Hand gegeben wird, bedarf einer eingebauten Kontrolle, die anzeigt, wann die Kompetenz des Patienten zur Selbstkontrolle nicht mehr hinreicht. Diese Kontrolle kann wirksam werden bei unsachgemäßer Bedienung, unplausiblen Werten oder bei der Überschreitung von Grenzwertbereichen, die das Einschreiten des Arztes erforderlich machen.

Weiterhin bleibt eine Bindung des Patienten an den Arzt auch bei computergestützter Selbstkontrolle seiner Krankheitsparameter erhalten, weil der therapeutische Prozeß in der Regel weit über das relativ schmale Spektrum von Informationen und Problemlagen hinausgeht, die durch speicherbare Informationen darstellbar und kontrollierbar sind. Hierzu gehören die ganzheitliche Bewertung des Gesundheitszustandes und der Krankheiten des Patienten, einschließlich der Problemlagen des täglichen Lebens und der Lebensführung.

## 6. Entwicklungslinien der Medizintechnik

Am Ende des letzten Abschnitts wurde angedeutet, daß medizinische Expertensysteme einen weiteren Faktor im Technisierungsprozeß der Medizin darstellen können, mit der möglichen Folge, daß ganzheitliche Betrachtungsweisen des Menschen und seiner Krankheiten zugunsten einer „naturwissenschaftlich-partikularistischen“ Betrachtungsweise (weiter) zurückgedrängt werden. Ob sich diese Befürchtungen bestätigen werden, ist heute nicht abschätzbar. Es hat aber immer Stimmen gegeben, die forderten, die Medizin solle sich bei der Suche nach Fortschritten in der Krankenheilung nicht ausschließlich auf Weiterentwicklungen der Erkenntnisse aus den Naturwissenschaften konzentrieren.

Technik hat in der Medizin stets eine Rolle gespielt. Vor allem seit der Entdeckung der Röntgenstrahlen vor 100 Jahren hat die Medizintechnik in Form immer komplizierterer und kostspieligerer Geräte breiten Eingang in die Krankenhäuser und die Arztpraxen gefunden. Die Möglichkeiten, die die Medizintechnik heute eröffnet, machen einen entscheidenden Teil unserer Gesundheitsversorgung aus. Der Einsatz moderner Medizintechnik wird sowohl von Ärzten als auch von Patienten gefordert.

Andererseits wächst der Vorwurf, daß bei der Personal- und Ressourcenzuteilung im Krankenhaus zunehmend der Medizintechnik Vorrang vor der pflegerischen Krankenversorgung eingeräumt wird. Zweifelsohne ist es durch medizinische Großgeräte zu teilweise dramatischen Fortschritten in der Diagnostik gekommen. Es wird aber darauf hingewiesen, daß eine technisch aufwendige Diagnostik vielfach ohne entsprechende therapeutische Konsequenzen bleibe: Ein Blick auf die Statistik zeige, daß Fortschritte in der technischen Apparatemedizin nicht verhindern konnten, daß immer mehr Menschen an Erkrankungen litten, die durch eine naturwissenschaftlich-technisch orientierte Medizin offenbar nicht beeinflußt werden könnten.

Tatsächlich zeigen die Zahlen des Statistischen Bundesamtes, daß die Zahl der chronisch Kranken je 10.000 Einwohner von 867 im Jahre 1974 und 913 im Jahre 1978 schließlich auf 996 für das Jahr 1982 angestiegen sind.

Vielfach wird — auch mit Hinweis auf die enormen Kostensteigerungen im Gesundheitswesen — von einem Versagen der Schulmedizin und ihrer Medizintechnik bei vielen Krankheiten gesprochen. Von ihren Gegnern wird der Schulmedizin, mit ihrem streng naturwissenschaftlichen Modell vom Menschen und seiner Krankheiten, die Befähigung für ein tieferes Verständnis der vielfältigen Natur des Lebens abgesprochen. Jüngere Umfragen zeigen, daß etwa 80% unserer Bevölkerung der Anwendung von Naturheilverfahren zumindest aufgeschlossen gegenüberstehen. Immer mehr Patienten suchen bei

Krankheiten naturheilkundig orientierte Ärzte auf oder weichen wegen des noch mangelnden Angebots auf Heilpraktiker aus.

Möglicherweise stehen hinter der Sympathie für eine „andere“ Medizin eine neue Sichtweise von Krankheitsprozessen und der Wunsch des Patienten, in seiner „Ganzheitlichkeit“ angesprochen zu werden. Vertreter „ganzheitlicher Medizin“ fassen Krankheiten auch als Warnsignale des Körpers auf, die Fehlentwicklungen auf seelischem oder geistigem Gebiete anzeigen. Die Behandlung der Krankheit wird nicht als Beheben einer „Panne“ verstanden und auf die Suche nach einem konkreten Krankheitsverursacher beschränkt. Die auf körperlichen Symptomen basierende Betrachtungsweise von Ursache und Wirkung wird ergänzt durch die Betonung der Tatsache, daß auch eine noch so kunstgerecht verschlossene Operationswunde nicht ohne die Selbstheilungskräfte des Organismus vernarben könnte, und daß keine ärztliche Therapie ohne diesen „inneren Arzt“ im Patienten wirksam werden kann.

Mit der oft anzutreffenden Reduktion der Diskussion um den notwendigen medizinischen Fortschritt auf den Fortschritt der Medizintechnik werden aus der Sicht der Vertreter einer ganzheitlichen Medizin wissenschaftsgeleitete Entwicklungen hin zu einer „Heiltechnik“, anstelle einer erfahrungsmedizinischen Naturheilkunde, gestärkt. Auch durch medizinische Expertensysteme werde der Technisierung der Medizin tendenziell Vorschub geleistet. Eine ausgewogene Verbindung von unverzichtbarer Medizintechnik mit Prinzipien ganzheitlicher Medizin stehe noch aus.

## 7. Zusammenfassung

Trotz langjähriger Forschungs- und Entwicklungsaufwandes sind Expertensysteme im Bereich der Medizin kaum in den praktischen Einsatz gelangt. Bis zum Jahr 2000 werden allenfalls Anwendungen in kleinen „Inseln“ des Gesundheitswesens an der Tagesordnung sein. Die Abschätzung möglicher Auswirkungen des Einsatzes von Expertensystemen auf die Kosten und die Qualität der Gesundheitsversorgung hat von daher weitgehend spekulativen Charakter.

Die Anschaffungs- und Betriebskosten der Expertensysteme werden nach Auffassung der Gutachter keine gravierenden Auswirkungen für die Kosten der medizinischen Versorgung haben. Für relativ unwahrscheinlich wird gehalten, daß Expertensysteme zur Übertherapie oder Überdiagnostik führen werden. Bei entsprechender Gestaltung der Anwendung bieten Expertensysteme für chronisch erkrankte Patienten die Chance zur Verbesserung ihres Wissens, um mehr Eigeninitiative bei der Therapie zu übernehmen.

## ABSCHNITT E

## Querschnittsprobleme beim Einsatz von Expertensystemen

## 1. Zuverlässigkeit und Verantwortbarkeit des Einsatzes von Expertensystemen

Im Verlauf ihrer relativ kurzen Geschichte ist die elektronische Datenverarbeitung in immer mehr Bereiche des täglichen Lebens vorgedrungen: Rechnungen werden mittlerweile automatisch mit Computern erstellt; Verkehrssysteme großer Städte werden von zentralen Leitrechnern geregelt; die meisten Flugzeugstarts und -landungen werden von „Autopiloten“, d.h. Computerprogrammen, durchgeführt. Diese Beispiele ließen sich beliebig ergänzen. Nach anfänglichen Pannen — man erzählt von einem Rechner, der eine offene Rechnung über DM 0,00 hartnäckig anmahnte und sich erst zufrieden gab, nachdem ein Scheck über diese Summe als eingegangen verbucht wurde — laufen die meisten Programme zuverlässig und reibungslos. Vielfach ist es nur noch durch den Einsatz von Computern möglich, in einer konkreten komplexen Handlungssituation überhaupt handeln zu können. So wäre die Dichte des heutigen Flugverkehrs ohne Rechner erst gar nicht möglich gewesen, und der internationale Handel würde ohne global vernetzte Computersysteme sehr viel langsamer vor sich gehen.

Derartige Entwicklungen geben allerdings auch Anlaß zur Sorge, weil mit der zunehmenden Abhängigkeit von Rechnern die Verletzlichkeit einer Gesellschaft wächst:

- Durch unerwartete Naturphänomene (etwa elektromagnetische Wellen), kriegerische Handlungen oder auch durch „Hacker“ können wesentliche Programme zerstört werden, was zum Zusammenbruch wichtiger Bereiche führt.
- „Intelligente“ Programme ermöglichen generell, die Systemkomplexität technischer Prozesse zu erhöhen. In der Regel erhöhen sich damit aber auch Fehleranfälligkeiten und Gefahrenpotentiale bzw. die Risiken des Systemversagens.

Kritiker, wie der KI-Pionier Joseph Weizenbaum, sind der Meinung, daß die zuletzt genannte Situation teilweise bereits heute vorliege. Beispielsweise sei der Kollaps in einem wichtigen Bereich wie dem Bankenwesen nur noch eine Frage der Zeit. Diese Auffassung läßt sich zumindest mit dem spektakulären Beispiel des Börsenkrachs von 1987 belegen, der nicht zuletzt durch automatisch auf das Börsengeschehen reagierende Computerprogramme beschleunigt wurde: Viele Programme enthalten die Empfehlung, Aktien zu verkaufen, wenn ihr Kurs unter ein bestimmtes Niveau fällt. Durch die so ausgelösten Verkäufe fällt der Kurs weiter, mit der Folge, daß weitere Verkaufsprogramme durch Unterschreiten anderer Toleranzschwellen in Gang gesetzt wer-

den: Der Kurs fällt dann noch weiter und löst in einer fortgesetzten Kettenreaktion andere Programme aus.

In der Literatur wird die solchen Phänomenen zugrunde liegende Problematik unter anderem unter dem Stichwort „Politische Kosten der Informationsgesellschaft“ diskutiert:

In der wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion ist es unstrittig, daß die Nutzung der Informations- und Kommunikationstechniken — also auch die Nutzung der Expertensysteme — die politische Meinungsbildung und die Funktionsfähigkeit der Demokratie beeinflussen werden. Strittig ist jedoch, in welcher Richtung und mit welchem Ergebnis dies geschehen wird:

- Optimisten erwarten beispielsweise eine höhere Effektivität staatlichen Handelns, eine stärkere Transparenz politischer Abläufe und breitere Konsensbildung durch intensivere Rückkoppelung zwischen politischen Systemen und Bürgern.
- Skeptiker rechnen zum Beispiel mit einer weiteren Stärkung der Stellung von Verwaltung und Experten („Technokratie“), mit einer Beeinträchtigung der Gewaltenteilung als Folge der Stärkung der Exekutive und mit einer ausgeweiteten Kontrolle des einzelnen Bürgers durch die Bürokratie.

Der (politikwissenschaftliche) Forschungsstand bietet bislang nur wenig konkrete Hinweise auf diese politischen Wirkungszusammenhänge.

Besondere Aufmerksamkeit kommt auch der Perspektive der „Beherrschbarkeit“ von Expertensystemen bei ihrem Einsatz im Militärbereich zu. Obwohl über dieses Feld aus naheliegenden Gründen nur wenige zuverlässige Informationen an die Öffentlichkeit gelangen, sind doch einige Zwischenfälle bekannt geworden, die ohne menschliches Eingreifen zu katastrophalen Folgen geführt hätten. Nicht verhindert werden konnte der Abschluß eines zivilen Großraumflugzeuges durch den US-Kreuzer „Vincennes“ über der Straße von Hormuz im Jahre 1988. Dieser Zwischenfall war Gegenstand einer Untersuchung durch den US-amerikanischen Kongreß, die deutlich machte, daß Fehler bei der Gestaltung und bei der Verwendung des automatischen Feuerleitsystems AEGIS — eines militärischen Expertensystems — maßgebliche Ursache für die Katastrophe war:

- Das System war für den Einsatz in weiten Seeräumen konzipiert worden. Dennoch wurde es in einer Mehrzahl von Fällen auch in Meeresengen eingesetzt.

- Die Wissensbasis war nachweisbar nicht vollständig.
- Alle verfügbaren Informationen wie auch alle Entscheidungsvorschläge kamen von Computerprogrammen. Alternative Kontrollmöglichkeiten bestanden nicht. Der Kommandant konnte in der konkreten Situation nicht einmal aus dem Fenster sehen, um das nahe Flugzeug direkt zu identifizieren.
- Überdies führte ein schwerer Fehler in der Expertensystemlogik zu einer falschen Klassifizierung: Das Flugzeug wurde als „im Sinkflug“ befänglich eingestuft, obwohl die Sensoren „steigend“ feststellten.

Informatiker und andere Fachleute sind nahezu einhellig der Meinung, daß der Einsatz autonom entscheidender Expertensysteme für militärische Zwecke, aber auch beispielsweise in Schaltwarten von Kernkraftwerken, wegen der mangelnden Zuverlässigkeit derartiger Systeme nicht zu verantworten ist. So wurde auf der Konferenz der Internationalen Föderation für Informationsverarbeitung (IFIP) zu den Chancen und Risiken von künstlichen Intelligenz-Systemen (ORAIS '89) ein Moratorium für entsprechende Systeme gefordert. Darüber hinaus verletzen autonom entscheidende Systeme für den Einsatz im Militärbereich wahrscheinlich bestehende, im Grundgesetz verankerte Privilegien von Parlament und Regierung, so daß ihre Verfassungskonformität sorgfältig zu prüfen ist.

Beteiligte Wissenschaftler, denen die Problematik autonom entscheidender Systeme bewußt ist, schlagen vor, Expertensysteme für die Simulation kritischer Situationen einzusetzen. Hier ist jedoch zu bedenken, daß nur solche Situationen simuliert werden können, die von den Programmen modelliert werden, d.h. vom Programmierer als wesentlich erkannte Faktoren berücksichtigen. Die Möglichkeit der Simulation kann zu einem falschen Gefühl der Sicherheit verleiten, den Notfall für beherrschbar zu halten, mit dem Ergebnis, daß nichttechnische Alternativen vernachlässigt werden.

Das Problem der Zuverlässigkeit von Computerprogrammen ist natürlich nicht neu; schon seit Ende der sechziger Jahre wird von einer „Softwarekrise“ gesprochen. Mit diesem Begriff wird ein Zustand bezeichnet, in dem man sich zunehmend auf Computerprogramme verläßt, die nicht voll verstanden werden. Die komplexen Programme, die weite Bereiche des täglichen Lebens steuern sollen, sind sowohl unzuverlässig als auch nicht voll verständlich.

Rein theoretisch sollte ein Anwender fehlerhafte Programme erkennen können, doch faktisch läßt sich diese Forderung gerade in kritischen Fällen nicht erfüllen:

- Die zunehmende Komplexität der Programme macht die Überprüfung der „Korrektheit“ ihrer Ergebnisse immer schwieriger.
- Für komplexe Aufgaben ist eine Überprüfung in der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich.

- Dadurch, daß das Programm in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle korrekte Ergebnisse liefert, verläßt sich der menschliche Benutzer zunehmend auf diese Korrektheit. Allmählich werden auch die Verfahren zur Überprüfung „verlernt“, so daß sie im Krisenfall nur schwer aktualisiert werden können.

Bei Expertensystemen und anderen Produkten der KI-Forschung kommen noch andere Momente hinzu. Das Programmieren kann hier als „ausreichende Annäherung an eine unvollständig spezifizierte Funktion“ bezeichnet werden. Dies ist einerseits für den Anwender ein Vorteil, weil es eine Ausdehnung des EDV-Einsatzes auf bisher unzugängliche Felder ermöglicht, andererseits sind die damit gewonnenen Ergebnisse bestenfalls ausreichend. Es wird nicht behauptet, daß sie korrekt seien.

Viele der Probleme, die durch KI-Programme gelöst werden sollen, sind in hohem Maße kontextabhängig. Angemessene Lösungen für die Probleme erfordern ausreichende Informationen über den jeweiligen Kontext des Problems. Die Überlegungen, die für einen bestimmten Lösungsvorschlag erforderlich sind, hängen sehr stark davon ab, wer zu welchem Zweck das Problem gelöst haben möchte. Gerade dies ist, wie in Abschnitt B dargelegt, nur mit großer Mühe in einem Computerprogramm zu erfassen.

Kontrovers sind Anwendungen sowohl konventioneller EDV-Programme als auch von Expertensystemen in Situationen, in denen der Mensch gar nicht mehr — oder lediglich als Kontrollinstanz — auftritt, ohne aber wirklich im Stande zu sein, die ihm zugeordnete Kontrollfunktion noch ausüben zu können. Daraus entstehen gravierende Verantwortungsprobleme, wie folgende Beispiele zeigen:

- Viele EDV-Programme werden mit dem Ziel geschrieben, menschliche Funktionsträger von routinemäßigen Tätigkeiten, die — manuell durchgeführt — zeitintensiv und monoton sind, zu entlasten. Die Ergebnisse dieser Tätigkeiten besitzen oft nur dann Gültigkeit, wenn bestimmte Ausgangsbedingungen vorliegen. Für viele Programme werden solche Bedingungen deshalb festgelegt und — ebenso wie die Prüfung der Plausibilität von Ergebnissen — in die Programme integriert. Eine manuelle Bearbeitung dieser Prüfschritte entfällt damit, d.h. die Einzelfallprüfung wird durch eine generelle Modellierung des Prüfverfahrens automatisiert. Ein Dilemma besteht dabei hinsichtlich der Verteilung der Verantwortung auf Programmierer, Programmbenutzer und die Personen, die für die Entscheidung, das Programm anstelle eines menschlichen Bearbeiters einzusetzen, letztlich zuständig waren.
- Immer mehr Anlagen werden im Routinebetrieb vollautomatisch durch Rechner gesteuert. Der Mensch wird nur noch zur Überwachung eingesetzt, soll aber im Notfall die Steuerung der Anlagen übernehmen. Hinter der Entwurfsphilosophie dieser Systeme steht häufig der Gedanke, daß menschliche Operateure unzuverlässig und ineffizient sind, weil sie sich langweilen, ermüden, erkranken, unter Streß geraten können und

**10****Handlungsfeld****Prüfung von Computerprogrammen**

**Ausschüsse:** Arbeit & Sozialordnung  
Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung  
Wirtschaft  
Innen

**Option:** Die gesetzliche Grundlage dafür schaffen, daß der Verkauf von Computerprogrammen, die nachweisbar fehlerhaft sind, bis zur Prüfung einer neuen Version verboten werden kann.

**Option:** Vorsorge treffen für die Prüfung sicherheitsrelevanter Computerprogramme durch:

- die Einrichtung eines Bundesamtes für die Prüfung von sicherheitsrelevanten Computerprogrammen

oder:

- Aufforderung an die Bundesländer, die technischen Überwachungsvereine mit der regelmäßigen Prüfung sicherheitsrelevanter Computerprogramme zu beauftragen.

oder:

- Aufforderung an die einschlägigen Wirtschaftsverbände (u.a. VDMA und ZVEI), Qualitätskriterien für Computerprogramme und Verfahren der Selbstkontrolle bei deren Herstellung zu entwickeln und anzuwenden.

ähnliches mehr. Deshalb seien sie soweit wie möglich aus der Steuerung komplexer Anlagen herauszuhalten. Die verbleibende Aufgabe des menschlichen „Kontrolleurs“ solcher Systeme bestünde dann nur noch darin, zu überwachen, daß die Anlage wie vorgesehen arbeitet. Falls sie dies nicht tut, sollte der Bediener entweder selbst korrigierend eingreifen oder kompetente Hilfe herbeirufen. Der manuelle Eingriff erfordert jedoch besondere Fähigkeiten, die bei mangelnder Übung verkümmern. Im Ernstfall besteht die Gefahr des Versagens der Überwacher.

- Bei komplexen, vernetzten Systemen besteht darüber hinaus die Gefahr, daß diese Systeme nicht mehr überschaubar und steuerbar sind, wenn eine große Zahl relativ autonomer Akteure und unabhängig voneinander entwickelte EDV-Programme zusammenwirken. Ein Beispiel hierfür bildet das Börsenwesen. Für Katastrophen, wie etwa den bereits erwähnten Kurssturz des Jahres 1987, sind im Prinzip alle Akteure verantwortlich — und damit letztlich niemand.

Lange gab es, im festen Glauben an die unbedingte Nützlichkeit des technischen Fortschritts, keine aus ethischer Perspektive geführte Diskussion über die Frage der Verantwortung im technischen Zeitalter. Heute ist die Situation dadurch gekennzeichnet, daß die Suche nach einer „Ethik für die technologische Zivilisation“ (Jonas) längst von der Erkenntnis bestimmt wird, daß der wissenschaftliche und technische Fortschritt die menschliche Verfügungsgewalt außerordentlich gesteigert hat. Verantwortung wird deshalb erstmals mit der Zukunft der Menschheit selbst in Verbindung gebracht. Dabei wird eindringlich darauf hingewiesen, wie notwendig es sei, die Reichweite des Begriffes der Verantwortung als eine historische Realität zu entdecken. Niemand könne bestreiten, daß die heute lebenden Menschen die Verantwortung tragen für die Entscheidung, ob es eine zukünftige Geschichte der Menschen überhaupt noch geben wird. Dahinter steht der Gedanke, daß der technologischen Entwicklung nicht irgendeine, sondern mit dem Mittel der Vernunft begegnet werden soll: Der Rationalität der Technologie — die wir als Hilfsmittel benutzen — soll eine „ethische Rationalität“ entgegengestellt werden. Technologie und Ethik sollen in eine Art Gleichklang oder Gleichschritt gebracht werden.

Über ein breites Spektrum wird innerhalb verschiedener Gruppen die Diskussion über die Verantwortbarkeit neuer Technologien aus ethischer Perspektive geführt. Die Kammer der Evangelischen Kirche Deutschlands beispielsweise fragt in der Studie „Die neuen Informations- und Kommunikationstechniken“ (Gütersloh 1985) auch gezielt nach den Möglichkeiten von Verantwortung: „Mit dem System- und Machtcharakter moderner Technik treten Zwänge in Erscheinung, die den Menschen erdrücken können. Im gleichen Maße, in dem sich der Mensch zunehmend der Übermacht seiner eigenen Werke gegenüber sieht, geht es darum, verstärkt die Weisheit zu erlernen, technische Prozesse in begleitender Verantwortung zu lenken und zu steuern“. Gefragt wird, ob Verantwortung noch möglich sei

angesichts von „Prozessen“, bei denen niemand mehr wisse, ob sie noch von „verantwortlichen“ Subjekten gesteuert werden.

Aus der Sicht der EKD-Studie sollte Technik „in den Dienst einer verantwortlichen Sozialkultur gestellt werden, in welcher der Reichtum des Lebens in kreativen, ganzheitlichen und solidarischen Lebensformen Ausdruck gewinnen kann“. Offenbar schließt dieser Horizont die Frage nach der Möglichkeit verantwortbaren „Handelns“ positiv ein.

Überträgt man diese tatsächlich noch sehr viel facettenreichere Diskussion über Ethik und neue Technologien auf die Frage nach der Verantwortbarkeit des Einsatzes „intelligenter“ technischer Hilfsmittel, so gibt es auch dort ein breites Spektrum von Positionen zur Frage nach verbleibenden Möglichkeiten verantwortbaren Handelns. So gibt es das Argument, daß wirkliche Wahlmöglichkeiten hinsichtlich der Nutzung solcher Hilfsmittel kaum noch bestehen, weil bestimmten, schwierigen und komplexen Steuerungsaufgaben nicht ausgewichen werden kann. Realem Handlungsdruck könne nur mit Hilfe des Einsatzes der Technik begegnet werden.

Erkennt man die Notwendigkeit des Einsatzes modernster Informationstechnik für derartig komplexe Aufgaben an, muß geklärt werden, welche Rolle der Mensch dabei spielen soll. Nach der Auffassung der starken Befürworter des Einsatzes solcher Technik kann diese Rolle mit zunehmender Fehlerfreiheit und Zuverlässigkeit der technischen Systeme immer nebensächlicher werden.

Einige Experten weisen darauf hin, daß informationstechnische Systeme vielfach nicht als Hilfsmittel für die daran arbeitenden Menschen entworfen wurden, sondern nach dem Ideal der Automaten, der Menschen ersetzen soll. Daraus folge eine Verkehrung von Subjekt und Objekt. Es entstehe die Gefahr, daß der Computer nicht mehr unterstützend, sondern beherrschend funktioniere. Aus dieser Perspektive sei der Einsatz „intelligenter“ technischer Hilfsmittel nur zu verantworten, wenn sie in technisch abgeschlossenen Problembereichen angewandt werden.

Notwendig sei ansonsten die Zeitsouveränität des Menschen zur Abwägung der Sinnhaftigkeit der von einem „intelligenten“ System gegebenen „Empfehlungen“. Nur so könne man zu vom Menschen verantwortbaren Entscheidungen kommen.

Auch die Festschreibung der Verantwortung für den Einsatz automatischer Entscheidungssysteme „vor Ort“, d.h. bei den Anwendern, Nutzern und Kontrolleuren der Systeme, ist heftig umstritten. Eine derartige Lösung würde dem beschriebenen Personenkreis eine pauschale Verantwortung für das reibungslose Funktionieren der Entscheidungssysteme zuweisen, obwohl bereits die Konstruktion und Auslegung der Systeme fehlerhaft sein könnten. Deshalb sei die Verantwortung in jenen Gruppen, Institutionen und organisatorischen Strukturen zu verankern, die über den Einsatz automatischer Hilfsmittel für bestimmte Situationen zu entscheiden haben. Die Delegation von Verantwortung auf letztlich anony-

**11****Handlungsfeld****Einsatz von Entscheidungssystemen****Ausschüsse:** Innen

Recht

Forschung, Technologie &amp; Technikfolgenabschätzung

**Option:** In die Aufzählung überwachungsbedürftiger Anlagen der Gewerbeordnung (§ 24, Abs. 3 GwO) solche aufnehmen, die einer Steuerung durch wissensbasierte Systeme unterliegen.

**Option:** Die Bundesregierung auffordern, einen Gesetzentwurf vorzulegen, der die Bedingungen des Einsatzes von Echtzeit-Entscheidungssystemen in Bereichen, in denen es um Sicherheit, Gesundheit, Umwelt und andere wertvolle Güter geht, geregelt sind. Ein solches Gesetz könnte neben der Definition von Sicherheits-, Kontroll- und Zuverlässigkeitsstandards auch Regelungen zur Zulassung bzw. zum Verbot von Computersteuerungen in spezifischen Bereichen enthalten.

**Option:** Alle beteiligten Entwickler und Anwender auffordern, sich einem Moratorium für in Echtzeit entscheidende Computersysteme in sicherheitskritischen Bereichen anzuschließen, bis ausreichend zuverlässige und rechtlich unbedenkliche Systeme verfügbar sind.

me Institutionen, auf die der zuletzt genannte Vorschlag hinausläuft, beantwortet jedoch nicht die im Grunde ethische Frage, ob Technologie zur Lösung von Problemen eingesetzt werden darf, die mit konventionellen Mitteln nicht mehr lösbar sind, d.h. genauer: Darf Technik eingesetzt werden, um Entscheidungen zu treffen, die der Mensch nicht verantworten kann?

Die Frage, inwiefern automatische Entscheidungssysteme in konkreten Situationen eingesetzt werden dürfen, ist letztlich politisch zu verhandeln. Weitere Ansatzpunkte für verantwortliches Handeln bei der Gestaltung „intelligenter“ Anwendungen der Informationstechnik liegen in einer sozialverträglichen Gestaltung von Expertensystemen, in der Anwendung und Weiterentwicklung von Mitbestimmungsrechten, in der rechtlichen Normung von Haftungsfragen und in der Anwendung des Datenschutzrechts. Diese Aspekte werden in den folgenden Abschnitten behandelt.

Die Bundesregierung erkennt die politische Dimension der zunehmenden Abhängigkeit der Industriegesellschaft von komplexen EDV-Systemen an, indem sie feststellt, daß „viele Bereiche von Wirtschaft und Verwaltung bereits heute von dem einwandfreien Funktionieren der Informationstechnik abhängig sind.“ (Vgl. Kasten E-1)

Besondere Gefahren dieser zunehmenden Abhängigkeit sind nach Auffassung der Bundesregierung:

- Der Verlust der Verfügbarkeit, der sich darin äußert, daß Programmfehler die Funktionalität von Systemen der Informationstechnik nachhaltig beeinträchtigen.
- Der Verlust der Informationssubstanz (Integrität), indem von unberechtigten Benutzern, beispielsweise innerhalb von Datennetzen, an Daten Manipulationen vorgenommen werden, bevor diese den eigentlichen Datenempfänger erreichen.
- Der Verlust der Vertraulichkeit, etwa in der Form des „Ausspähens“ von Informationen durch unbefugte Netzteilnehmer.

Der Bericht der Bundesregierung nennt als besondere Risiken der Vernetzung informationstechnischer Systeme:

- den Versuch des unberechtigten Zugriffs in andere Systeme
- die Nutzung von Daten und Informationen zu anderen Zwecken als denen, für die sie zur Verfügung gestellt wurden
- die mutwillige Zerstörung von Programmen oder Daten
- das Abfangen von Nachrichten, die für fremde Adressaten bestimmt sind
- das Löschen oder die Verfälschung von Nachrichten, bevor sie ihren eigentlichen Empfänger erreichen.

Die Bedeutung der Aspekte „Sicherheit“ und „Verletzlichkeit“ von Datensystemen dringt erst jetzt all-

mählich in das Bewußtsein der meisten Beteiligten, da die Forderungen nach effizienter und funktionsgerechter Gestaltung von Systemabläufen bislang Vorrang vor Sicherheits- und Verwundbarkeitsüberlegungen besaßen.

Der Ausbau von Datennetzen schreitet in einem rasanten Tempo fort und erfaßt sämtliche Bereiche des öffentlichen und privaten Lebens: staatliche Behörden, Industrie und Handwerk, den Dienstleistungssektor und inzwischen auch den Bereich der privaten Haushalte. Bei unkontrolliertem Ausbau dieser Netze befürchten manche Experten unweigerlich eine Zunahme der Verletzlichkeit der vom sicheren und verlässlichen Funktionieren dieser Informationsstrukturen abhängigen Gesellschaft.

Das von der Bundesregierung erkannte Problem der „hohen Verletzlichkeit der modernen Informationsgesellschaft“ kann nach fast einhelliger Meinung der Experten nicht durch die bereits angesprochene Möglichkeit der Abwälzung der Verantwortung für Fehler auf die unmittelbaren Nutzer und Bediener „vor Ort“ gelöst werden. Auch die Möglichkeiten der Wissenschaft, gegen Mißbrauch und andere unbeabsichtigte Nebenfolgen der Informationstechnik vorzugehen, dürften eher begrenzt sein. Gleichwohl kann die Wissenschaft Beiträge zur Vermeidung negativer Folgen der informationstechnischen Vernetzung beisteuern, indem sie entsprechende Maßnahmen entwickelt. Zu befürworten ist auch eine Beteiligung der Wissenschaft an der Diskussion um die gesellschaftlich verantwortbare Nutzung der Technik, um die Ergebnisse eines solchen Diskurses bei der Weiterentwicklung der Technik aufzugreifen. Beispielhaft hierfür könnte der Versuch des BMFT sein, die wissenschaftlichen Vereinigungen in einen Diskurs über Technikfolgen in der Informationstechnik einzubeziehen.

Überall dort, wo denkbare Fehlentscheidungen von wissensbasierten Systemen zu Schäden führen können, die auf eine Verletzung von verfassungsmäßigen Grundrechten oder anderer wichtiger Werte der Gesellschaft hinauslaufen, bietet sich die Möglichkeit eines Moratoriums für die Entwicklung und Anwendung derartiger Systeme an. Die mit dem Moratorium gewonnene Zeit könnte genutzt werden, um Systeme mit ausschließlicher Unterstützungsfunktion zu entwickeln, bei denen die Verantwortlichkeit der Benutzer außer Frage steht. Diese Fragestellung wird unter dem Stichwort „Sozialverträglichkeit“ ausführlich in Kapitel E.2 diskutiert.

Auch bei Systemen, die den Benutzer unterstützen sollen, stellt sich die Frage nach der Bandbreite des Sachverständigen, der in die jeweiligen Entscheidungsprozesse einbezogen werden soll. Im Sinne der fortschreitenden Demokratisierung von Entscheidungsprozessen bietet es sich an, Systeme zu entwickeln, die eine aktive Beteiligung von „Laien“ ermöglichen, die durchaus fundierten Sachverstand zu Entscheidungen beisteuern können, ohne im Sinne der formalen Ausbildung „Experte“ für das Gebiet zu sein. Die Entwicklung von Expertensystemen, die für eine solche Bandbreite an Sachverstand Konsultations- und Mitwirkungsmöglichkeiten bieten, er-

## Datensicherheit

Dr. Klaus Brunnstein  
Professor für Anwendungen der Informatik  
Universität Hamburg

Schneller als vergleichbare Techniken haben sich Methoden und Geräte der Informations- und Kommunikationstechniken in Wirtschaft und Staat, bei Verbänden und im Privatbereich durchgesetzt. Bereits 54 Jahre nach dem grundlegenden Patent von Konrad Zuse (1936) hängen heute Unternehmen und Behörden von der Verfügbarkeit und korrekten Arbeitsweise der IuK-Techniken ab; mit der weiteren Entwicklung, insbesondere der Vernetzung bisher einzelstehender Systeme und dem Angebot netzgestützter Informationsdienste, nimmt die Verletzlichkeit von Wirtschaft und Staat weiter zu.

Angesichts des hohen Nutzwertes der IuK-Techniken werden die zunehmenden Berichte über Computer-Unfälle und Angriffe auf Rechner und Netze mit Erstaunen und Betroffenheit registriert. In den Medien mehren sich Berichte über ein ganzes „Informatik-Bestiarium“:

- **Computer-„Viren“** gelangen über Anwendungsprogramme (sogar aus namhaften Softwarehäusern) in Personal Computer daheim und am Arbeitsplatz, wo sie sich vervielfältigen und unter bestimmten Bedingungen auch Programme und Daten schädigen oder gar zerstören; selbst ein Auftreten spaßig erscheinender „Viren“ (etwa das Abspielen von Liedern oder auf dem Bildschirm herunterfallende Buchstaben) schockieren die ahnungslosen Anwender.
- **Computer-„Würmer“** breiten sich in Rechnernetzen aus und können zu bestimmten Zeiten zahlreiche angeschlossene Computer befallen (wie der Internet-Wurm im November 1988, der über 1600 mittelgroße Rechner lahmlegte). Ein solcher Wurm wurde unlängst als politische Demonstration (gegen den Start der Plutonium-betriebenen Galileo-Raumsonde) in die Netzwelt gesetzt (WANK = Worm Against Nuclear Killers).
- **„Trojanische Pferde“** werden von oft jungen, begrenzt kompetenten Personen in fremde Systeme eingepflanzt, denen sie dazu dienen, sich in fremden Rechnern beliebig bewegen zu können. Verschiedentlich haben auch deutsche Hacker internationale Computernetze heimgesucht (NASA, KGB-Hack).

Während die hier beschriebenen „Anomalien“ in der Welt der Datenverarbeitung weit verbreitet sind (so dürften 1990 etwa 10–15 über 2.500.000 in Deutschland eingesetzten Personal-Computer mit mindestens einem der nahezu 300 Computer-„Viren“ verseucht sein), sind analoge Erscheinungen aus der Welt wissenschaftlicher Systeme noch nicht bekannt. Es gibt aber zu denken, daß die Wissensbasen weltbekannter Expertensysteme oft nicht einmal durch ein Paßwort (selbst ein schwacher Schutz) gesichert sind. Die Gefährlichkeit solcher Denkspiele verbietet es dem Autor, hier zu den erwähnten „Anomalien“ analoge KI-System-„Bestien“ zu erörtern (zumindest solange man dazu weder Erkennungs- noch Vermeidungsmethoden kennt).

Die dargestellten (und weitere) Erscheinungen, bisweilen Programm-„Anomalien“ genannt, haben ihre Ursache in oft unzureichender Vorsorge der Nutzer und Anwender; sie sind aber vor allem auf **Denkfehler von Informatikern** in Wissenschaft und Industrie zurückzuführen. So meinte schon 1945 einer der Gründer dieses Gebietes, John von Neumann, die von ihm konzipierte Rechnerarchitektur entspreche der Organisation des menschlichen Gehirns. Seit damals wird unterstellt, Menschen könnten selbst komplexe Computersysteme kontrollieren, weil die darin ablaufenden Algorithmen menschlichem Vorgehen entsprächen. Inzwischen weiß man, daß heute verfügbare Computersysteme zu komplex (also zu umfangreich und zu unüberschaubar in ihren Reaktionen) sind, als daß sie einfach beherrscht werden können.

---

**Kasten E-1 (Anfang)**

Neben fehlerhaftem Gebrauch sind aber die **Schäden durch Mißbrauch** gefährlicher. Während diese Probleme bereits in den 50'er Jahren diskutiert wurden, fehlen in den Konzepten der heute verbreiteten Computer-Systeme ausgerechnet diejenigen Mechanismen, auf welche ein Unternehmen, eine Behörde oder ein einzelner Anwender sich verlassen: daß Rechner korrekt und verläßlich arbeiten, daß sie bei Bedarf verfügbar sind, daß sie resistent gegen die erwähnten Computer-„Viechereien“ sind und daß sie nicht unbefugt benutzt werden können.

Immerhin gibt es Ansätze, einen unbefugten Rechner-Zugang zu erkennen und zu verhindern. Dieser Schutzaspekt, fachlich als „**Computer Security**“ bezeichnet, ist für sensitive Daten (Militär, Personendaten, Finanzdaten) wichtig; man hat daher sehr viel Aufwand (Geld, Zeit, Intelligenz, Geräte, Programme) zur Erreichung dieses Zieles investiert. Daneben wurden die anderen wichtigen Aspekte (Korrektheit, Verläßlichkeit, Verfügbarkeit: „Computer Safety“) vernachlässigt, so daß die „Viechereien“ heute nur schwer erkannt, bewiesen oder bekämpft werden können.

Die soziotechnische Auswirkung solch einseitiger Konzentration auf „Zugangskontrolle“ führt zu dem „Sparta-Syndrom“ (A. Mowshowitz): so wie Sparta, indem es alle verfügbaren Mittel auf die Erhaltung seiner Vorherrschaft über die eroberten Nachbarstädte verwandte, mit deren wirtschaftlichem und kulturellem Aufblühen nicht Schritt halten konnte und nach etwa 70 Jahren seine Vorherrschaft unwiderbringlich verlor, so **hilft die Konzentration auf eine quasi militärische „Sicherheits-Politik“ nicht, die Anforderungen wirtschaftlicher und nicht-staatlicher Informationsverarbeitung zu gestalten.**

Aus der Sicht von Wirtschaft, Behörden, Gesellschaft und Einzelnen müssen die Risiken der IuK-Techniken, seien sie konzeptuell bedingt oder Folge falschen Verständnisses oder direkten Mißbrauches, vorrangig verringert werden. Vor allem die „Qualität“ der Daten- (und Wissens-)Verarbeitung muß gewährleistet werden. Ähnlich entsprechender Entwicklungen in der Industriegeschichte ist eine „**IuK-Technik-Überwachung**“ (eventuell mit einem Qualitätssiegel: „I-TÜV“) erforderlich. Eine - soweit möglich vorausschauende - **IuK-spezifische Technologie-Folgen-Abschätzung (I-TFA)** muß zukunftsweisende Entwicklungen frühestmöglich auf absehbare Qualitätsprobleme untersuchen. Dies mag auch **für Regierung und Parlament ein Instrument ihrer vorausschauenden und begleitenden Gestaltungsaufgabe** sein.

Die (parlamentsanhängige) Entwicklung eines „**Bundesamtes für Sicherheit der Informationstechnik**“ (**BSI**) bietet hier eine einzigartige Chance, wenn dieses (unter Vermeidung eines „Sparta-Syndromes“) offen für Bedürfnisse nicht bloß der Behörden, sondern von Wirtschaft und Gesellschaft gestaltet wird. Für die Erkennung künftiger Entwicklungen und Risiken sollten soziotechnische Aspekte (ähnlich dem Vorgehen dieser Enquete-Kommission) ebenfalls berücksichtigt werden. Derart vorausschauend mögen künftig die Risiken, die zutiefst den Architekturen der heute verbreiteten IuK-Techniken inhärent sind, beherrschbar werden. Auch könnte man hoffen, daß künftig qualitativ sichere Konzepte entwickelt werden, welche derartige Risiken vermindern.

### Kasten E-1 (Ende)

öffnet die Möglichkeit, Entscheidungen zu treffen, die von möglichst vielen Beteiligten und Betroffenen verantwortet werden können. Allerdings sind noch keine konkreten Versuche bekannt, derartige Systeme zu entwickeln. Die gelegentlich diskutierte Alternative der Programmierung von Normen oder Kodices ist schon wegen des bereits angesprochenen und an anderer Stelle dieses Berichts ausführlich diskutierten Problems der Kontextabhängigkeit menschlicher Entscheidungen ein äußerst schwieriges Vorhaben.

Angesichts der rasanten Entwicklung auf dem Gebiet der IuK-Technik einschließlich der wissensbasierten Systeme empfiehlt es sich, kompensierende politische Maßnahmen zu prüfen, die das Aufgreifen

von Lernerfahrungen in bezug auf die Verletzlichkeit der Gesellschaft aufgrund ihrer Abhängigkeit von der Informationstechnik ermöglichen.

### 2. Die sozialverträgliche Gestaltung von Expertensystemen

Über den Begriff „sozialverträgliche Gestaltung“ bestehen in Wissenschaft und Politik gegenwärtig noch erhebliche Meinungsverschiedenheiten. Unter den vorliegenden Definitionen des Begriffes erscheint im Hinblick auf den Technikeinsatz in der Arbeitswelt ein Vorschlag des VDI/VDE-Gemeinschaftsausschusses „Mensch und Automatisierung“

als verwendungsfähig. Danach ist die „sozialverträgliche Technikgestaltung“ als „Gestaltungsprozeß“ aufzufassen, bei dem „Aspekte der Technikbewertung und Technikfolgen-Abschätzung bereits im Entwicklungsprozeß eines Automatisierungsvorhabens berücksichtigt werden“. Ziel der Gestaltung

ist also die Vermeidung möglicher, als negativ empfundener Folgen der Technikanwendung für einzelne Gruppen oder die Gesellschaft insgesamt (vgl. Kasten E-2). Beispiele möglicher Ziele „sozialverträglicher“ Technikgestaltung sind die Vermeidung von Streß und von gesundheitlichen Schäden, die

## Das Konzept „Sozialverträgliche Technikgestaltung“

Die Entstehung des Begriffs „Sozialverträglichkeit“ ist eng an die Debatte um die Nutzung von Kernenergie in den 70er und frühen 80er Jahren gekoppelt. Schon 1972 hatte A. Weinberg die bis dahin allein um Fragen der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit kreisende Kernenergie Diskussion erweitert um die Diskussion der Vereinbarkeit der Kernenergienutzung mit vorhandenen gesellschaftlichen und politischen Institutionen.

K.M. Meyer-Abich griff diese Diskussion auf und führte das Kriterium „Sozialverträglichkeit“ für die Beurteilung von Energiesystemen ein. Die Enquete-Kommission „Zukünftige Kernenergie-Politik“ des 8. Deutschen Bundestages übernahm dieses Kriterium und stellte es gleichberechtigt neben die Kriterien der Wirtschaftlichkeit, der internationalen Verträglichkeit und der Umweltverträglichkeit.

Der Enquete-Kommission zufolge heißt „Sozialverträglichkeit“ Verträglichkeit mit der gesellschaftlichen Ordnung und Entwicklung. Bezogen auf Energiesysteme sollen diese - für den einzelnen wie für die Gesellschaft - insbesondere

- die verfassungsrechtlich gewährleisteten Grundrechte und Prinzipien nicht einschränken oder gefährden,
- Freiräume für persönliche Entscheidungen der Lebensführung offenhalten,
- und auch für die Zukunft die wirtschaftlichen und technischen Strukturen nicht soweit festschreiben, daß dadurch die Flexibilität künftiger Generationen hinsichtlich der Entwicklung von Wertvorstellungen und Lebensformen beeinträchtigt wird.

Wissenschaftlich vertieft und wissenschaftspolitisch verbreitert wurde die Debatte um Sozialverträglichkeit durch zwei Forschungsprojekte, die im Auftrage des Bundesministeriums für Forschung und Technologie durchgeführt wurden:

- Die Sozialverträglichkeit verschiedener Energiesysteme in der industriegesellschaftlichen Entwicklung (K.M. Meyer-Abich und W. Schefold).
- Die Sozialverträglichkeit von Energieversorgungssystemen (Kernforschungsanlage Jülich, Programmgruppe „Mensch und Technik“).

Mit dem Programm „Mensch und Technik: Sozialverträgliche Technikgestaltung“ des Landes Nordrhein-Westfalen wurde das Konzept auf eine breitere Basis gestellt und als generelles Kriterium zur Bewertung und Gestaltung neuer Technologien - hier der Querschnitts- und Schlüsseltechnologie Mikroelektronik - verwendet.

Der Kerngedanke dieses Konzepts von Sozialverträglichkeit besteht darin, die Durchsetzungschancen derjenigen gesellschaftlichen Bedürfnisse und Interessen zu stärken, die von der technischen Entwicklung besonders betroffen sind und aufgrund struktureller Gegebenheiten keine angemessenen Möglichkeiten haben, sich gegen die einseitige Abwälzung der sozialen Kosten der technischen Entwicklung zur Wehr zu setzen.

Der hierin enthaltene Schutzgedanke wird auf das Sozialstaatspostulat des Grundgesetzes bezogen und strebt an, die sozialen Kosten der technischen Entwicklung insgesamt zu minimieren und gleichzeitig so zu verteilen, daß diese Kosten vor allem von denen getragen werden, die auch den Nutzen haben.

### Kasten E-2

**12****Handlungsfeld**

(Teil I)

**Datensicherheit**

**Ausschüsse:**    Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung  
                      Innen  
                      Recht  
                      Post & Telekommunikation

**Option:**        Den Bundesminister für Forschung und Technologie auffordern, eine Untersuchung in Auftrag zu geben, bei der die Möglichkeiten "einbruchsentdeckender Expertensysteme" zur Minderung der Verletzlichkeit von Daten-systemen geprüft werden. Dabei sind insbesondere mögliche Nebenfolgen bezüglich des Datenschutzes zu berücksichtigen.

**Option:**        Den Bundesminister für Forschung und Technologie auffordern, neuartige Rechnerarchitekturen (z.B. neuronale Netze oder objektorientierte Rechner) hinsichtlich ihrer Anfälligkeit für Programmanomalien und anderer unbeabsichtigter Nebenfolgen untersuchen zu lassen.

**Option:**        Den Bundesminister des Innern auffordern, das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik zu verpflichten:

- In zusammenfassenden Berichten jährlich die Entwicklung der von der Informationstechnik ausgehenden Risiken der Verletzlichkeit der Gesellschaft und Möglichkeiten zu deren Verminderung oder Vermeidung zu bewerten. Dieser Bericht sollte eine Bestandsaufnahme der aufgetretenen Schäden und eine Analyse der Ursachen dieser Schäden enthalten.
- Ein Forschungsprogramm zur Entwicklung formaler Methoden der Analyse von Bedrohungen der Sicherheit von Informationssystemen und zur Beschreibung der davon ausgehenden Risiken dem Deutschen Bundestag vorzulegen.
- Wissenschaftliche Forschungsprojekte mit dem Ziel der Entwicklung nicht-technischer Lösungen zur Verminderung der Abhängigkeit der Gesellschaft von der Informationstechnik und zur Erhöhung der Datensicherheit in Auftrag zu geben.

## (Teil II)

- Option: Die Bundesregierung auffordern, gesetzliche Regelungen für Zulassungs- und Genehmigungsverfahren zu erarbeiten, die den Kreis der zulassungspflichtigen IuK-Techniken und genehmigungspflichtigen IuK-Systeme bestimmen, die materiellen Voraussetzungen für eine Genehmigung festsetzen sowie die wesentlichen Voraussetzungen für Öffentlichkeitsbeteiligung schaffen.
- Option: Die Bundesregierung auffordern, den Entwurf eines "Bundes-Informationssicherheits-Gesetzes-" (BISiG) vorzulegen, in dem sowohl für den Bereich des Bundes wie auch für Länder und Kommunen im Rahmen eines Gesamtkonzeptes zur Sicherheit in der Informationstechnik spezifische Sicherheitsrichtlinien festgelegt werden, die den Einsatz vernetzter informationstechnischer Systeme von der Einhaltung spezifischer Prüfungen abhängig machen. (Zum Beispiel von Sicherheitsstandards, der Offenlegung von Abhängigkeits- und Schadenspotentialen, dem Nachweis der Sozialverträglichkeit und Rückholbarkeit einer "Einkoppelung" in vernetzte Informations- und Kommunikationszusammenhänge.)
- Option: Prüfung der Frage, ob das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik unter Abänderung der Organisationsform besser beim Parlament denn bei der Exekutive anzusiedeln wäre.

Schaffung von Möglichkeiten zur Identifikation mit der Arbeit, die Höherqualifizierung der Technikbenutzer, die Verbesserung öffentlicher Dienstleistungen und die Vermeidung von Umweltschäden. Vor diesem Hintergrund geht es bei der „sozialverträglichen Gestaltung“ von Expertensystemen vor allem darum, soziale und ökonomische Chancen ihres Einsatzes auszuschöpfen und nachteilige Folgen zu vermeiden. Ansatzpunkte dafür könnten beispielsweise sein:

- die problemorientierte und arbeitsangepaßte Gestaltung der Benutzeroberfläche von Expertensystemen;
- eine maximale Änderungsfreundlichkeit von Expertensystemen;
- die Erhaltung und Verbesserung von Kooperations- und Kommunikationsmöglichkeiten sowie die Vermeidung von sozialer Isolation beim Einsatz von Expertensystemen;
- die Verhinderung einer weiteren Verdichtung der Arbeit, die insbesondere unter neotayloristischen Rationalisierungsstrategien möglich wird.

Die Einführung einer Technik wie die der Expertensysteme ist nicht mit bestimmten, regelmäßig zu erwartenden Folgen verbunden. Technik unterliegt mehr oder weniger bewußten Gestaltungsprozessen. Sie ist in bestimmte, langjährige arbeitsorganisatorische Traditionen eingebunden. „Menschenzentrierte“ Ansätze, bei denen die Handlungskompetenz des Arbeitenden im Mittelpunkt steht, werden eher in den skandinavischen Ländern verfolgt, während „technikorientierte“ Ansätze, die eher der Tradition des „Taylorismus“ verpflichtet sind, besonders stark in den USA und Großbritannien (und übrigens auch in der UdSSR) gepflegt werden.

Möglicherweise als Folge ihrer Verwurzelung in der technikzentrierten Tradition waren die meisten US-amerikanischen Expertensysteme im Medizinbereich so ausgelegt, daß sie als Ergebnis eine definitive Diagnose ausgaben, oft verbunden mit konkreten Therapieempfehlungen. In Versuchen stellte sich relativ rasch heraus, daß derartige Programme auf erhebliche Akzeptanzprobleme bei den Ärzten stießen. Als Ergebnis wurden die meisten Systeme inzwischen umgestaltet, um der Beratung zu dienen. Andere unterwerfen die Diagnosen und Therapiepläne der Benutzer einer Kritik, etwa indem sie die Benutzer an andere Möglichkeiten erinnern („critiquing“-Ansatz von Perry L. Miller).

In Einzelfällen wird berichtet, daß Expertensysteme bereits innerhalb relativ kurzer Zeiträume für ihre Anwender zu beträchtlichen Gewinnen geführt hätten. Bekannte Beispiele hierfür sind das bereits mehrfach genannte XCON sowie ein Programm zur Prüfung der Kreditwürdigkeit von Kunden, das bei „American Express“ eingesetzt wird. Dagegen kommt eine Studie, die am Massachusetts Institute of Technology durchgeführt wurde, zum verblüffenden Ergebnis, daß es für Anwenderunternehmen keine meßbaren wirtschaftlichen Nutzeffekte des Einsatzes von Informationstechnologien gebe. Dies sei in erster Linie auf eine mangelnde Verträglich-

keit der Technik mit den Organisationsstrukturen und Managementverfahren zurückzuführen, die sich im Verlauf der letzten 50 Jahre herausgebildet hätten. Daraus werden zwei Schlußfolgerungen gezogen:

- Wenn eine Technik spürbare Auswirkungen auf eine Organisation haben soll, müssen erhebliche Investitionen für die Ausbildung und Unterstützung der Benutzer und das Management aufgewendet werden. Erst dann sind auch Ausgaben für Technik sinnvoll.
- Die Technik sollte den Benutzern angepaßt werden und nicht umgekehrt. Die Benutzer seien in der Lage anzugeben, welche Aspekte der Problemlösung unterstützt werden sollten, wie diese Unterstützung aussehen sollte, und auf welche Art und Weise sie dargeboten werden sollte.

Derartige Hinweise sind zwar keineswegs neu, doch ist es recht bemerkenswert, daß sie inzwischen auch in den USA ausgesprochen werden, wo das Bewußtsein für diese Aspekte traditionell doch eher schwach ausgeprägt war. Haben diese Empfehlungen mehr pragmatische Gründe, werden von anderen Befürwortern menschenzentrierter Ansätze der Technikgestaltung weitergehende theoretische Erwägungen in die Diskussion eingeführt. So wird insbesondere auf die Bedeutung des „Erfahrungswissens“ hingewiesen, das sich vielfach nicht sprachlich darstellen und sich deshalb auch nicht maschinell erfassen läßt. Solches Erfahrungswissen wird aber für das Arbeitshandeln benötigt. Wenn es bei der Gestaltung von Technik vernachlässigt wird, besteht die Gefahr des Verkümmerns. Personal, das seine beruflichen Erfahrungen ausschließlich mit dieser Technik macht, hat gar nicht erst die Möglichkeit, für den Notfall benötigtes Wissen zu erwerben.

Nach menschenzentrierten Ansätzen der Technikgestaltung kann die menschliche Expertise effektiver gemacht werden, indem man etwa nur jenen Teil in einem Expertensystem verkörpert, der aus „propositionalem Wissen“ besteht, das sich in „wenn ... dann ...“-Sätzen ausdrücken läßt. Die Mensch-Maschine-Interaktion wird durch das vom Menschen beigesteuerte Erfahrungswissen angereichert. Nach dieser Auffassung besteht die *Wissensbasis* des Mensch-Maschine-Systems *nicht* nur aus der Regelbasis des Expertensystems, sondern *auch* aus dem Erfahrungswissen des menschlichen Benutzers.

Der Hauptunterschied zu Expertensystemen, die nach rationalistischen Ansätzen entwickelt werden, dürfte nicht so sehr technischer Art sein. Unterschiede dürfte es hauptsächlich bezüglich der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle inklusive des Dialogs (Bedienoberfläche) sowie bezüglich der Gestaltung des Anwendungskontextes geben. Die Anwendungssituation wird in diesem Fall so gestaltet, daß der Kontextabhängigkeit der sprachlichen Kommunikation Rechnung getragen wird und der menschliche Benutzer die Gelegenheit erhält, sein Erfahrungswissen zum Arbeitshandeln beizusteuern.

Ein entscheidender Unterschied dürfte auch hinsichtlich der Art und des Umfangs des Wissens be-

stehen, das man im System abzubilden versucht: während der menschenzentrierte Ansatz die Bereiche des Erfahrungswissens bewußt ausspart, versucht der technikzentrierte Ansatz auch diese Bereiche zu formalisieren. Beim heutigen Kenntnisstand kann dies jedoch nur teilweise gelingen. Es gibt sowohl eine Gefahr, die Teile, die sich als nicht zugänglich erweisen, zu vernachlässigen, als auch die Tendenz, die Bedeutung des Erfahrungswissens für das Handeln zu unterschätzen.

Angesichts der begrenzten Leistungsfähigkeit heutiger Expertensysteme bei der *vollständigen* Erfassung von Expertenwissen ist es ungewiß, inwiefern die Systeme zu einer „Demokratisierung“ von Wissen und zur breiten Qualifizierung der Nutzer der Programme beitragen können. Eine gewisse Chance besteht in der Entwicklung entsprechender Konzepte, die auch die organisatorische Einbettung der Expertensystem-Anwendung in die Gestaltung einbe-

ziehen. Sehr wahrscheinlich setzt aber die Demokratisierung des Wissens auch die Weiterqualifikation der Benutzer im Sachgebiet voraus, beschränkt sich also nicht lediglich auf die Bereitstellung von Expertensystemen mit entsprechend aufgefüllter Wissensbasis. Sollte eines Tages die vollständige Abbildung von Expertenwissen in ausgewählten Domänen durch Expertensysteme gelingen, würde ein Zielkonflikt entstehen, da sich die Demokratisierung des Wissens nicht verwirklichen läßt, ohne den Wissensinhaber zu „enteignen“. Die Forderung nach „Wissensschutz“ steht also in einem gewissen Widerspruch zur Forderung nach „Demokratisierung“ von Wissen. Will man beiden Zielen so weit wie möglich gerecht werden, müßte festgelegt werden, welche Bereiche des persönlichen Wissens vor der „Akquisition“ geschützt werden sollen und welche Bereiche unbedenklich „demokratisiert“, d.h. allgemein zugänglich gemacht werden sollen.

13

## Handlungsfeld

Beruf des "Wissensingenieurs"

Ausschüsse: Bildung & Wissenschaft  
Arbeit & Sozialordnung

Option: Die Bundesregierung auffordern, das Bundesinstitut für Berufsbildung prüfen zu lassen, ob und inwieweit das Berufsbild "Wissensingenieur" sowie die staatliche Anerkennung von Ausbildungsgängen und Abschlüssen, die zur Führung der Berufsbezeichnung führen, festgelegt werden sollten.

Option: Die beteiligten berufsständischen Organisationen (z.B. die Gesellschaft für Informatik) auffordern, Standards für "Wissensakquisition" und einen Arbeits- und Verhaltenskodex für "Wissensingenieure" zu vereinbaren.

Von seriösen Entwicklern und Anbietern wird gefordert, daß die Wissensakquisition von besonders ausgebildeten Wissensingenieuren durchgeführt wird. Diese Forderung wird zwar bei Demonstrationsvorhaben meistens erfüllt, doch wird die Wissensakquisition für viele Programme, die für den praktischen Einsatz bestimmt sind, häufig vom eher technisch ausgerichteten Programmentwickler durchgeführt. Umstritten ist, ob die Fortbildungs-Kurse, die inzwischen vielerorts angeboten werden und regen Zuspruch erfahren, ausreichende Qualifikationen vermitteln. Von seiten der Informatik wird gefordert, die Wissensakquisition zur exklusiven Aufgabe ausgebildeter Informatiker zu erklären. Die Bezeichnung „Wissensingenieur“ sei für die Aufgabe, um die es tatsächlich gehe, zu anspruchsvoll, handle es sich doch um hinlänglich bekannte Aufgaben der Systemanalyse und der Programmierung. Vermutlich ist das Problem jedoch nicht einfach durch die Regelung der Verantwortung für die Ausbildung von „Wissensingenieuren“, unter welcher Bezeichnung auch immer, durch die wissenschaftliche Informatik zu lösen: die wissenschaftliche Fundierung von Theorien und Methoden der Wissensanalyse und -darstellung bedarf sicher der Mitwirkung weiterer Disziplinen.

Weder die Qualifikationen der Wissensingenieure noch die Verfahren zur Wissensakquisition sind gegenwärtig durch Mindeststandards geregelt. Gefordert wird auch gelegentlich ein Verhaltenskodex für Wissensingenieure im Umgang mit den Experten, die ihr Wissen zur Verfügung stellen, bzw. mit den späteren Benutzern. Von gewerkschaftlicher Seite wird die Ausbildung der Experten bzw. Benutzer in Verfahren der Wissensakquisition und der Gestaltung von Expertensystemen gefordert, was zum Teil die Notwendigkeit der Heranziehung spezieller Wissensingenieure vermeiden würde. Diese Forderung ist auch deswegen sinnvoll, weil sich auf diesem Weg solche Mißverständnisse zwischen den Beteiligten größtenteils vermeiden ließen, die auch zum Scheitern des Vorhabens führen können. Wegen der Schwierigkeiten der Wissensakquisition läßt sich die Beteiligung eines spezialisierten Wissensingenieurs nicht in jedem Fall vermeiden. Im Rahmen sozialverträglicher Ansätze der Technikgestaltung wird gefordert, daß dieser aber dann die Rolle eines *neutralen Beraters* spielt.

In einer Marktwirtschaft kann es nicht eine Aufgabe staatlicher Funktionsträger sein, unternehmerische Rationalisierungsstrategien vorzuschreiben oder

14

### Handlungsfeld

Expertensysteme zur Verbesserung öffentlicher Dienstleistungen

Ausschüsse:    Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung  
                           Arbeit & Sozialordnung  
                           Innen

Option:        Die Bundesregierung auffordern, dem Deutschen Bundestag einen Bericht über den (probeweisen bzw. geplanten) Einsatz von Expertensystemen bei öffentlichen Dienstleistungen zu erstatten sowie darzulegen, in welchem Umfang und in welchen Bereichen ggf. eine Erweiterung des Einsatzes dieser Technik vorgesehen ist.

den Einsatz einer bestimmten Technik zu verbieten, es sei denn, sie wären mit Risiken verbunden, die von der Gesellschaft als unzumutbar empfunden werden, weil sie einzelne Gruppen oder die Gesellschaft insgesamt hart treffen. Es ist zu vermuten, daß die vielfach angesprochene Erosion beruflicher Qualifikationen in vielen Fällen eine ungewollte Folge des Technikeinsatzes ist. Auch dort, wo sie zunächst bewußt in Kauf genommen wird, etwa um Gewinne durch Rationalisierung zu maximieren, kann sich die Entscheidung aus Unternehmenssicht als Fehler herausstellen, wenn sich die negativen Folgen des Qualifikationsverlusts bemerkbar machen. Dies trifft sicher im verstärkten Maße auf kleinere und mittlere Unternehmen zu, die nicht über die entsprechenden Managementkapazitäten und -erfahrungen verfügen, um sich Fragestellungen wie dem Zusammenhang zwischen Qualifikationen, Technikeinsatz, Flexibilität und Wettbewerbsfähigkeit widmen zu können.

In den meisten traditionellen Industrieländern, wie beispielsweise der Bundesrepublik Deutschland, verliert die klassische Massenfertigung an Bedeutung. Gefordert ist zunehmend die Fähigkeit, sich rasch auf wandelnde Anforderungen des Marktes einzustellen. Aus diesem Grund gewinnt „Wissen“ an volkswirtschaftlicher Bedeutung, und deshalb stellt eine Technikgestaltung, die auf die Erhaltung und Weiterentwicklung beruflicher Kompetenz setzt, nicht nur sozialpolitisch, sondern auch ökonomisch die bessere Alternative dar. Ein Arbeitskreis der Gesellschaft für Informatik (GI) zum Thema „Informatik und Verantwortung“ spricht in diesem Zusammenhang vom „Werkzeugcharakter“ als Entwicklungsleitlinie, gleichwertig mit der „sozialen Zweckbestimmung“, etwa dem bevorzugten Einsatz von Technik zu sozial akzeptablen Zwecken. Das Papier enthält auch die Forderung nach einer Unterstützung von Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten zwischen den Beteiligten an Arbeitsprozessen durch die Informationstechnik. Da Ansätze mit solchen Zielen bisher in Forschung und Praxis eher schwach vertreten sind, wäre die Entwicklung einer entsprechend ausgerichteten Expertensystemtechnik auf staatliche Unterstützung für die erforderlichen Forschungsprojekte und betrieblichen Erprobungen angewiesen.

Sozialverträglichkeit kann auch aus dem Blickwinkel des Anwendungsfeldes betrachtet werden. Hier ist zunächst an Aufgaben zu denken, die auf breite gesellschaftliche Zustimmung stoßen: Umweltschutz, Material- und Energieeinsparung, Gesundheitsversorgung etc. Mit breiter Akzeptanz des Technikeinsatzes ist auch zu rechnen, wenn beispielsweise Expertensysteme dazu beitragen, die *Qualität öffentlicher Dienstleistungen* zu verbessern, indem sie die Erledigung von Routineaufgaben beschleunigen, um dem Bearbeiter mehr Zeit zur Berücksichtigung individueller Aspekte von Fällen zu geben. Wird die Technik dagegen dazu eingesetzt, auf Kosten der individualisierten Fallbehandlung Personal einzusparen, ist erheblich geringere Akzeptanz zu erwarten.

Problematisch kann der Einsatz von Expertensystemen werden, wenn eine Übertragung wesentlicher

Entscheidungskompetenz von Menschen auf Computersysteme stattfindet. Im Falle militärischer Anwendungen ist bisher nicht geklärt, ob die Verfassung in einzelnen Fällen eine Übertragung von Entscheidungskompetenzen von Mandatsträgern auf Expertensysteme zuläßt. Genauer: Ist es verfassungsrechtlich zulässig, mögliche Krisensituationen zu modellieren und innerhalb von zwangsläufig vereinfachten Szenarios quasi „auf Vorrat“ Entscheidungen der dazu legitimierten Organe abzuspeichern?

Führt man sich die gegenwärtigen Möglichkeiten der Expertensystemtechnik vor Augen, dürfte der Wissensbasis keine höhere Autorität zugemessen werden als dem menschlichen Benutzer. Dies ergibt sich nicht zuletzt daraus, daß Wissensbasen insgesamt subjektiven Charakter haben. Außerdem können die darin enthaltenen Faustregeln im allgemeinen keine universelle Gültigkeit beanspruchen. Deshalb ist eine wichtige Forderung die, daß Expertensysteme nur von Benutzern zu Rate gezogen werden sollen, die über ausreichende Kompetenzen verfügen, um die vom Programm ausgehenden Empfehlungen sachgerecht zu beurteilen. Darüber hinaus empfiehlt der britische „Council for Science and Society“, Expertensysteme mit deutlichen Hinweisen zur Urheberschaft, der rechtlichen Verantwortungslage und den Grenzen der Gültigkeit der Programme zu versehen.

Diese Empfehlung hat vor allem dort ihre Berechtigung, wo die mit Hilfe von Expertensystemen zu treffenden Entscheidungen potentiell gravierende Auswirkungen haben können, d.h. in Einsatzgebieten, die Gefahren für Mensch und Umwelt in sich bergen.

### 3. Rechtliche Aspekte des Einsatzes von Expertensystemen

Die Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen werden sich zu einem erheblichen Teil in ökonomischen Größen, d.h. in unternehmerischen Gewinnen einerseits sowie in Verlusten und Folgeschäden andererseits niederschlagen.

Der gesellschaftlich „gerechte“ Umgang damit erfordert einen gesetzlichen Rahmen, der gewährleistet, daß die Urheber der Vorteile in den Genuß der Gewinne kommen, und daß die Verursacher der Schäden die daraus entstehenden Kosten zu tragen haben. Das Schadenshaftungsrecht und der Rechtsschutz des Eigentums, auch des geistigen Eigentums, gewährleisten dies in allgemeiner Form.

Im folgenden wird zu bedenken gegeben, welche besonderen Aspekte hinsichtlich der Haftung und des Rechtsschutzes auftauchen können, wenn es speziell um die Entwicklung, die Herstellung und den Einsatz von Expertensystemen geht.

#### Haftung bei Expertensystemen

In Experten- bzw. wissensbasierten Systemen werden das Wissen und das (Problemlösungs-) Verhalten menschlicher Experten nachgebildet. Bei der Her-

**15**

## Handlungsfeld

### Alternativen der Expertensystem-Technik

**Ausschüsse:**    Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung  
                           Arbeit & Sozialordnung

**Option:**        Den Bundesminister für Forschung und Technologie auf-  
 fordern, im Rahmen des Programms "Arbeit und Technik"  
 Projekte zur betrieblichen Erprobung von alternativen  
 Ansätzen zur Gestaltung der Expertensystemtechnik zu  
 fördern. Zu den Merkmalen dieser Projekte gehören die  
 Beteiligung aller direkt und indirekt betroffenen Mitarbeiter  
 sowie die Erarbeitung und Erprobung zukünftiger nicht-  
 tayloristischer Gestaltungslösungen sowie der dazu er-  
 forderlichen Ausbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen.

stellung eines Expertensystems arbeiten — im Normalfall — Programmierer und Fachexperten eng zusammen. Der Prozeß der Anregung, Entwicklung, Installation und Anwendung von Expertensystemen kann alternativ nach drei verschiedenen Mustern erfolgen:

- EDV-Abteilungen von Organisationen (wie Unternehmen, Behörden, Krankenhäuser, etc.) werden von ihrer Organisationsführung angewiesen, Expertensysteme auf der Basis des organisationsintern vorhandenen Expertenwissens zu erstellen. Von außen erworben werden hierzu im allgemeinen nur die sog. „shells“, das sind auf vorhandenen Computern installierbare Entwicklungsumgebungen für wissensbasierte Systeme.
- Organisationsführungen wenden sich an Software-Entwicklungsunternehmen, um mit diesen im Rahmen von Werkverträgen konkrete Entwicklungsprojekte zu vereinbaren. In aller Regel wird auch hierbei organisationsinterne Expertise von den Auftragnehmern erfaßt und zu wissensbasierten Systemen verarbeitet.
- Software-Entwicklungsunternehmen stellen Expertensysteme für einen bestimmten Anwen-

dungsbereich und im Hinblick auf einen umfangreicheren Kreis erwarteter potentieller Nutzer her, wobei diese Expertensysteme in größerer Stückzahl über den Handel vertrieben werden sollen.

Expertensysteme entstehen derzeit noch in aller Regel nach den ersten beiden Prozeßmustern (oder Varianten dieser Muster). Über den Softwaremarkt wird neuerdings lediglich der Vertrieb von „shells“ abgewickelt. Die Beschäftigung mit Haftungsfragen ist bei einem Ablauf nach dem dritten Muster zwar interessant, doch gegenwärtig noch weitgehend ohne praktische Relevanz.

Wenn Computerprogramme versagen und dadurch beim Anwender Schaden verursachen, so lassen sich Schadensersatzforderungen prinzipiell aus zwei verschiedenen Gründen ableiten:

- Es bestehen Verträge zwischen dem geschädigten Anwender und den an der Herstellung oder Verteilung des Expertensystems Beteiligten, aus denen sich Schadensersatzansprüche ableiten lassen. Es können dies Arbeits- bzw. Dienstverträge sein (wie beim ersten Muster oben), oder Werkverträge (beim zweiten Muster) oder Kauf-

**16****Handlungsfeld**

Haftung bei Expertensystemen

**Ausschüsse:** Recht  
Arbeit & Sozialordnung  
Wirtschaft  
Forschung, Technologie & Technikfolgenabschätzung

**Option:** Die Bundesregierung auffordern, zu prüfen, wie und durch wen Schäden, die bei der Anwendung von Expertensystemen entstehen, zu ersetzen sind und dabei insbesondere darzustellen, wie Schäden, die bei Dritten entstehen, haftungsrechtlich zu behandeln sind und ob das neue Produkthaftungsrecht in dieser Hinsicht tragfähig ist.

**Option:** Die Bundesregierung auffordern, zu prüfen, ob bei bestimmten Vorgängen und Verfahren die Verwendung eines anerkannten Expertensystems in Zukunft vorgeschrieben werden soll.

**Option:** Die Bundesregierung auffordern, die ärztliche Haftpflicht auf ihre Anwendbarkeit im Zusammenhang mit der Verwendung von Computerprogrammen (bei fehlerhaftem Einsatz) sowie bei Nichtanwendung zu überprüfen und dabei die Relevanz des Begriffs "ärztlicher Kunstfehler" zu erörtern.

und kaufähnliche Verträge (beim letzten Muster). Vermögensschäden sind dann nach dem jeweils einschlägigen Vertragsrecht zu ersetzen.

- Der Verursacher eines Schadens an sog. „absoluten Rechten“ (wie Leben, Gesundheit, Eigentum) haftet nach Deliktsrecht. Diese Haftung ist unabhängig von sonstigen vertraglichen Schadensersatzansprüchen. Entscheidend ist, daß dem Verursacher ein schuldhaftes Verhalten im Zusammenhang mit der Entstehung des Schades zur Last gelegt und nachgewiesen werden kann. Dies gilt auch dann, wenn ursprünglich unbeteiligte Dritte Schäden erleiden.

Die „Produkt-“ oder „Produzentenhaftung“ ist eine Sonderform deliktischer Haftung für Schäden, die durch Fehler an einer vom Hersteller in den Verkehr gebrachten beweglichen Sache entstehen. Sie sieht eine „Beweislastumkehr“ zugunsten des Geschädigten vor, die bei der wichtigen Frage des Verschuldens ansetzt: Nicht der Geschädigte hat die schuldhaftige Verantwortlichkeit des Herstellers nachzuweisen, sondern dieser muß sich im Schadensfalle durch eigenen Nachweis „entschuldigen“.

Bislang handelte es sich bei der deutschen Produzentenhaftung um eine Entwicklung aus der Praxis der Rechtsprechung, die auf § 823 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) basierte. Im November 1989 verabschiedete der Deutsche Bundestag jedoch ein spezielles „Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz)“, das auch — einer EG-Richtlinie entsprechend — zur Vereinheitlichung der diesbezüglichen Rechtsprechung innerhalb der Europäischen Gemeinschaft beitragen wird.

Schon am Gesetzentwurf der Bundesregierung war allerdings von wissenschaftlicher Seite kritisiert worden, daß dieser noch immer am Leitbild der Industriegesellschaft mit ihren „körperlichen Produktionsmitteln“ orientiert sei und den Besonderheiten der kommenden „Informationsgesellschaft“ mit ihren „unkörperlichen Werten“ nicht genügend Rechnung trage. Anwendungen der Produkthaftung auf Computerprogramme wären damit auch in Zukunft auf Hilfskonstruktionen angewiesen.

Bei Fragen der Haftung im Zusammenhang mit der Entwicklung und Verwendung speziell von Expertensystemen hat man es mit Problemen auf drei Ebenen zu tun.

- Es gibt Aspekte, die immer im Zusammenhang mit der Verursachung und dem Ersatz von Schäden auftreten und überhaupt nichts mit Besonderheiten von Expertensystemen zu tun haben. Fast alle Fragen der reinen vertraglichen Haftung fallen hierunter.

Es könnten sich allerdings Rechtsunsicherheiten bei der Vertragseinordnung und der Beurteilung von Haftungsausschlüssen in allgemeinen Geschäftsbedingungen der Programmhersteller und -händler ergeben, da die Nutzung von Expertensystemen — ebenso wie von Datenbanken — von

den klassischen Vertragstypen des Bürgerlichen Gesetzbuchs (Kaufverträge, Mietverträge) zumindest nicht unmittelbar erfaßt wird. Es müßte vor allem überprüft werden, inwieweit im Bürgerlichen Gesetzbuch und im Gesetz über die Allgemeinen Geschäftsbedingungen Sonderregelungen für die „Informationsüberlassung“ — insbesondere im Bereich von Datenbanken und Expertensystemen — erforderlich sind.

- Es gibt haftungsrechtliche Besonderheiten der Computerprogramme, die prinzipiell auch für Expertensysteme gelten, weil sie eine Untergruppe der Computerprogramme bilden. Hier ist vor allem an die Frage nach dem „Warencharakter“ von Computerprogrammen zu denken und die daran anschließende wichtige Entscheidung, ob die oben erwähnte „Produzentenhaftung“ auch auf Software und damit auf Expertensysteme anwendbar ist.

Die Produzentenhaftung findet nämlich nur hinsichtlich beweglicher Sachen, die industriell gefertigt werden, Anwendung. Als in diesem Sinne „bewegliche Sache“ unter den Computerprogrammen kann, nach jüngster Meinung, höchstens sog. „Standard-Software“ gelten. Unter Standardsoftware versteht man Programme für relativ allgemeine Anwendungen, die in großer Stückzahl über den Markt, also unter Bedingungen eines mittelbaren Hersteller-Käufer-Verhältnisses, vertrieben werden.

- Eine Spezialität der Expertensysteme ist die oben angesprochene Mitwirkung eines menschlichen Experten bei der Entwicklung des maschinellen Systems. Während bei „normaler“ Software als beteiligte Personen Hersteller (Programmierer), Händler und Anwender agieren, tritt bei den Expertensystemen als weiterer Akteur der Spezialist auf, dessen Wissen im System dargestellt werden soll.

Zur Klärung *vertragsrechtlicher Haftung* ist bei Expertensystemen speziell danach zu fragen, welche vertraglichen Beziehungen zwischen dem Experten und den übrigen Akteuren bestehen.

Im Zusammenhang mit der *deliktischen Haftung* sollte dagegen die Frage nach dem eigentlichen Verursacher eines durch den Einsatz eines Expertensystems angerichteten Schadens interessieren. Es müßte geklärt werden, ob das System beim Umgang mit dem ihm zur Verfügung gestellten „Wissen“ versagt hat, oder ob mangelnder Sachverstand des befragten Experten zum Fehler geführt hat. Die Fehlerquelle könnte aber auch in mangelnder Kommunikationsfähigkeit von Programmierern und Experten während des Prozesses der Wissensakquisition liegen. (Denkbare Fehler zeigt Kasten E-3.)

Bei der Frage nach der *Produzentenhaftung* schließlich müßte erörtert werden, wer als Hersteller eines über den Markt vertriebenen Expertensystems gilt: der Programmierer oder der Experte oder beide zusammen?

## Fehlerquellen bei Expertensystemen

### • Fehler in der Inferenzkomponente:

Liegen Fehler in der Inferenzkomponente vor, so werden die Schlüsse des Systems nicht zuverlässig gezogen. Besonders anfällig für solche Fehler sind Schlußregeln der sogenannten „Fuzzy-Logik“, bei der das Gelten einer Regel oder das Zutreffen eines Faktums nur zu einem bestimmten Grade vorzuliegen braucht und daraus ein bestimmter Grad der Geltung der Schlußfolgerung abgeleitet werden soll. Die Interpretation dieser Ableitungen ist theoretisch nicht genügend abgesichert, insbesondere ist die Interpretation des Geltungsgrades der Schlußfolgerung umstritten.

### • Fehler in der Wissensbasis:

Fehler in der Wissensbasis können aus unterschiedlichen Quellen stammen:

- o Fehler, die durch falsche Eingaben in die Wissensbasis, also durch mangelhafte Wissensakquisition, zustande kommen
- o Fehler, die durch die Eingabe falscher Expertenmeinungen, also durch die Aufnahme falschen Wissens in die Wissensbasis zustande kommen
- o Fehler, die durch die Wartung der Wissensbasis, vor allem bei Aktualisierungen oder Erweiterungen der Wissensbasis, zustande kommen

### • Fehler bei der Bedienung

Hier handelt es sich um Fehler, die der Bediener selbst, z.B. wegen unsachgemäßen Umgangs mit dem System, verursacht.

## Kasten E-3

### Rechtsschutz bei Expertensystemen

Während der letzten Jahre hat es sich in der Praxis der Datenverarbeitung gezeigt, daß die Kosten für die Computer-Programme ständig ansteigen, während der Kostenanteil der Geräte tendenziell sinkt. Aufgrund des erheblichen Entwicklungsaufwands verkörpern viele Software-Produkte einen hohen wirtschaftlichen Wert. Neben den ökonomischen Gesichtspunkten spricht die besondere Verletzlichkeit von Software für einen effektiven Rechtsschutz. Mit relativ geringem finanziellen Aufwand können Computerprogramme, die auf einer Diskette, auf einem Magnetband oder einer Magnetplatte gespeichert sind, vervielfältigt werden. Handelt es sich bei dem kopierten Programm um Standardsoftware, so liegt — aufgrund der großen Zahl potentieller Anwender — ein besonderer Anreiz zur unrechtmäßigen Vervielfältigung vor, welche ihrerseits zu einem besonders hohen Schaden führt. Der von den Software-Herstellern gelegentlich installierte technische Kopierschutz wird regelmäßig überwunden, stellt also kein wirksames Mittel zur Verhinderung der Herstellung von Raubkopien dar.

Die zuvor genannten Gefahren gelten grundsätzlich auch für Expertensysteme. Zwar sind Expertensysteme gegenwärtig noch typischerweise auf einen bestimmten Anwender zugeschnitten und damit weniger der Gefahr einer unberechtigten Vervielfältigung ausgesetzt, doch wird es auch hier die Tendenz geben, solche Systeme in der Zukunft als Standardsoftware einem größeren potentiellen Anwenderkreis anzubieten.

Vom Gesetzgeber wurde schon in der Vergangenheit gefordert, Software als Wirtschaftsgut zu schützen. Die rechtspolitische Diskussion konzentrierte sich in Deutschland wie im Ausland auf das *Patentrecht* und das *Urheberrecht*. Hierfür geltende Rechtsmaterien gewähren einen absoluten, d.h. gegenüber jedermann wirkenden Schutz.

Richterliche Entscheidungen zum Thema *Urheberrecht* bei Computerprogrammen liegen vereinzelt vor. Ausnahmslos wurde die urheberrechtliche Schutzfähigkeit dem Grundsatz nach bejaht.

Die früher diskutierte Frage, ob Computerprogramme in den Schutzbereich des Urhebergesetzes

(UrhG) fallen, hat der Gesetzgeber im Rahmen einer Gesetzesnovellierung beendet. Gemäß § 2 Abs. 1 Nr. 1 UrhG gehören zu den geschützten Werken der Literatur, Wissenschaft und Kunst nun auch Programme für die Datenverarbeitung. Mit der Werkschöpfung entsteht das Urheberrecht am jeweiligen Software-Produkt. Nach nationalem Recht sind weitere Formalitäten nicht erforderlich. Gleichwohl besteht jedoch die Möglichkeit einer Registrierung bzw. Hinterlegung. Gemäß §§ 66 Abs. 2 Nr. 2 und 138 UrhG können bereits veröffentlichte Werke nachträglich in der Urheberrolle — die beim Deutschen Patentamt geführt wird — freiwillig registriert werden.

Gemäß § 7 UrhG ist der Schöpfer des Werkes Urheber. Die Entwicklung von Software-Produkten erfolgt jedoch in aller Regel mehrstufig. Die Einteilung der Programmentwicklung in einzelne Entwicklungsphasen wird für das Urheberrecht bedeutsam, wenn sich Verletzungshandlungen auf die

Übernahme von Produkten aus den einzelnen Programmierungsstufen beschränken oder wenn Streit über die Miturheberschaft bei mehreren Beteiligten mit unterschiedlichen Beiträgen entsteht. Bei Expertensystemen ist der an der Herstellung von Software beteiligte Personenkreis um die Person des Experten, der Programmierprozeß um die Phase der Wissensakquisition erweitert. Hieraus ergibt sich aus urheberrechtlicher Sicht ein Sonderproblem.

Fraglich ist zunächst, ob der Experte im Rahmen der Werkschöpfung als Mit-Urheber zu qualifizieren ist, oder ob er als bloßer Gehilfe dem Gestaltungswillen eines anderen untergeordnet ist und keinen urheberrechtlichen Anteil am Werk erwirkt. Sind sämtliche an der Entstehung des Urheberrechts Beteiligte Angestellte *eines* Unternehmens, so sind hinsichtlich der Durchsetzung des Urheberrechts an den Unternehmensprodukten regelmäßig keine Schwierigkeiten zu befürchten. Aufgrund des Arbeitsvertrages sind die Beteiligten in der Regel verpflichtet, ihre

17

## Handlungsfeld

### Rechte an Computerprogrammen

Ausschüsse:      Recht  
                          Wirtschaft

Option:           Die Bundesregierung auffordern, zu prüfen, ob die Schaffung eines spezifischen Software-Rechts notwendig und praktikabel ist. Dabei beispielsweise auch um Berücksichtigung der Frage bitten, ob "Informationsüberlassungsverträge" besondere Regelungen im Bürgerlichen Gesetzbuch oder im Gesetz über die allgemeinen Geschäftsbedingungen oder in einem eigenen Gesetz verdienen.

Option:           Die Bundesregierung auffordern, zu prüfen, ob sich aus der zunehmenden Bedeutung immaterieller Wirtschaftsgüter rechtliche Regelungsnotwendigkeiten ergeben, v.a. im Hinblick auf Aspekte des Eigentumsrechts.

Befugnisse bezüglich der Auswertung des Produktes an den Unternehmer zu übertragen.

Als einzelne Urheberrechte verdienen in unserem Zusammenhang exklusive Rechte des Urhebers auf Änderung und Vervielfältigung seines Werks besondere Beachtung.

- Für die Nutzung eines Expertensystems als Werk im Sinne des Urheberrechts ist die Vorschrift des § 39 UrhG (Änderungsverbot) von großer Bedeutung. Nach dieser Norm darf der Inhaber des Nutzungsrechts grundsätzlich keine Änderungen am Werk selbst vornehmen.

Dies bedeutet gerade für Expertensysteme eine essentielle Einengung, da Weiterentwicklung sowie Wissensergänzung und -aktualisierung unmöglich werden, sofern der Urheber eine entsprechende Änderung nicht gestattet. Es stellt sich daher die Rechtsfrage, ob bei Expertensystemen, die in den meisten Fällen auf Weiterentwicklung bzw. Wissensaktualisierung angelegt sind, die Einräumung eines Bearbeitungsrechts stets konkludent mit dem Nutzungsrecht erfolgt.

- Werden Expertensysteme als integraler Bestandteil eines Computers vertrieben, so unterliegt schon der Einbau der Software in die Hardware dem Vervielfältigungsrecht des Programmurhebers nach § 16 UrhG. Dieser kann sich bereits hier einen Anteil an der Werknutzung sichern.

Aber auch dann, wenn das Programm auf einem Datenträger in den Verkehr gebracht wird, ist die Produktion zusätzlicher Werkstücke unzulässig. Wie bei „normaler Software“, so ist auch bei Expertensystemen streitig, ob schon durch das Einlesen des Programms in den Arbeitsspeicher des Computers das Urheberrecht in Form des Vervielfältigungsrechts in Anspruch genommen wird.

Wie bereits oben erwähnt, wurden in der Bundesrepublik Deutschland Überlegungen angestellt, die einen Schutz von Computerprogrammen nach dem *Patentrecht* zum Inhalt hatten.

Gem. § 1 Patentgesetz (PatG) werden Patente für Erfindungen erteilt, die neu sind, auf einer erfindnerischen Tätigkeit beruhen und gewerblich anwendbar sind. Das Patent ist das einer bestimmten Person kraft behördlichen Erteilungsakts (Erteilung erfolgt durch das Deutsche Patentamt) zustehende subjektive Recht, andere von bestimmten Handlungen in bezug auf eine Erfindung auszuschließen.

Für die Frage, ob Computerprogramme patentrechtlichen Schutz erlangen können, hat sich vor allem die Beschränkung dieses Schutzes auf das Gebiet der Technik als Quelle von Schwierigkeiten erwiesen. Nach höchstrichterlicher Rechtsprechung ist ein patentrechtlicher Schutz von Computerprogrammen nur in Ausnahmefällen möglich. Der Bundesgerichtshof (BGH) begründet seine Auffassung damit, daß den Computerprogrammen in aller Regel der für den patentrechtlichen Erfindungsbegriff wesentliche technische Charakter fehle. Gleichzeitig sprach er sich dagegen aus, die Beschränkung

des Patentschutzes auf das Gebiet der Technik aufzugeben. Der BGH versuchte auf diesem Wege sicherzustellen, daß das Patentgesetz nicht zum Auffangbecken für den Schutz aller sonst nicht begünstigten geistigen Leistungen wird. Sichere Aussagen darüber, ob programmbezogene Erfindungen in den Schutzbereich des Patentgesetzes fallen, sind derzeit nicht möglich. Weder das Bundespatentgericht noch der BGH haben sich bisher mit der Auslegung der Ausschlußbestimmung § 1 Abs. 2 Nr. 3 PatG, nach welcher insbesondere Programme für Datenverarbeitungsanlagen nicht als Erfindungen im Sinne des Patentgesetzes angesehen werden, beschäftigt.

Das höchstrichterliche Verhalten wurde wiederholt kritisiert, nicht zuletzt auch wegen der Konsequenzen, die diese Auffassung für die rechtliche Regelung der Arbeitnehmererfindervergütung hat: Was nicht als Erfindung im Sinne des Patentgesetzes angesehen werden kann, ist auch nicht Gegenstand von über den normalen Gehalt/Lohn hinausgehende Vergütung.

Die Praxis der Patentämter weicht in gewisser Weise von der Rechtsprechung ab. In der Anweisung über die Prüfungsrichtlinien für Anmeldungen, die DV-Programme enthalten, heißt es, daß eine programmbezogene Erfindung auch dann technischen Charakter habe, wenn zur Lösung der Aufgabe, die der Erfindung zugrundeliegt, von Signalen in DV-Anlagen Gebrauch gemacht werden muß. Alle Merkmale, die zu einer Lösung der Aufgabe führen, seien in die Prüfung einzubeziehen, auch wenn es sich um nicht-technische Merkmale handle. Das Europäische Patentamt hat in einer Richtlinie vom März 1985 sogar ausdrücklich programmgesteuerte Geräte und Herstellungs- sowie Steuerungsverfahren in der Regel als patentfähig angesehen.

Es ist abzusehen, daß es bei einem Anfechtungsverfahren über ein nach diesen Richtlinien erteiltes Patent zu einem Präzedenzfall mit höchstrichterlicher Entscheidung kommen dürfte.

Mittlerweile liegen erste Anträge auf Patentierungen von Expertensystemen vor. Im Falle eines Antrags der IBM Deutschland beim Europäischen Patentamt kann mit einem Bericht des Amtes, der sich auch prinzipiell mit der Patentfähigkeit des Systems befassen muß, Anfang 1990 gerechnet werden. Das Ergebnis dieses Vorgangs und seine weitere Entwicklung werden für die zukünftige patentrechtliche Behandlung von Expertensystemen erhebliche Bedeutung haben.

#### 4. Expertensysteme und Mitbestimmung

1. Bei der Entwicklung und Anwendung von Expertensystemen können folgende Probleme entstehen:

Schon in der Entwicklungsphase eines Expertensystems, in der es nicht nur um den Fertigungs- und Wartungsaufwand u.ä. des künftigen Systems, sondern auch um die aus der Lösung resultierenden Folgekosten und Folgekonstruktionen geht, entstehen für Entwickler schwierige Probleme. Neben dem

vergleichsweise leicht zugänglichen und nachschlagbaren Wissen (DIN-Normen, Betriebsnormen, allgemeine Berechnungsgrundlagen, Fachbücher u.a.) müssen Entwickler das im Zuge langjähriger beruflicher Erfahrungen erworbene Wissen von menschlichen Experten erschließen, abspeichern und der Wissensverarbeitung zugänglich machen. Das Ziel, durch eine erhöhte Verfügbarkeit des Wissens menschlicher Experten aus vielfältigen Bereichen (Entwicklung, Konstruktion, Produktion, Qualitätskontrolle usw.) die Entscheidungsgrundlagen in den jeweiligen Problemfeldern zu verbessern, ist — gemessen an den sich abzeichnenden informationstechnischen Möglichkeiten zur Speicherung von heuristischem Wissen — nur schwer erreichbar. Ob es erreicht werden kann, hängt ganz wesentlich davon ab, ob und wie weit es gelingt, den menschlichen Experten als „Wissensträger“ für die Unterstützung der Entwicklung von Expertensystemen, d.h. für eine Preisgabe seines beruflichen Wissens, zu gewinnen. Es ist vor allem das menschliche Fach- und Erfahrungswissen, das für die Bearbeitung von KI-Projekten eine prinzipiell notwendige „Materie“ darstellt, ohne die spezifische Probleme bei der Entwicklung „intelligenter“ Software nicht gelöst werden können.

Die Entwicklung von Expertensystemen setzt grundsätzlich eine Mitwirkung betrieblicher Experten aus jeweiligen Fachabteilungen des betreffenden Unternehmens voraus. Arbeitsvertraglich ist der zu befragende Experte verpflichtet, die Fragen des Wissensingenieurs zu beantworten. Aber unbeschadet der arbeitsrechtlichen Pflicht zur „Wissensabgabe“ bleibt die Frage nach der individuellen Bereitschaft des Experten, diesbezüglich an der Entwicklung von Expertensystemen mitzuwirken. Maßgeblich wird dies davon abhängen, ob dies ohne Sorge um eine spätere, durch die Anwendung des Expertensystems möglich werdende Dequalifizierung — oder andere soziale Nachteile — erfolgt.

Der betriebliche Einsatz von Expertensystemen stellt kein alleiniges Handlungsfeld der Unternehmens- oder Dienststellenleitungen dar. Da die Anwendung von Expertensystemen zu Veränderungen von Arbeitsverfahren und Arbeitsabläufen führt und darüber hinaus zugleich neue Möglichkeiten für eine Kontrolle und Überwachung des Verhaltens sowie der Leistung der betroffenen Arbeitskräfte schafft, eröffnet sie der betrieblichen Interessenvertretung der Arbeitnehmer in Unternehmen der privaten Wirtschaft über Unterrichts- und Beratungsrechte nach dem Betriebsverfassungsgesetz hinaus zugleich das Recht zur Mitbestimmung. Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang insbesondere die Unterrichts- und Beratungsrechte nach § 90 des BetrVG, denen zufolge der Arbeitgeber den Betriebsrat u.a. über die Planung von technischen Anlagen, von Arbeitsverfahren und Arbeitsabläufen und der Arbeitsplätze rechtzeitig zu unterrichten hat. Dabei hat der Arbeitgeber mit dem Betriebsrat insbesondere die vorgesehenen Maßnahmen und deren Auswirkungen auf die Arbeitnehmer so rechtzeitig zu beraten, daß Vorschläge und Bedenken des Betriebsrates bei der Planung berücksichtigt werden können und zugleich gesicherte arbeitswissen-

schaftliche Erkenntnisse über eine menschen-gerechte Gestaltung der Arbeit zur Anwendung gelangen. Zu erwähnen sind darüber hinaus die Mitbestimmungsrechte des Betriebsrates bei der Durchführung betrieblicher Bildungsmaßnahmen sowie bei personellen Einzelmaßnahmen. Von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit der Anwendung von Expertensystemen ist schließlich das Mitbestimmungsrecht des Betriebsrates bei der „Einführung und Anwendung von technischen Einrichtungen, die dazu bestimmt sind, das Verhalten oder die Leistung der Arbeitnehmer zu überwachen (§ 87 (1) 6 des BetrVG)“. Weitere Mitwirkungs- und Mitbestimmungsmöglichkeiten ergeben sich aus den §§ 111 — 113 des BetrVG (Betriebsänderungen, Interessenausgleich, Sozialplan).

Vergleichbares gilt gemäß den Regelungen des Bundespersonalvertretungsgesetzes für die Einrichtungen des öffentlichen Dienstes. Auch hier hat der Personalrat als Interessenvertretung der Arbeitnehmer mitzubestimmen bei der „Gestaltung der Arbeitsplätze sowie bei der Einführung und Anwendung technischer Einrichtungen, die dazu bestimmt sind, das Verhalten und die Leistung der Beschäftigten zu überwachen“ (§ 75 BPersVG).

Grundsätzlich gilt, daß Kenntnisse und Fähigkeiten des menschlichen Experten wohl stets größer sind als die des Expertensystems, weil nicht der ganze Umfang seines Wissens, und schon gar nicht seine Kreativität und Intuition, mit in die Maschine übertragen werden kann. Sollte ein Teil seiner Aufgaben künftig mit Hilfe des Expertensystems gelöst werden, ist anzunehmen, daß der Experte für neue, komplizierte Aufgaben gebraucht wird. Es ist bislang kein Fall bekannt, daß ein Experte, der sein Wissen für ein Expertensystem „preisgegeben“ hat, nicht mehr oder nur unter Wert weiterbeschäftigt wurde.

Die Sorge aber, der Einsatz von Expertensystemen führe zu einer „Kreativitätssackgasse“ muß weiterhin beachtet werden.

2. Die industriesoziologische Literatur über die Auswirkungen des Einsatzes neuer Technologien in der Produktion zeigt, daß die neuen informationstechnischen Kontrollmöglichkeiten des betrieblichen Geschehens durch den Einsatz von Expertensystemen eine wesentliche Erweiterung erfahren können.

Ein Beispiel für die erweiterte Kontrollmöglichkeit stellen solche Expertensysteme dar, die das Arbeitshandeln des Benutzers registrieren (in der Fachwelt wird von „benutzermodellierenden Expertensystemen“ gesprochen). Mit diesem neuen System läßt sich der Dialog zwischen „lernenden“ Arbeitskräften und „lehrender“ Maschine in Richtung einer effektiven Ausnutzung der Möglichkeiten der „intelligenten“ Software lenken, was erweiterte Möglichkeiten zur Ermittlung u.a. von Lern- und Reaktionsfähigkeit und Leistungsverhalten des Nutzers bietet. Somit können über eine quantitative Kontrolle hinaus auch qualitative Merkmale erfaßt werden. So kann beispielsweise ein Diagnosesystem nicht nur die Dauer einer Fehlerdiagnose erfassen, sondern auch jeden einzelnen Schritt und die Wirkung, mit der er jeweils ausgeführt wurde.

Die mögliche Modellierung des Verhaltens von Benutzern eines Expertensystems wirft neue datenschutzrechtliche Fragen auf. (vgl. Abschnitt E. 5).

Das Bundesarbeitsgericht sieht in den technischen Möglichkeiten der Überwachung und der Kontrolle des Verhaltens und der Leistung der Arbeitnehmer einen mitbestimmungspflichtigen Tatbestand:

„Eine technische Einrichtung ist zur Überwachung von Verhalten oder Leistung von Arbeitnehmern bestimmt, wenn sie verhaltens- und/oder leistungsbezogene Daten der Arbeitnehmer zu Aussagen über bestimmte Verhaltensweisen und/oder Leistung verarbeitet, die eine Beurteilung von Verhalten oder Leistung ermöglichen. Darauf, ob der Arbeitgeber eine solche Beurteilung auch ermöglichen will und anschließend vornimmt, kommt es nicht an. Die Einführung und Anwendung einer solchen technischen Einrichtung unterliegt daher der Mitbestimmung des Betriebsrates.“

Das Volkszählungsurteil des Bundesverfassungsgerichts von 1983 läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß das Erstellen von Persönlichkeitsprofilen in Form von Total- oder Teilabbildern der Persönlichkeit selbst dann einem unzulässigen Eingriff in die Persönlichkeit gleichkommt, wenn es „in der Anonymität statistischer Erhebung“ geschieht. Anschließend an die Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts vertritt das BAG die Auffassung, daß die „aufgezeigten Gefahren der technischen Datenverarbeitung für das Persönlichkeitsrecht die Bejahung eines Mitbestimmungsrechts des Betriebsrates nach § 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG rechtfertigen, „wenn und soweit sich diese Gefahren gerade bei der technischen Überwachung von Verhalten und Leistung der Arbeitnehmer verwirklichen.“

3. Die industriesoziologische Technikforschung ist sich darin einig, daß der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in der industriellen Produktion neue Strategien der Rationalisierung möglich machen. Dieser „neue Rationalisierungstyp“ ist dadurch gekennzeichnet, daß sich Rationalisierungsstrategien nicht länger nur auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit einzelner Bearbeitungsprozesse richten, sondern die Gesamtheit betrieblicher Prozesse und deren optimale Koordination einbeziehen. Darüber hinaus umfassen sie zugleich auch außerbetriebliche Liefer-, Bearbeitungs-, Lager- und Transportprozesse. Auf diese Weise bewirken sie weitreichende Veränderungen der zwischenbetrieblichen Arbeitsteilung. Absehbar ist, daß der damit verbundene immaterielle Transport von Daten, Informationen und Wissen über den Betrieb, bzw. das Unternehmen, aber auch über nationale Grenzen hinaus eine neue, jetzt informationstechnisch entstandene Möglichkeit ist, die auf betriebliche Entscheidungs- und Handlungsstrukturen nicht ohne Wirkung bleibt.

Überbetrieblich vernetzte Expertensysteme werfen neue Fragen auf: Die bisherige örtliche und räumliche Einheit zwischen der Rationalisierungsmaßnahme und ihrer Wirkung wird durch die informationstechnische Vernetzung aufgehoben. Der bisherige Zusammenhang einzelner technischer und/oder or-

ganisatorischer Umstellungen ist im konventionellen Sinne nicht mehr gegeben. Die Folgen der informationstechnischen Vernetzung werden daher mehr und mehr von unmittelbaren Veränderungen abgekoppelt. Im Zuge dieser Entkoppelung stehen sowohl die Unternehmensleitungen wie die betrieblichen Interessenvertretungen vor neuen Fragen, zumal diese Entwicklung durch die Anwendung von Expertensystemen noch verstärkt wird: durch zukünftig lokal installierte, aber global operierende Expertensysteme, die in nationale und weltweite Telekommunikationsnetze eingebunden sind, können neuartige, vernetzte und wissensbasierte Infrastrukturen entstehen. Sowohl im Hinblick auf Produktions- und Absatzentscheidungen wie auf traditionelle Mechanismen betrieblicher Konfliktlösungen entstehen für die Unternehmensleitungen neue Probleme. Die Strategieplanung der Unternehmensleitungen steht vor dem Problem, daß die Berechenbarkeit ihrer Entscheidungen abnimmt.

4. Als Folgen des Einsatzes von Expertensystemen in der industriellen Produktion werden

- die „Enteignung“ des Wissens von Experten,
- der Verlust von Selbständigkeit und Entscheidungsfreiheit und damit die Abqualifizierung von Anwendern,
- die Möglichkeit der Überwachung von Leistung und Verhalten der Anwender und
- „neue Konzepte der Rationalisierung“

diskutiert.

Ob diese zwingenden oder möglichen Folgen durch ein Mehr an Mitbestimmung zu verhindern oder wenigstens zu mildern sind, wird zwischen den Tarifvertragsparteien kontrovers diskutiert. Dabei geht es im wesentlichen um die Frage, ob der Einsatz der neuen Technologie der Expertensysteme einen Mitbestimmungs-Tatbestand darstellt, der

- a) erweiterte oder präzisiertere Mitwirkungs- und Mitbestimmungsrechte des Betriebsrates im Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) erforderlich macht,

oder

- b) der durch die schon rechtlich fixierten Mitwirkungs- und Mitbestimmungsmöglichkeiten des Betriebsrates im BetrVG abgedeckt wird.

#### 5. Darlegung gewerkschaftlicher Auffassungen zum Thema „Expertensysteme und Mitbestimmung“ (Roland Schneider, DGB)

Der DGB und seine Gewerkschaften vertreten die Auffassung, daß neue Informations- und Kommunikationstechniken, darunter auch Expertensysteme, neue und erweiterte Möglichkeiten für eine menschengerechte, qualifizierte und persönlichkeitsfördernde Gestaltung von Arbeit und Technik eröffnen. Eine umfassende und wirksame Ausschöpfung der erweiterten Gestaltungsspielräume dieser Technologien sowie die notwendige Vermeidung bzw. Ver-

ringerung der mit ihnen verbundenen Risiken, darauf deuten sowohl betriebliche Erfahrungen als auch neuere Befunde der sozialwissenschaftlichen Technikforschung hin, ist allerdings nur dann möglich, wenn es im Zuge betrieblicher Entscheidungen und Planungen über den Einsatz neuer Technologien zu einer umfassenden Mitwirkung und Beteiligung der betroffenen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer sowie ihrer betrieblichen Interessenvertretung kommt.

In der betrieblichen Praxis bestehen jedoch erhebliche Schwierigkeiten und Probleme bei den Bemühungen der Betriebs- und Personalräte, im Zusammenhang mit Entscheidungen und Planungen über den Einsatz neuer Technologien bestehende Informations-, Beratungs- und Mitbestimmungsrechte auf der Grundlage des Betriebsverfassungsgesetzes bzw. der Personalvertretungsgesetze von Bund und Ländern wahrzunehmen. Auf diesen Sachverhalt weisen übereinstimmend die Ergebnisse neuerer industrie- und techniksoziologischer Untersuchungen hin. Sie belegen, daß im Zusammenhang mit der Realisierung neuer Rationalisierungskonzepte, die mit der Einführung und Anwendung informationstechnischer Geräte zu Steuerungs- und Organisationszwecken einhergehen, die traditionelle Einflußnahme der betrieblichen Interessenvertretung im Bereich des Rationalisierungsschutzes zurückgeht. Maßgeblich für eine faktisch sinkende Beteiligung der Betriebsräte im Planungs- und Projektierungsstadium von betrieblichen Umstellungsmaßnahmen ist die vielfach noch vorherrschende Auffassung des Managements, der zufolge eine Beteiligung betrieblicher Interessenvertretungen an technischorganisatorischen Umstellungen als störend und unerwünscht betrachtet wird. Eingeschränkt werden die Beteiligungsmöglichkeiten der Betriebs- und Personalräte schließlich auch dadurch, daß ein wachsender Teil der Konzipierungs-, Entwicklungs- und Projektierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit technischorganisatorischen Umstellungen außerhalb der Anwenderbetriebe durchgeführt wird. Auf diese Weise wird der erforderliche Zugang der betrieblichen Interessenvertretungen zu den notwendigen Informationen mehr und mehr verbaut. Verstärkt wird der Ausschluß der betrieblichen Interessenvertretungen von Informationen schließlich auch dadurch, daß die Zahl der an technisch-organisatorischen Umstellungsmaßnahmen beteiligten Gruppen und Institutionen zunimmt. Zusammengenommen führen diese Entwicklungen dazu, daß Möglichkeiten der Beteiligung der Betriebsräte vielfach erst beim Beginn konkreter betrieblicher Umstellungsmaßnahmen entstehen. Zu diesem Zeitpunkt sind jedoch bereits die grundlegenden Entscheidungen über Auswahl und Auslegung neuer Maschinen und Anlagen getroffen, die sich eröffnenden Mitbestimmungs- und Beteiligungsmöglichkeiten stoßen daher auf begrenzte Gestaltungsmöglichkeiten.

Im Zusammenhang mit steigenden Anwendungsfällen der Informations- und Kommunikationstechnik ist ferner zu berücksichtigen, daß sich den Unternehmen neue Strategien der Rationalisierung eröffnen. Mit ihnen werden sie in die Lage versetzt, ein Grundproblem konventioneller Technologien einer

Lösung zuzuführen: Gegenläufige Anforderungen an eine Flexibilität und Qualität betrieblicher Produktions- und Verwaltungsabläufe einerseits und deren einzelwirtschaftliche Gestaltung andererseits können gleichzeitig bewältigt werden. Die sozialwissenschaftliche Technikforschung bezeichnet diesen Sachverhalt als neue *systemische Rationalisierung*. Diese zielt nicht mehr länger nur auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit einzelner Bearbeitungsprozesse, sondern sie bezieht die Gesamtheit betrieblicher Prozesse und deren optimale Koordination ein. Die durch die Realisierung neuer, systemischer Rationalisierungskonzepte erfolgende informationstechnische Vernetzung bislang getrennter betrieblicher und zwischenbetrieblicher Aufgaben und Prozesse hat weitreichende Konsequenzen: Im Gegensatz zu traditionellen technisch-organisatorischen Umstellungen betreffen soziale und wirtschaftliche Veränderungen und Folgen neuer Rationalisierungskonzepte nicht mehr länger einfach räumlich abzugrenzende Umstellungsfälle und -bereiche. Dies führt dazu, daß auf der Grundlage traditioneller Rationalisierungserfahrungen Auswirkungen einer datentechnischen Integration für die betroffenen Arbeitskräfte nicht mehr in dem Maße vorhergesehen und bewältigt werden können, wie dies in der Vergangenheit möglich war.

Die Mitbestimmungs- und Gestaltungsmöglichkeiten der betrieblichen Interessenvertretung erfahren dabei eine zweifache Einschränkung. Einerseits stellen neue, systemische Rationalisierungsmaßnahmen weitreichende Systementscheidungen dar. Gestaltungseingriffe durch die Betriebsräte im Zuge der Wahrnehmung ihrer Mitbestimmungsrechte müssen daher weitaus stärker als in der Vergangenheit bereits in der Planungs- und Projektierungsphase einsetzen. Die dazu erforderlichen Informationen und notwendigen Zugangsmöglichkeiten bleiben ihnen jedoch zumeist verschlossen. Andererseits werden die Wirkungen bestehender Rationalisierungsschutzregelungen durch neue, systemische Rationalisierungsmaßnahmen eingeschränkt. Traditionelle Rechtsnormen zum Zwecke des Schutzes der Arbeitnehmer vor nachteiligen Rationalisierungsfolgen gehen in der Regel davon aus, daß zwischen der jeweiligen Rationalisierungsmaßnahme und ihren personellen Folgen ein direkter Zusammenhang nachweisbar ist. Anders gesagt: Sie setzen eine örtliche und räumliche Einheit zwischen der Rationalisierungsmaßnahme und ihrer Wirkung voraus. Diese Einheit wird nunmehr jedoch durch die informationstechnische Vernetzung aufgehoben. Die Einbeziehung der Gesamtheit betrieblicher und zwischenbetrieblicher Prozesse in systemische Rationalisierungsmaßnahmen führt vielfach zu Folgewirkungen, bei denen ein Zusammenhang mit einzelnen, technischen und/oder organisatorischen Umstellungen scheinbar nicht mehr gegeben ist. Die Folgen der informationstechnischen Vernetzung werden auf diese Weise mehr und mehr von den ihnen zugrunde liegenden technisch-organisatorischen Veränderungen abgekoppelt. Im Zuge dieser Entkoppelung verliert die betriebliche Interessenvertretung rechtliche Handlungsmöglichkeiten — diese werden in ihrer Wirkung ausgehöhlt. Die Anwendung von Ex-

pertensystemen wirkt diesbezüglich als „Trendverstärker“.

Die Folgen der informationstechnischen Vernetzung betreffen jedoch nicht nur die betrieblichen Interessenvertretungen. Auch für die Unternehmensleitungen können zahlreiche neue Probleme entstehen. Dies gilt sowohl im Hinblick auf Produktions- und Absatzentscheidungen, aber auch im Hinblick auf traditionelle Mechanismen der Bewältigung betrieblicher Konflikt- und Problemlagen. Auch diese werden in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt. Die Strategieplanung der Unternehmensleitungen steht damit vor dem Problem, daß die Berechenbarkeit von Planungs- und Handlungsmaßnahmen abnimmt. Zusammenfassend werfen diese Sachverhalte aus der Sicht der Gewerkschaften die Frage nach einer notwendigen Anpassung des Arbeits-, Sozial- und Wirtschaftsrechtes an Erfordernisse der informationstechnischen Vernetzung auf.

Die Frage nach erweiterten Mitbestimmungsmöglichkeiten für die Betriebs- und Personalräte wird jedoch nicht nur durch die Veränderung ihrer Handlungsbedingungen aufgeworfen, die mit der Vernetzung einhergeht. Fragen nach der Ausweitung der Mitbestimmung der betrieblichen Interessenvertretungen und der Arbeitnehmer resultieren auch aus den Erfahrungen betrieblicher Prozesse der Einführung neuer Technologien. Angesichts vielfältiger Schwierigkeiten, die im Einführungsprozeß entstehen, sehen sich Unternehmensleitungen in einzelnen Fällen veranlaßt, betriebliche Experimente bei der Einführung neuer Technologien durchzuführen und den betroffenen Arbeitnehmern erweiterte Beteiligungs- und Mitwirkungsmöglichkeiten zuzubilligen. Das wachsende Interesse des Managements an neuen, konzeptionellen Hilfen zur Bewältigung betrieblicher Problemlagen im Zusammenhang mit der Einführung neuer Technologien findet in veränderten Führungs- und Sozialtechniken (wie Mitarbeitergesprächen, Kleingruppenkonzepte, Qualitätszirkel, teilautonome Arbeitsgruppen) seinen Niederschlag und verweist auf seine Abhängigkeit von engagiertem und qualifiziertem Arbeits- und Leistungsverhalten der Arbeitnehmer. Insoweit ist mit neuen Konzepten zugleich die Absicht des Managements verbunden, das Verhalten und das Bewußtsein der Beschäftigten zu prägen und zu steuern. Die Gewerkschaften haben bisher gegenüber Ansätzen einer zunehmend kooperativen Unternehmenspolitik Skepsis und Zurückhaltung praktiziert. Begründet wurde dies von ihnen zumeist mit Hinweisen auf die Gefahr, daß die Handlungsfähigkeit betrieblicher Interessenvertretungen durch neue, sie häufig ausschließende, Kooperationsformen beeinträchtigt wird. Dennoch stellt sich die Frage, inwieweit neue Beteiligungsmöglichkeiten — auch wenn die Initiative dazu zunächst nur vom Management ausgeht — für die Gestaltung von Arbeit und Technik genutzt werden können. Ebenso ist zu fragen, welche Rolle die jeweiligen betrieblichen Handlungs- und Entscheidungsträger im Zuge der Durchführung von Prozessen der Gestaltung von Arbeit und Technik einnehmen können, und welche organisatorischen und rechtlichen Formen in diesem Zusammenhang zu entwickeln sind.

Im Zusammenhang damit müssen die jüngsten gewerkschaftlichen Diskussionen um die Weiterentwicklung der Mitbestimmung der Arbeitnehmer und ihrer Interessenvertreter gesehen werden. Sie gehen davon aus, daß unternehmerische Beteiligungsangebote ohne rechtliche Verbindlichkeit und somit ohne wirksame Durchsetzungsmöglichkeiten für die Arbeitnehmer erfolgen. Dies begründet die Forderung nach erweiterter Mitbestimmung der Arbeitnehmer am Arbeitsplatz und im Betrieb. Eingeschlossen darin ist die Auffassung, daß die Mitbestimmung am Arbeitsplatz, die Bildung von Arbeitskreisen und Beteiligungsgruppen sowie die Verwirklichung von Gruppenarbeit Wege zur Entfaltung von mehr Mitbestimmung am Arbeitsplatz eröffnen. Mit ihr können Eigenständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstbewußtsein und Solidarität der Arbeitnehmer gefördert und zielgerichtet für die soziale Gestaltung von Arbeit und Technik genutzt werden. Eine so erweiterte Mitbestimmung, die zugleich die Mitbestimmungsmöglichkeiten der betrieblichen Interessenvertretung gewährleistet, soll am Arbeitsplatz zum Abbau von Fremdbestimmung beitragen und einen Prozeß eigenbestimmter Beteiligung sowie der sozialen und ökologischen Umgestaltung von Produktions- und Arbeitsprozessen einleiten. Bestandteil der Forderung nach Weiterentwicklung der Mitbestimmung ist somit auch eine Mitbestimmung bei Produkten, Produktions- und Arbeitsverfahren sowie bei der Arbeits- und Betriebsorganisation. Zu beachten ist dabei, daß die gewerkschaftlichen Diskussionen um die Weiterentwicklung der Mitbestimmung prozeßorientiert sind, das heißt sie begreifen technisch-organisatorische Umstellungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Einführung neuer Technologien in Betrieben und Verwaltungen als einen sozialen Prozeß.

Diese Forderungen werden durch bisher gemachte Erfahrungen mit beteiligungs- und prozeßorientierten Umstellungsmaßnahmen begründet. In besonderem Maße gilt dies für die Entwicklung informationstechnischer Systeme und ihre Gestaltung — und damit auch für *Expertensysteme*. Vorliegende Erfahrungen mit der *partizipativen Systementwicklung*, die vor allem in Skandinavien, aber auch in der Bundesrepublik gemacht wurden, haben überzeugend demonstriert, daß informationstechnische Innovationen unter der Beteiligung und Mitbestimmung der Arbeitnehmer grundsätzlich erweiterte Chancen für die Verbesserung der Arbeitsbedingungen und zur Sicherung von Qualifikationsanforderungen sowie deren Weiterentwicklung eröffnen. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang die Feststellung, daß eine offene und partizipative Systemgestaltung weder mit grundsätzlich erhöhten Kosten noch mit einem zusätzlichen Arbeitsaufwand verbunden ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn man von einer langen Einsatzdauer der Systeme ausgeht. Es gilt: Die frühzeitige Vermeidung von Fehlentwicklungen erspart hohe Revisionskosten während des Betriebs informationstechnischer Systeme. Voraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung von Maßnahmen der partizipativen Systementwicklung ist die gleichberechtigte Mitwirkung von Benutzern und Entwicklern an der Erarbeitung des für die Sy-

stementwicklung und -gestaltung benötigten Wissens. Verbunden damit ist zugleich die Entwicklung einer gemeinsamen Gestaltungskompetenz. Aus diesem Grund muß eine partizipative Systementwicklung — die ihre Absicherung erst durch entsprechende rechtliche Mitbestimmungsmöglichkeiten erfährt — auf die Gesamtheit der Arbeits-, Kommunikations- und Lernprozesse ausgerichtet werden, da erst in diesem umfassenden Kontext ein den Interessen der Beschäftigten und der Unternehmen gerecht werdendes Informationssystem bzw. Softwareprodukt entwickelt und angewendet werden kann. Dies führt auf seiten der Gewerkschaften u.a. zu der Schlußfolgerung, daß die besonderen Bedingungen der Entwicklung von Expertensystemen eine Beteiligung und Mitbestimmung der Arbeitnehmer und ihrer Interessenvertreter erfordern.

An diesem Sachverhalt kann und muß nach Auffassung des DGB und seiner Gewerkschaften eine Erweiterung der Mitbestimmung ansetzen. Ansatzpunkte dafür liegen im Zusammenhang mit der Entwicklung von Expertensystemen in der Ausgestaltung der Wissensbasis sowie — darauf wurde bei einer Anhörung der Arbeitsgruppe der Enquete-Kommission hingewiesen — in strukturellen Fragen, wie „Wieviel Unsicherheit soll zugelassen werden? Welche und wieviele Alternativen werden angeboten? Wie wird der Benutzer unterstützt? Wie transparent und nachvollziehbar wird ein System gestaltet? Welche Handlungs- und Entscheidungsspielräume sind gestattet? Wie ist das System organisatorisch eingebunden?“ etc. Allerdings muß davon ausgegangen werden, daß es gegenwärtig noch an juristisch eindeutigen Bestimmungen und Regelungen mangelt, um die Preisgabe von Wissen zum Gegenstand eines betrieblichen Interessenausgleiches im Rahmen von Betriebsvereinbarungen zu machen. Ein möglicher erster Ansatzpunkt dazu liegt im bestehenden Mitbestimmungsrecht des Betriebsrates bei Grundsätzen über das betriebliche Vorschlagswesen nach § 87 (1) 12 BetrVG. Dieses Mitbestimmungsrecht kann dazu genutzt werden, die Form der Auswahl der zu befragenden „menschlichen Experten“ (Benutzer-Repräsentation) sowie der Beteiligung der von der Systemanwendung betroffenen Arbeitnehmer zu gestalten. Beispiele für Formen der Regelung liegen

- in der Wahl des/der zu befragenden Experten durch die Belegschaft (Abteilung) sowie
- in der Regelung des Beteiligungsverfahrens und der Mitwirkung der Betroffenen und des Betriebsrates.

Außerdem kann dieses Recht dazu genutzt werden, weitere Rahmenbedingungen für den Prozeß der Beteiligung an der Entwicklung von Expertensystemen zu vereinbaren. Andere Ansatzpunkte liegen in einer individualrechtlichen Konkretisierung der allgemeinen Persönlichkeitsrechte für die Felder des Urheberrechts an Wissen, der Wissensfreigabe und der Wissensverwendung ähnlich den Spezifizierungen, die das Bundesverfassungsgericht bezüglich des Schutzes personenbezogener Daten getroffen hat. „Vorstellbar“, so wurde während der erwähnten Anhörung angedeutet, „wäre Wissensfreigabe als Per-

sönlichkeitsrecht, das nur aus übergeordneten Gründen und nach strikten Regeln eingeschränkt werden darf. Vorstellbar wäre weiterhin, betriebliche Erfordernisse als übergeordnete Gründe zur Einschränkung eines solchen Persönlichkeitsrechts dann und nur dann anzuerkennen, wenn der Prozeß der Wissensfreigabe kollektivrechtlich verankert würde.“

#### **6. Position der Arbeitgeber zum Thema „Expertensysteme und Mitbestimmung“ (Hubert Heß, Gesamtmetall)**

Es besteht kein Grund, wegen der Entwicklung, Einführung oder Anwendung von Expertensystemen neue Mitbestimmungsrechte für Betriebsräte und Personalräte einzuführen oder bestehende Mitbestimmungsrechte zu erweitern.

Da der Kommissionsbericht über das Thema „Expertensysteme“ hinausgeht, sei auch gesagt, daß gleiches für die Einführung und Anwendung von Informations- und Kommunikationstechniken allgemein, wie auch für ihre Vernetzung gilt.

#### *Wesentliche Gründe:*

1. Die Betriebsräte und Personalräte haben eine Vielzahl von Mitwirkungs- und Mitbestimmungsrechten, die bei der Einführung und Anwendung von Techniken, also auch bei den Informations- und Kommunikationstechniken, den Expertensystemen und ihren Vernetzungen sowie damit zusammenhängenden Maßnahmen greifen oder wirksam werden, wenn hieraus negative Auswirkungen für die Arbeitnehmer entstehen. Auch die Arbeitnehmer selbst haben Beteiligungsrechte.

Auf folgende Rechte im Betriebsverfassungsgesetz, denen weitgehend inhaltsgleiche Rechte in den Personalvertretungsgesetzen entsprechen, sei hingewiesen:

- Allgemeine Informations- und Überwachungsrechte des Betriebsrats, § 80 BetrVG
- Unterrichtungspflichten des Arbeitgebers und Erörterungsrechte des Arbeitnehmers, § 81 BetrVG
- Unterrichtung und Beratung und korrigierendes Mitbestimmungsrecht des Betriebsrates über Gestaltung von Arbeitsplatz, Arbeitsablauf und Arbeitsumgebung, §§ 90, 91 BetrVG
- Informationspflichten des Arbeitgebers sowie Beratungs- und Vorschlagsrechte des Betriebsrates über Personalplanung, § 92 BetrVG
- Mitbestimmungsrechte einschließlich Initiativrecht des Betriebsrats im Falle von Arbeitszeitänderungen, bei Fragen des Gesundheitsschutzes sowie bei Änderungen von Entlohnungsgrundsätzen oder Entlohnungsmethoden im Zusammenhang mit technischen Neuerungen, § 87 Abs. 1, Nr. 2, 7, 10 BetrVG
- Beratungs- und Mitbestimmungsrechte des Betriebsrats bei Maßnahmen der Berufsbildung, die durch neue Techniken notwendig werden können, §§ 96 bis 98 BetrVG

- Mitbestimmung bei personellen Einzelmaßnahmen wie Einstellung, Ein- oder Umgruppierung und Versetzung, § 99 BetrVG
- Informations- und Widerspruchsrechte bei Kündigung, § 102 BetrVG
- Information und Beratung mit dem Wirtschaftsausschuß, § 106 BetrVG
- Informations- und Mitbestimmungsrechte mit Interessenausgleich und erzwingbarem Sozialplan im Falle von Betriebsänderungen, §§ 111 ff. BetrVG.

2. Falls die Anwendung von Expertensystemen oder Informations- und Kommunikationstechniken oder informationstechnischen Vernetzungen (betriebliche oder überbetriebliche) die Möglichkeit bieten, das Verhalten oder die Leistung von Arbeitnehmern zu überwachen, hat der Betriebsrat nach § 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG und der aus dieser Vorschrift entwickelten Rechtsprechung des Bundesarbeitsgerichts ein volles Mitbestimmungsrecht. Das Mitbestimmungsrecht nach § 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG besteht bei allen technischen Einrichtungen, die geeignet sind, das Verhalten oder die Leistung von Arbeitnehmern zu überwachen.

Ist ein Expertensystem so gestaltet, daß es das Arbeitshandeln des Benutzers abbildet (der Kommissionsbericht bezeichnet solche Systeme negativ und sprachlich unzutreffend als „benutzermodellierende Expertensysteme“), dann ist das Mitbestimmungsrecht nach § 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG gegeben — selbstverständlich auch dann, wenn qualitative Merkmale erfaßt werden, wie beispielsweise die Zielstrebigkeit oder Unbeholfenheit einzelner Schritte bei der Fehlerdiagnose.

Diese Möglichkeit qualitativer Verhaltenskontrolle und ihre rechtliche Beurteilung ist nicht neu. Man kennt sie beispielsweise bei der Anwendung von CAD-Systemen und hat sie dort für alle Beteiligten befriedigend geregelt.

Da der § 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG dem Betriebsrat ein volles Mitbestimmungsrecht gibt, braucht man kein neues.

3. Verschiedentlich werden Befürchtungen geäußert, die „Experten“, deren Wissen und Vorgehensweise in ein Expertensystem „transferiert“ werde, machten sich überflüssig. Vor allem die Gewerkschaften tragen diese angebliche Sorge vor und verlangen nach Schutz der Experten durch Mitbestimmung der Betriebs- und Personalräte.

Man kann mit Fug und Recht sagen, daß diese Sorge völlig unbegründet ist. Ein Fachmann, der so gut ist, daß seine Kenntnisse und sein Problemlösungswissen anderen, weniger qualifizierten Mitarbeitern über ein Expertensystem zugänglich gemacht werden, bleibt ein äußerst wertvoller Mitarbeiter — übrigens genauso wie man dies von Mitarbeitern weiß, die ihr Wissen für Betriebsanleitungen, Schaltpläne, Benutzerhandbücher oder Servicehandbücher zur Verfügung stellen oder solche Hilfsmittel selbst erstellen. Im Kommissionsbericht wird überdies zu

Recht darauf hingewiesen, daß der Experte ja nicht den ganzen Umfang seines Wissens weitergibt, schon gar nicht seine volle Kreativität und Intuition. Diesen „Experten“ wird man immer brauchen, nicht zuletzt für neue, kompliziertere Aufgaben. Es muß nicht der Experte um seinen Arbeitsplatz, sondern der Arbeitgeber um den Weggang seines Experten fürchten. Die Position des Experten ist stark.

Lutz und Moldaschl weisen in ihrem Gutachten (S. 82) zu Recht darauf hin, „daß

- in der bisherigen Tradition tayloristischer Rationalisierung sehr häufig Tätigkeiten und Arbeitsplätze in erster Linie deshalb „entqualifiziert“ wurden, weil zu ihrer Besetzung nicht genügend Fachkräfte, wohl aber ausreichend un- und angelernte Arbeitskräfte verfügbar waren;
- offenkundig auch in sehr vielen Fällen, die „expertenersetzenden“ Ziele, die mit dem Einsatz von Expertensystemen verfolgt werden, nicht so sehr die Verdrängung oder entqualifizierende Beschäftigung vorhandener Fachkräfte bezwecken, als vielmehr Reaktionen auf einen mehr oder minder gravierenden Fachkräftemangel darstellen, dem auf diese Weise abgeholfen werden soll.“

4. Auch zum Schutz der Anwender von Expertensystemen bedarf es keines neuen Mitbestimmungsrechts. Die im Kommissionsbericht angesprochene Gefahr der Abqualifizierung ist theoretischer Natur. Die Untersuchungen über die Auswirkungen neuer Techniken zeigen, daß die Unternehmensleitungen qualifizierte Mitarbeiter qualifiziert einsetzen, und daß das Qualifikationsniveau in den letzten Jahren in den Unternehmen ständig gestiegen ist.

Das wird beim Einsatz von Expertensystemen nicht anders sein. Untersuchungen, die nicht von theoretischen Modellen, sondern von realen Einsätzen der Systeme ausgehen, bestätigen dies.

Ein Mitbestimmungsrecht bei der Entwicklung und der Anwendung von Expertensystemen ist nicht nur überflüssig, es wäre zudem rechtlich äußerst fragwürdig und könnte den Arbeitnehmern eher schaden als nützen.

Bekämen Betriebs- und Personalräte zum „Schutz des Experten“ oder zum „Schutz der Anwender“ ein Mitbestimmungsrecht, würde dies vermutlich darauf hinauslaufen, daß sie nur die Entwicklung und Anwendung von „expertenerstützenden“ Systemen, nicht aber von „expertenersetzenden“ Systemen zuließen. Dies liefe bei der *Entwicklung* auf eine unserer Rechts- und Wirtschaftsordnung fremde Produktmitbestimmung hinaus, bei der *Anwendung* auf eine vom Gesetzgeber bislang zu Recht vermiedene Mitbestimmung bei Investitionen und bei der Organisation der Arbeit.

Es werden beide Arten von Expertensystemen gebraucht, auch die „expertenersetzenden“ Systeme, denn es gibt nicht genügend Experten, und es müssen gerade für Nichtexperten Beschäftigungsmöglichkeiten geschaffen werden.

Es scheint, daß Expertensysteme im Vergleich zu anderen Techniken noch immer zu sehr mystifiziert werden, oder daß man die Unvertrautheit weiter Kreise mit diesen Systemen dazu nutzen möchte, erneut einen Vorstoß zur Ausweitung der Mitbestimmung zu machen. Das Thema „Auswirkung der Technikgestaltung auf die Qualifikation“ ist nämlich bei anderen Techniken wiederholt abgehandelt worden, z.B. beim Einsatz von CNC-Maschinen, ohne daß sich der Gesetzgeber veranlaßt sah, ein neues Mitbestimmungsrecht bei der Entwicklung und beim Einsatz von CNC-Maschinen oder anderen Techniken einzuführen.

5. Es wäre verfehlt, aus den im Kommissionsbericht angesprochenen „neuen Konzepten der Rationalisierung“ die Notwendigkeit und Brauchbarkeit neuer Mitbestimmungsrechte der Betriebs- und Personalräte herzuleiten. Gerade die von den Gewerkschaften beklagte Situation, daß die Rationalisierungseffekte betrieblicher und überbetrieblicher Vernetzungen nicht für jeden Arbeitsplatz vorhersehbar und später kaum nachweisbar sind, legt die Fragwürdigkeit der Forderung nach Mitbestimmung bloß. Wenn Betriebs- und Personalräte die Auswirkungen informationstechnischer Vernetzungen nicht im voraus im vollen Umfang erkennen können und niemand es ihnen ausreichend erklären kann, werden sie — falls sie ein Mitbestimmungsrecht haben — solche Vernetzung blockieren oder Schutzmaßnahmen verlangen, die die Effizienz der Informations- und Kommunikationstechniken in Frage stellen. Das würde die Innovationsfähigkeit der Unternehmen und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit erheblich belasten, was wiederum für die Arbeitnehmer von Nachteil wäre.

Mehr Mitbestimmung ist also der falsche Weg. Die Tarifvertragsparteien sind überdies längst einen anderen Weg zum Schutz der Arbeitnehmer gegangen. Beispielsweise wurden schon 1978 in der Metall- und Elektroindustrie, einem Industriezweig mit über 4 Millionen Beschäftigten, Tarifverträge abgeschlossen, die die Arbeitnehmer — soweit dies in einer funktionsfähigen sozialen Marktwirtschaft möglich ist — vor Arbeitsplatzverlust und Verdienstminderung schützen, ohne diesen Schutz an Rationalisierungsmaßnahmen zu knüpfen. Der Schutz greift bei jeder Maßnahme des Arbeitgebers, ausgenommen solchen, die ihren Grund in der Person oder im Verhalten des Arbeitnehmers haben.

Die den Schutz auslösende Maßnahme kann eine technische Maßnahme sein, wie die Einführung oder Vernetzung von Informations- und Kommunikationssystemen, es kann aber auch eine davon völlig losgelöste organisatorische Maßnahme sein oder eine Maßnahme, die in unbestimmter Weise mit der Einführung oder Vernetzung der Informations- und Kommunikationssysteme zusammenhängt, bei der jedoch die Kausalität nicht nachweisbar ist.

Da jede Maßnahme des Arbeitgebers, also nicht nur Rationalisierungsmaßnahmen, den Schutz des Arbeitnehmers auslöst, stellt sich das Problem der Nachweisbarkeit personeller Folgen aus der Einführung oder Vernetzung von Informations- und Kommunikationstechniken nicht.

Der Schutz besteht — um auch dies beispielhaft anzuführen — im folgenden:

Dem Betriebsrat ist die Maßnahme so rechtzeitig mitzuteilen, daß er noch vor ihrer Durchführung Stellung nehmen kann und seine Anregungen berücksichtigt werden können. Fällt durch die Maßnahme ein Arbeitsplatz weg oder ändern sich die Anforderungen der Arbeit und hätte dies eine Abgruppierung des Arbeitnehmers zur Folge, dann muß der Arbeitgeber dem betroffenen Arbeitnehmer einen gleichwertigen und zumutbaren Arbeitsplatz anbieten. Kann er das nicht, muß er den Arbeitnehmer auf einen anderen zumutbaren Arbeitsplatz umschulen. Während der Umschulung muß er ihm den Lohn fortzahlen — in der Regel bis zu 6 Monaten, in Sonderfällen bis zu 12 Monaten. Ist auch eine Umschulung nicht möglich, kann der Arbeitgeber zwar eine Abgruppierung vornehmen, höchstens jedoch um 2 Lohngruppen und außerdem nur dann, wenn er den Betriebsrat vorher rechtzeitig von der Maßnahme unterrichtet hat. Ist die Abgruppierung möglich, dann bekommt der Arbeitnehmer gleichwohl für die Dauer von 1 ½ Jahren seinen alten Verdienst weiter. Der Arbeitgeber muß die Differenz zwischen bisherigem und neuem Lohn ausgleichen. Der Verdienstaussgleich nimmt an Tariflohnerhöhungen teil, mit der Folge, daß der Arbeitnehmer für die Dauer von 1 ½ Jahren keine finanziellen Nachteile zu befürchten hat. Nach den 1 ½ Jahren fällt der Verdienstaussgleich nicht sofort weg, sondern kann nur im Verlauf mehrerer Jahre abgebaut werden, und zwar durch allmähliche Anrechnungen der Tarifierhöhungen.

Über diesen für alle Arbeitnehmer geltenden Tarifschutz hinaus gibt es spezielle Tarifverträge, die — gleichfalls völlig losgelöst von Rationalisierungsmaßnahmen — in noch stärkerem Maß vor personellen Änderungen schützen.

6. In der Diskussion über die Mitbestimmung der Betriebsräte wird häufig bewußt oder unbewußt der Einfluß übersehen, den die Gewerkschaften bei der Wahrnehmung der Mitbestimmungsrechte ausüben. Es wird meist so getan, als gehe es nur darum, den Betriebsräten mehr Mitspracherechte einzuräumen. In Wahrheit geht es den Gewerkschaften auch darum, ihren Einfluß auf die Betriebe zu stärken.

Wer die Praxis kennt, weiß, daß gewerkschaftliche Strategien für die Aufstellung und Durchsetzung von Forderungen der Betriebsräte oftmals wichtiger sind als die Interessen der Arbeitnehmer in der konkreten betrieblichen Situation.

Die Einflußnahme auf den Betriebsrat ist den Gewerkschaften u.a. deshalb möglich, weil sie für die Aufstellung der Kandidaten über die Betriebsratswahl mitentscheiden und weil die Betriebsräte von gewerkschaftlichen Vertrauensleuten in den Betrieben kontrolliert werden oder kraft Satzung zugleich Vertrauensleute der Gewerkschaft und damit verpflichtet sind, die Interessen der Gewerkschaft wahrzunehmen.

Das muß ein Gesetzgeber bedenken, wenn er Überlegungen zur Mitbestimmung der Betriebsräte anstellt.

Obwohl mit eigenen Unternehmen aufs peinlichste gescheitert, hängen einige Gewerkschaften dem offenbar unausrottbaren Irrglauben an, keiner wüßte besser als sie, welche Entscheidungen in einem Unternehmen zu treffen sind, wieviel und welche Technik einem Unternehmen förderlich ist, wie der Ein-

satz der Technik gestaltet werden muß, wie die Arbeit zu organisieren ist und wer mit welcher Technik umgehen darf.

7. Mitbestimmung kann auch Fremdbestimmung bedeuten, nämlich dann, wenn die Betriebsparteien sich nicht einigen können und der Vorsitzende einer Einigungsstelle mit seiner Stimme entscheidet.

Der Einigungsstellenvorsitzende ist immer ein Betriebsfremder. Er kennt die betriebliche Situation

**18**

## Handlungsfeld

(Teil I)

### Mitbestimmung

Ausschüsse: Arbeit und Sozialordnung  
Recht

Option: Die Bundesregierung auffordern, eine Untersuchung über Ansätze, Formen und Erfahrungen mit der "partizipativen Entwicklung und Gestaltung" informationstechnischer Systeme durchführen zu lassen.

Option: Die Bundesregierung auffordern, eine Untersuchung über die betriebliche Mitbestimmungspraxis und die Beteiligung der Arbeitnehmer bei der Einführung und Gestaltung informations- und kommunikationstechnischer Geräte und Systeme durchführen zu lassen.

Option: Die Bundesregierung auffordern, die Auswirkungen der informationstechnischen Vernetzung auf Regelungen des Arbeits- und Wirtschaftsrechts, insbesondere auf die Mitbestimmungsrechte nach dem Betriebsverfassungsgesetz, im Rahmen einer Untersuchung analysieren zu lassen. Besonders berücksichtigt werden sollen auch die Wechselbeziehungen zwischen Vernetzung, Mitbestimmungsregelungen und Wettbewerbsfähigkeit.

## (Teil II)

- Option: Die Bundesregierung auffordern, eine Untersuchung über die Auswirkungen der Entwicklung und Anwendung von Expertensystemen auf die berufliche Stellung der betrieblichen "Experten" durchführen zu lassen.
- Option: Die Bundesregierung auffordern, eine Untersuchung über die Erfahrungen bei der Beteiligung von Arbeitnehmern im Prozeß der "Wissensakquisition", der Gestaltung und Anwendung von Expertensystemen durchführen zu lassen.
- Option: Die Bundesregierung auffordern, die Auswirkungen unterschiedlich gestalteter Arbeitnehmer-Beteiligungsrechte in verschiedenen Staaten (z.B. in Großbritannien, Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland) auf die Entwicklung und Akzeptanz von IuK-Techniken, insbesondere von Expertensystemen untersuchen zu lassen.

nicht zur Genüge (sie ist ihm auch nicht ausreichend zu vermitteln), und er trägt keine Verantwortung für die Folgen seiner Entscheidung.

Er schließt sich in der Regel nicht der Meinung einer Betriebspartei an, sondern ist — aus Gründen, die hier nicht erörtert werden sollen — stets geneigt, beiden Seiten etwas recht zu geben, was selten zu einem überzeugendem Konzept führt, meist hingegen auf einen — durch eigene Vorstellungen angeereicherten — „Kompromiß“ hinausläuft, dessen Um-

setzung dem Unternehmen größte Schwierigkeiten bereitet.

Solange es sich nicht um Mitbestimmungsfälle handelt, die das Unternehmen essentiell treffen, können solche Entscheidungen letztlich verkraftet werden. Nicht tragbar, auch vom Gesetzgeber nicht verantwortbar, wäre es aber, wenn — wie in der Diskussion um Expertensysteme gefordert — die Betriebsräte ein Mitbestimmungsrecht bei der Produktentwicklung, der Investition und der Arbeitsorganisation er-

hielten und im Nichteinigungsfall ein dem Wohl des Unternehmens nicht verpflichteter Betriebsfremder über Produktentwicklung, Investition und Arbeitsorganisation entscheiden würde.

8. In keinem Mitgliedstaat der EG gehen die Mitbestimmungsrechte der Arbeitnehmervertretungen so weit wie in der Bundesrepublik. Die Funktionsfähigkeit des europäischen Binnenmarktes hängt u.a. von möglichst einheitlichen Rahmenbedingungen ab. Auch unter diesem Gesichtspunkt wäre es falsch, die Mitbestimmungsrechte des Betriebsrates in der Bundesrepublik zu erweitern. Neue, die Entwicklung und Anwendung der Technik betreffende Mitbestimmungsrechte in der Bundesrepublik würden zu einer weiteren Deharmonisierung statt zu einer Harmonisierung in der Europäischen Gemeinschaft führen.

Würde ein Mitbestimmungsrecht bei der Entwicklung von Expertensystemen in der Bundesrepublik eingeführt, könnten übrigens deutsche Unternehmen mit Betrieben im Ausland ihre Expertensysteme im Ausland entwickeln lassen. Sie hätten bei der *Entwicklung* der Systeme einen Vorteil gegenüber ihren deutschen Konkurrenten. Die *Anwendung* der Systeme im Inland unterläge natürlich voll dem deutschen Recht.

9. Die These, daß Mitbestimmung zu einer höheren Akzeptanz neuer Technik führe, ist höchst zweifelhaft und bisher durch nichts belegt.

Die Dubliner Stiftung hat 1987 in 5 EG-Ländern den Einfluß der Arbeitnehmerbeteiligung auf die Akzeptanz neuer Techniken untersucht. Dabei ist sie zu dem Ergebnis gekommen, daß Management und Arbeitnehmervertreter eine positive Wirkung der Beteiligung nur in den Fällen übereinstimmend feststellten, in denen sich die Beteiligung auf Information und Konsultation beschränkte. Bei Beteiligung in Form von Mitbestimmung gingen die Urteile weit auseinander.

10. Informations- und Kommunikationstechniken haben sich zu einem äußerst wichtigen Produktivitätsfaktor entwickelt. Ihr Einsatz, vernetzt und unvernetzt, stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen im internationalen Wettbewerb, der sich infolge der Globalisierung der Märkte ständig verschärft. Die Teilnahme der deutschen Unternehmen am informationstechnischen Fortschritt, einschließlich der Anwendung vernetzter oder nicht vernetzter Expertensysteme, ist unverzichtbar für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und die Sicherheit der Arbeitsplätze. Nur wettbewerbsfähige Unternehmen können sichere Arbeitsplätze bieten und neue schaffen.

Die Gefahr für die Arbeitnehmer ist nicht im Einsatz von Expertensystemen und in der Anwendung von Informations- und Kommunikationstechniken zu sehen, sondern im Verzicht und der Einschränkung solcher Techniken. In einem Land, in dem die Arbeitskosten hoch, die Fachkräfte knapp und die Arbeitszeiten kurz sind, müssen solche Techniken eingesetzt werden, um schnell und kostengünstig hochwertige, variantenreiche Produkte und Spezialpro-

dukte in bester Qualität herstellen und optimale Dienstleistungen anbieten zu können. Ein Blick auf die schwierige Lage von Unternehmen und Beschäftigten in der DDR zeigt, wohin es führt, wenn moderne Technik nicht eingesetzt werden kann.

## 5. Expertensysteme und Datenschutz

Weder die von der Enquete-Kommission in Auftrag gegebenen Gutachten noch die verfügbare Literatur geben viel Aufschluß über besondere Probleme der Expertensystemtechnik hinsichtlich des Datenschutzes. Dies liegt zu einem großen Teil sicher an den spärlichen Erfahrungen mit dem praktischen Einsatz der Systeme, insbesondere in Bereichen, in denen die Bestimmungen des Bundesdatenschutzgesetzes greifen. Der erste Augenschein spricht dafür, daß der Einsatz von Expertensystemen in erster Linie mit den bereits bekannten Problemen der allgemeinen EDV verbunden sein wird, möglicherweise in verschärfter Form.

Eine Verschärfung der Datenschutzproblematik ist nicht zuletzt durch die Verbindung von Expertensystemen und anderen Techniken der Künstlichen Intelligenz, wie Sprach- und Mustererkennung, sowie mit der Digitalisierung der Kommunikation zu erwarten. Auf diese Möglichkeit weist der Bundesdatenschutzbeauftragte in seinem 12. Tätigkeitsbericht an den Deutschen Bundestag hin (Bundestags-Drucksache 11/6458). Die Expertensystemtechnik wird in diesem Bericht zwar nicht ausdrücklich erwähnt, doch könnte sie im Gegensatz zur Sprach- und Mustererkennung, die noch erhebliche technische Probleme zu bewältigen haben, bereits heute eingesetzt werden.

Im Zuge der Modernisierung der Telekommunikation ist vorgesehen, die übermittelten Informationen zu digitalisieren. Dies bedeutet, daß beispielsweise jedes Telefongespräch über ein digitalisiertes Telefonnetz für Bruchteile von Sekunden im Vermittlungsrechner der Deutschen Bundespost gespeichert werden muß. Prinzipiell ließe sich dann ein beliebiges Gespräch durch autorisiertes, aber auch illegales, „Anzapfen“ des Vermittlungsrechners auch dauerhaft speichern, um es auszuwerten oder für andere Zwecke — etwa als Beweismittel — zu verwenden. Bei der konventionellen, „analogen“ Telekommunikation ist dies ebenfalls durch Abhören und Handaufzeichnung oder durch Benutzung von Tonaufzeichnungsgeräten möglich, doch bieten moderne Techniken die Möglichkeit einer erheblichen Ausweitung der Überwachung und automatisierten Auswertung: zu denken ist etwa an automatisch laufende Programme, die den Telefonverkehr zwischen zwei Anschlüssen oder in ausgewählte Länder ständig in Hinblick auf bestimmte Wörter oder Wortkombinationen überwachen und lediglich bei deren Auftreten den vollständigen Inhalt eines Telefonates registrieren.

Expertensysteme könnten in diesem Rahmen benutzt werden, um digitalisierte Informationen auszuwerten in ähnlicher Weise wie sie für die Benutzung von Datenbanken entwickelt werden, oder um Netz-

teilnehmer mit bestimmten „Nutzerprofilen“ zu identifizieren, die nach bestimmten Faustregeln etwa als „Krimineller“ oder „Träger von ansteckenden Krankheiten“ verdächtig sind.

Im Zusammenhang mit der Speicherung der Telefonverbindungsdaten durch die Deutsche Bundespost stellt der Datenschutzbeauftragte in seinem 12. Tätigkeitsbericht fest:

„Deshalb beklagen nicht nur technikkritische Bürger, daß mit der — wahrscheinlich unvermeidlichen — Automatisierung in allen Bereichen von Wirtschaft und Verwaltung eine ständig intensivere und verfeinerte Registrierung vieler Eigenschaften und Handlungen des einzelnen einhergeht; das Schreckgespenst des „Gläsernen Menschen“ wird möglich. Von besonderer Bedeutung ist bei solchen Überlegungen zweifellos die zwischenmenschliche Kommunikation, die sich im Zeitalter der elektronischen Datenverarbeitung anscheinend unvermeidbar ... in Richtung auf ... elektronische Kommunikationsformen bewegt. Dadurch gewinnt der Artikel 10 des Grundgesetzes, der jedem Bürger eine — insbesondere vom Staat — unbeobachtete Kommunikation garantiert, ständig wachsende Bedeutung.“

Der Bundesdatenschutzbeauftragte kritisiert dann, daß für die Modernisierung des Telefon- und Daten-netzes ausgerechnet solche Konzepte ausgewählt wurden, „die gerade eine lückenlose Registrierung aller technischen Kommunikationsvorgänge bedingen“, während das „Grundrecht auf unbeobachtete Kommunikation“ gerade nach Konzepten verlange, die eine solche Aufzeichnung vermeiden.

Schließlich weist der Bundesdatenschutzbeauftragte darauf hin, daß die Wahl eines Konzeptes, das die Registrierung der Verbindungsdaten einschließt, „ohne Not Widerstände gegen die Durchsetzung der ISDN-Technik“ fördere. Dieses Beispiel verdeutlicht, daß rechtzeitige Hinweise auf die Risiken neuer Techniken nicht als Verzögerungs- oder gar Verhinderungsstrategie zu deuten sind: die Berücksichtigung von wichtigen Bedenken der Betroffenen ist vielmehr eine wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz der Technik in der Bevölkerung, um beispielsweise eine rasche Verbreitung moderner Telekommunikations- und EDV-Dienste zu ermöglichen.

Dies ist lediglich ein Beispiel für mögliche Auswirkungen des Einsatzes der Expertensystemtechnik auf den Datenschutz. Für die Fortführung des TA-Prozesses zu Expertensystemen und anderen neuen Entwicklungen in den IuK-Techniken empfiehlt es sich, ein eigenständiges Gutachten zu diesem Bereich oder eine Anhörung mit ausgewiesenen Experten zu diesem Thema durchzuführen.

Zum jetzigen Zeitpunkt lassen sich lediglich Vermutungen formulieren, die sich aus den *Anwendungsschwerpunkten* und *besonderen Eigenschaften* von Expertensystemen ergeben. Zu den *Anwendungen*, die vom Datenschutz betroffen sein könnten, gehören alle, die eine Verarbeitung personenbezogener Daten einbeziehen. Zu den besonderen *Eigenschaf-*

*ten* gehören die Verwendung von Faustregeln mit beschränkter Gültigkeit sowie die Möglichkeit, auch mit unvollständigen Daten Schlußfolgerungen zu ziehen.

Datenschutzbestimmungen wie das Bundesdatenschutzgesetz gibt es inzwischen in zahlreichen Ländern. Ein durchgängiges Prinzip derartiger Bestimmungen ist das Recht des Individuums zu erfahren, welche Daten zu seiner Person zu welchen Zwecken gespeichert werden, und an wen diese Daten weitergegeben werden. Gegebenenfalls müssen falsche oder irreführende Daten auf Verlangen des Individuums korrigiert werden. Die Gesetzgebung unterscheidet nicht danach, auf welcher Art von Rechnern persönliche Daten verarbeitet werden. Demzufolge treffen gesetzliche Vorschriften automatisch auch auf Expertensysteme zu.

Eine neuartige Fragestellung, die im Zusammenhang mit Expertensystemen aufgeworfen wurde und bislang lediglich in einem Bericht des britischen Council for Science and Society diskutiert wird, ist die, ob Individuen auch das Recht haben sollen zu erfahren, auf Grundlage welcher Regeln vom Expertensystem spezifische Schlußfolgerungen aus den gespeicherten personenbezogenen Daten gezogen werden. Dieses Recht könnte daraus abgeleitet werden, daß es ohne die Kenntnis dieser Regel für Individuen unmöglich ist, zu beurteilen, ob Informationen, die über sie weitergegeben werden, korrekt sind. Denkbar ist, daß aus genauen Daten unter Anwendung problematischer Regeln und deren Verknüpfungen unkorrekte und unzulässige Informationen gewonnen werden mit den entsprechenden Konsequenzen für das Individuum.

Beispiele hierfür sind Anwendungen im Personalwesen oder etwa bei der Kriminalitätsbekämpfung. Gerade bei der Arbeit der Polizei gilt es aber, auch den Gesichtspunkt zu berücksichtigen, daß Bemühungen — beispielsweise zur Bekämpfung des organisierten Verbrechens — durch die Offenlegung von Daten und Regeln behindert werden könnten.

Vorstellbar sind Expertensysteme, die Polizeibeamte bei der Erkennung potentieller Verbrecher unterstützen sollen. Der oben erwähnte britische Bericht nennt hier als Beispiel ein Buch eines leitenden Polizeibeamten mit den wichtigsten Faustregeln zum Erkennen möglicher Verbrecher. Diese Faustregeln ließen sich ohne weiteres in einem Expertensystem abbilden, ebenso wie solche Faustregeln, die auf gesetzestreue Bürger hinweisen sollen. Es ist durchaus denkbar, daß auch ein gesetzestreuere Bürger viele oder sämtliche Merkmale eines „Verdächtigen“ hat, ebenso wie ein Gesetzesbrecher in Kenntnis dieser Faustregeln sich sämtliche Merkmale des gesetzestreuere Bürgers zulegen könnte. Die Anwendung der Regeln als Folge der Lektüre könnte im erstgenannten Fall bereits zu einer Beobachtung durch die Polizei führen. Ihre Anwendung als Teil eines Expertensystems könnte aber zu der Einschätzung führen, daß es sich mit neunzigprozentiger Wahrscheinlichkeit um einen Verbrecher handelt. Die Benutzung von Expertensystemen hätte andererseits zur Folge, daß die sonst informell benutzten Faustregeln

**19****Handlungsfeld**

Datenschutz

Ausschüsse:       Innen  
                          Recht

**Option:** Im Bundesdatenschutzgesetz klarstellen, daß die "Benutzermodellierung" (also die Ableitung eines Persönlichkeitsbildes aus dem Verhalten des Computer-Benutzers) mit Expertensystem-Komponenten verboten ist, wenn damit gegen das dort enthaltene Gebot der Zweckbindung verstoßen wird.

oder:

Die Regelung der Zweckbindung im Bundesdatenschutzgesetz so konkretisieren, daß die Verfahren der Benutzermodellierung zweifelsfrei und transparent gestaltet werden müssen.

**Option:** Die gesetzliche Auskunftspflicht über gespeicherte persönliche Daten dahingehend erweitern, daß auf Anfrage der betreffenden Person jederzeit Auskunft zu geben ist, welche Schlußfolgerungsmechanismen und Regeln auf die personenbezogenen Daten angewendet werden.

**Option:** Die Bundesregierung auffordern, in einer Untersuchung prüfen zu lassen, inwieweit der Einsatz von Expertensystemen der Verletzung datenschutzrechtlicher Regelungen vorbeugen kann.

**Option:** Die Bundesregierung auffordern, ein neues Datenschutzkonzept vorzulegen, das den besonderen Schwerpunkt auf den Aspekt eines vorsorgenden Schutzes der Privatsphäre des Bürgers vor den Möglichkeiten entwickelter Informations- und Kommunikationssysteme betont.

sichtbar würden. Damit ließen sich falsche Verdachtsmomente gegebenenfalls leichter ausräumen.

Das Problem besteht hier weniger in der Verwendung des Rechners als in der Hinzuziehung unzuverlässiger Regeln. Die Verwendung von Expertensystemen kann hier Probleme erzeugen, indem fragwürdigen Entscheidungen ein objektiver Anstrich verliehen wird. Andererseits können die Grundlagen von fragwürdigen Entscheidungen gerade durch die Programmierung aufgedeckt werden. Dadurch würden derartige Entscheidungen auch leichter anfechtbar.

Es wird ferner mit der Expertensystemtechnik noch leichter als mit der konventionellen EDV möglich sein, den Benutzer aufgrund seines Verhaltens zu „modellieren“, d.h. Vermutungen über seine Fähigkeiten anzustellen. Diese werden für sogenannte „selbstadaptierende“ Mensch-Maschine-Schnittstellen benötigt, die sich automatisch an die vermuteten Fähigkeiten des Benutzers anpassen. Wegen der Mißbrauchsmöglichkeiten bei „Benutzermodellen“ und weil Verantwortung und Selbstbestimmung des Menschen im Arbeitsprozeß dadurch eingeschränkt würden, stehen viele Fachleute, wie etwa der GI-Arbeitskreis „Informatik und Verantwortung“, solcher Benutzermodellierung ablehnend gegenüber. Eine Alternative stellen *adaptierbare* Schnittstellen dar, die dem Benutzer selbst eine Anpassung des Programms an seine Bedürfnisse und Fähigkeiten ermöglichen.

Werfen schon diese dynamischen Eigenschaften der Expertensysteme tiefgreifende Probleme für die gegenwärtige Datenschutzkonzeption auf, so verstärken vernetzte Expertensysteme, die „mittlerweile offenkundige Porösität der rechtlichen Datenschutz-Infrastrukturen“, so der hessische Datenschutzbeauftragte Simitis.

Im Rahmen der Installation flächendeckender Informationssysteme, die neben einer breiteren und tieferen informationstechnischen Durchdringung weiterer Einsatzbereiche auf eine Verbindung heutiger „Insellösungen“ abzielen, finden leistungsfähige künftige Expertensysteme, so sie die an sie gestellten Erwartungen erfüllen werden, ein großes Anwendungsfeld. Aber eine effektive Benutzung von Expertensystemen im Rahmen dieser Informatisierungs- und Vernetzungsprozesse setzt voraus, daß es Schnittstellen zwischen den einzelnen Systemen gibt. Diese Kommunikationsmöglichkeiten werden sich im Laufe der Zeit ausbilden, weil sich bei der „konventionellen“ EDV Standardisierungstendenzen durchsetzen werden. Solche Schnittstellen zwischen Expertensystemen in den einzelnen Bereichen waren bisher jedoch noch von untergeordnetem Interesse, da Expertensysteme bis zum heutigen Zeitpunkt nur als stand-alone-Systeme eingesetzt werden. Ob sich in der Zukunft verteilte Expertensysteme durchsetzen werden, die in einem Gesamtverbund unterschiedliche Aufgaben lösen und untereinander Daten und Wissen austauschen, kann kaum abgeschätzt werden. Aber wie die Entwicklung der Vernetzung von Datenbanken gezeigt hat, könnte sich bei den Expertensystemen eine analoge Ent-

wicklung abzeichnen, um zu wirtschaftlich sinnvollen Verwendungen dieser Systeme zu kommen, denn es wird immer mehr Expertensystemanwendungen auf sehr verschiedenen Gebieten geben, die aber in gewisser Weise in Abhängigkeit voneinander stehen. Die Wissensbasis isolierter Expertensysteme ist nur sehr begrenzt und nur lokal verwendbar. Von daher wird, wie die Datenbank-Diskussion zeigt, ein Sharing von Wissensbasen fremder oder gleicher Domänen in Zukunft wohl angestrebt werden.

Aus diesem Wunsch und seinen schon angedachten Realisierungen ergeben sich hinsichtlich des Datenschutzes und der „informationellen Selbstbestimmung“ weitere Problemverschärfungen, insbesondere

- beim Zugang zu gespeichertem Wissen,
- bei der Verteilung dieses Wissens,
- beim Schutz des geistigen Eigentums,
- bei der Kontrolle von Informationsflüssen.

Die grundsätzliche Frage, ob gesetzliche Vorgaben, die auf die Entwicklung des erforderlichen technischen Instrumentariums abzielen, ausreichen, um diesen absehbaren künftigen Datenschutzherausforderungen gerecht zu werden, oder ob es nicht darüberhinaus flankierender, den Entwicklungsprozeß beschleunigender Maßnahmen bedarf, konnte die Enquete-Kommission nicht mehr klären. Nur: weder Behörden noch Unternehmen sind in der Lage, sich aus der Informations- und Kommunikationstechnologie zurückzuziehen.

„Die längst eingetretenen strukturellen Änderungen in der Organisation der öffentlichen Verwaltung und der Privatwirtschaft sind nicht beliebig umkehrbar. Viel zu groß ist bereits die Abhängigkeit von den Informations- und Kommunikationstechnologien, als daß Behörden oder Unternehmen beliebig darauf verzichten könnten. Genau deshalb darf es nicht bei den Überlegungen zu den gesetzlichen Vorgaben für technische Vorkehrungen bleiben. Vielmehr gilt es, parallel dazu der Frage nachzugehen, wie flankierende Maßnahmen im einzelnen aussehen und wie sie sich konkret auf die Entwicklung des technischen Instrumentariums auswirken könnten.“ (Simitis)

## 6. Zusammenfassung

### Zuverlässigkeit und Verantwortbarkeit

Viele Bereiche moderner Industriegesellschaften würden ohne den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung zusammenbrechen. Die eingesetzten Programme arbeiten die meiste Zeit zuverlässig, obwohl sie in aller Regel unerkannte Fehler enthalten, die unter Umständen zu kritischen Situationen führen können. Häufig ist der Mensch allerdings aufgrund der ganzen Anwendungssituation nicht mehr im Stande, die ihm für solche Notfälle zugeordnete Kontrollfunktion auszuüben. Ein Verzicht auf den Einsatz der EDV ist aber sicher keine realistische Alternative mehr, zumal in einigen Bereichen die

EDV-Steuerung eindeutig zur Senkung der Unfall- und Unglückszahlen beigetragen hat. Das Bewußtsein der Entscheidungsträger bezüglich der Fehleranfälligkeit von EDV sollte aber in vielen Fällen noch geschärft werden. Eine Möglichkeit, die Risiken des Versagens zu mindern, liegt darin, der Gestaltung der Anwendungssituation größere Aufmerksamkeit zu widmen, um die Entscheidungskompetenz des Menschen in Notfällen zu erhalten bzw. zu stärken. Dies gilt verstärkt für Expertensysteme, weil es überhaupt keine Gewähr für die Richtigkeit von Ergebnissen gibt, die aus der Anwendung von Faustregeln hervorgehen. Der Einsatz autonom entscheidender Expertensysteme in sicherheitsrelevanten Gebieten ist aufgrund der zwangsläufig mit der Verwendung solcher Regeln verbundenen Fehleranfälligkeit ohne eingehende rechtliche Prüfung nicht zu verantworten.

#### Sozialverträglichkeit

Technik unterliegt mehr oder weniger bewußten Gestaltungsprozessen und ist in langjährige arbeitsorganisatorische Traditionen eingebunden. Während „technikorientierte“ Ansätze die technische Machbarkeit in den Vordergrund solcher Prozesse stellen, versuchen „menschenzentrierte“ Ansätze vor allem die Handlungskompetenz des arbeitenden Menschen in den Mittelpunkt zu stellen.

In Anbetracht der heutigen Möglichkeiten der Expertensystemtechnik sollte den in Expertensystemen enthaltenen Wissensbasen keine höhere Autorität zugemessen werden als ihren menschlichen Benutzern. Dies ergibt sich nicht zuletzt daraus, daß solche Wissensbasen prinzipiell subjektiven Charakter haben. Die in den Wissensbasen enthaltenen Faustregeln können außerdem keine universelle Gültigkeit beanspruchen. Expertensysteme gehören deshalb in die Hände von Experten, sollen also expertenunterstützende und nicht expertenersetzende Systeme sein, qualifikationsfördernd und nicht qualifikationsmindernd wirken.

#### Rechtliche Aspekte

Unter den rechtlichen Aspekten des Einsatzes von Expertensystemen stehen den Fragen der Haftung in Schadensfällen die Probleme der Sicherung der ideellen und wirtschaftlichen Rechte der Urheber oder Erfinder von Expertensystemen gegenüber.

Die haftungsrechtlichen Gesichtspunkte reichen hierbei von der rechtlichen Einordnung sogenannter „Informationsüberlassungsverträge“ über die Frage nach der Geltung der neuartigen „Produkthaftung“ bei Expertensystemen bis hin zur Haftpflicht der bei der Herstellung von Wissensbasen beteiligten menschlichen Experten.

Das Urhebergesetz schützt seit seiner letzten Novellierung ausdrücklich auch Programme für die Datenverarbeitung. Bei Expertensystemen ergibt sich aus urheberrechtlicher Sicht jedoch ein Sonderproblem, weil bei der Herstellung der beteiligte Personenkreis um die Person des Experten erweitert ist. Da-

bei ist ungeklärt, ob der Experte als Mit-Urheber des Werkes zu betrachten ist.

Ein patentrechtlicher Schutz von Computerprogrammen (und damit auch von Expertensystemen) ist nach höchstrichterlicher Rechtsprechung nur in Ausnahmefällen möglich. Dagegen hat das Europäische Patentamt in einer Richtlinie vom März 1985 sogar ausdrücklich programmgesteuerte Geräte und Herstellungs- sowie Steuerungsverfahren in der Regel als patentfähig angesehen.

Erste Expertensysteme wurden mittlerweile zum Patent angemeldet. Die fälligen Entscheidungen des Europäischen Patentamtes werden in Kürze zu größerer Klarheit führen.

#### Mitbestimmung

Mögliche Folgen des Einsatzes von Expertensystemen, die Bezüge zu Mitbestimmungsrechten haben, sind:

- die „Enteignung“ von Wissen des Experten;
- der Verlust von Selbständigkeit und Entscheidungsfreiheit und damit die Abqualifizierung von Anwendern;
- „neue Konzepte der Rationalisierung“.

Zwischen Tarifvertragsparteien ist umstritten, ob zur Verhinderung bzw. Milderung dieser möglichen Folgen neue Mitbestimmungs- oder Mitwirkungsmöglichkeiten der Betriebs- und Personalräte erforderlich sind.

Die Arbeitgeber sind der Auffassung, daß die bestehenden schon umfangreichen Mitbestimmungs- und Mitwirkungsmöglichkeiten ausreichen:

- Bei anderen Informations- und Kommunikationstechniken seien die entstehenden Probleme innerhalb der bestehenden Regelungen zur vollen Zufriedenheit aller Beteiligten gelöst worden;
- bei der Entwicklung von Expertensystemen ließen gesetzliche Vorschriften zur Beteiligung von Betriebs- bzw. Personalräten auf eine „Produktmitbestimmung“ hinaus, die es sonst nirgendwo gebe; die Tarifparteien hätten andere Schutzmechanismen entwickelt.
- Die Erweiterung der Mitbestimmung könnte die Innovationsfähigkeit hemmen, wenn aus Furcht vor nicht absehbaren Folgen bestimmte Maßnahmen blockiert werden, weil beispielsweise die Rationalisierungsmaßnahmen und ihre Wirkungen räumlich und zeitlich nicht zusammenfallen.

Die Arbeitgeberverbände sehen deshalb keine Notwendigkeit einer erweiterten Mitbestimmung.

Dagegen vertreten die Gewerkschaften u.a. folgende Argumente für eine Neuregelung:

- Die faktischen Mitbestimmungsmöglichkeiten der Betriebs- und Personalräte seien bereits im Rahmen der gegenwärtig bestehenden rechtlichen Regelungen bei technischorganisatorischen Umstellungen unzureichend.

- Neue Rationalisierungskonzepte führten zu einer weiteren Einschränkung der Mitbestimmungsmöglichkeiten — Rationalisierungsmaßnahmen und ihre Auswirkungen klaffen räumlich und zeitlich auseinander.
- Bei neuen, auf die Kooperation der betrieblich Beteiligten angewiesenen Rationalisierungsstrategien (partizipative Systemgestaltung) bestehe die Gefahr der Ausschaltung der eigentlich legitimierten Interessenvertretung der Arbeitnehmer (Betriebs- bzw. Personalrat).
- Die Mitwirkung bei derartigen neuen Rationalisierungskonzepten entbehre einer verbindlichen rechtlichen Regelung.

Die Gewerkschaften fordern deshalb u.a. eine Regelung von Beteiligungsverfahren und eine Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen an veränderte Gegebenheiten betrieblicher Rationalisierungsmaßnahmen sowie eine Regelung der Bedingungen und Folgen einer „Preisgabe“ des Wissens für die Verwendung in einer Wissensbasis.

#### Datenschutz

Der Bundesdatenschutzbeauftragte erwartet von der Digitalisierung der Kommunikation in Verbindung mit Techniken der künstlichen Intelligenz eine Verschärfung der bereits in der klassischen EDV durch Digitalisierung und Vernetzung zunehmenden Datenschutzproblematik. Konkrete Erkenntnisse zu besonderen Problemen hinsichtlich des Datenschutzes als Ergebnis der Anwendung von Expertensystemen liegen allerdings aufgrund der spärlichen praktischen Erfahrungen noch nicht vor. Diskutiert wird u.a. die Frage, ob Individuen das Recht haben sollten, zu erfahren, welche Regeln auf über sie gespeicherte Daten angewendet werden, da aus dieser Regelanwendung neue personenbezogenen Informationen abgeleitet werden könnten. Als nach Datenschutzgesichtspunkten bedenklich wird die Benutzer-„Modellierung“ mittels Expertensystem oder anderer EDV bezeichnet, da auf dem Wege des Mißbrauchs der dabei gewonnenen Daten eine Leistungskontrolle von EDV-Benutzern möglich wäre.

**ABSCHNITT F****ANHANG: Verzeichnisse****a) Verzeichnis der „Kästen“**

B-1	Die geistesgeschichtlichen Wurzeln der KI .....	14
B-2	Künstliche Intelligenz: Eine mißratene Bezeichnung? .....	15
B-3	Konventionelle EDV-Programme und Expertensysteme: Gemeinsamkeiten und Unterschiede .....	16
B-4	Verarbeiten Expertensysteme Wissen? .....	19
B-5	Neuronale Computer .....	22
C-1	Ziele des Expertensystem-Einsatzes .....	23
C-2	Anlässe des Expertensystem-Einsatzes .....	24
C-3	Gründe für den Expertensystem-Einsatz in der Industrieproduktion und in produktionsnahen technischen Büros .....	26
C-4	Verwendung wissensbasierter Systeme im Betrieb .....	27
C-5	Diffusionsfaktoren industrieller Expertensysteme .....	28
C-6	Drei Mechanismen der Qualifikationserosion .....	32
C-7	Das „Fünfte-Generation-Projekt“ Japans .....	37
D-1	Hypothesen für Kostensenkungspotentiale durch medizinische Expertensysteme .....	47
D-2	Hypothesen über Kostensteigerungspotentiale durch medizinische Expertensysteme .....	48
D-3	Hypothesen über Potentiale zur Qualitätsverbesserung durch medizinische Expertensysteme .....	49
D-4	Hypothesen über Quellen der Qualitätsverschlechterung durch medizinische Expertensysteme .....	50
E-1	Datensicherheit (Prof. Dr. Brunstein) .....	62
E-2	Das Konzept: Sozialverträgliche Technikgestaltung .....	64
E-3	Fehlerquellen bei Expertensystemen .....	74

**b) Verzeichnis der Handlungsoptionen**

## Handlungsfeld

1	Produktbeschreibung bei Computerprogrammen .....	25
2	Beratung beim Einsatz von Expertensystemen .....	29
3	Arbeits- und qualifikationsbezogene Wirkungen der Informations- und Kommunikationstechniken .....	33
4	Sicherung offener Märkte im Handwerk .....	35
5	Förderung angepaßter Expertensystemtechnik .....	38
6	Software-Statistik .....	41
7	Volkswirtschaftliche Bedeutung des Software Marktes .....	42
8	Expertensystemanwendung bei sozial tabuierten Themen .....	52
9	Bedingungen des Einsatzes von Computern und Expertensystemen in der Medizin .....	53
10	Prüfung von Computerprogrammen .....	58
11	Einsatz von Entscheidungssystemen .....	60
12	Datensicherheit .....	65
13	Beruf des „Wissensingenieurs“ .....	68
14	Expertensysteme zur Verbesserung öffentlicher Dienstleistungen ...	69
15	Alternativen der Expertensystem-Technik .....	71
16	Haftung bei Expertensystemen .....	72
17	Rechte an Computerprogrammen .....	75
18	Mitbestimmung .....	84
19	Datenschutz .....	88

**c) Literaturverzeichnis****Baumgarten, A.:**

Was heißt Verantwortung? In: Schweizer Monatshefte, 68. Jahrg. Heft 11, November 1988.

**Council for Science & Society:**

Benefits and Risks of Knowledge-Based Systems. Oxford, 1989.

**Coy, W./Bonsiepen, L.:**

Expertensystemtechnik. Eine neue Technik und die Abschätzung ihrer Folgen. Bericht 3/81 des NRW-Programms: Sozialverträgliche Technikgestaltung.

**Dreyfus, H.L./Dreyfus, S. E.:**

Künstliche Intelligenz — Von den Grenzen der Denkmaschine und dem Wert der Intuition. Reinbek 1987.

**Gesellschaft für Informatik, Arbeitskreis 8.3.3 „Grenzen eines verantwortbaren Einsatzes von Informationstechnik“:**

„Informatik und Verantwortung“ 1989

**Haugeland, J.:**

Künstliche Intelligenz — Programmierte Vernunft? Hamburg, u.a., 1987.

**Kevenhörster, P.:**

Veränderungen des politischen Systems durch neue Technologien: Politische Kosten und Erträge. In: Andersen, U., u.a., (Hrsg.), Politische Bildung. Neue Technologien: Politische Probleme, Heft 2, Jahrg. 22/89, Stuttgart 1989.

**Mertens, P./Borkowski, V./Gels, W.:**

Betriebliche Expertensystem-Anwendungen. Eine Materialsammlung. Berlin u.a., 1989.

**Roßnagel, A.:**

Freiheit im Griff. Informationsgesellschaft und Grundgesetz. Stuttgart 1989.

**Rohfeder, J.:**

Minds Over Matter. Brighton, 1986.

**Röscher, G.:**

Ethik und Mathematik. Initiatives Denken bei Cantor, Gödel, Steiner. Stuttgart 1985.

**Sachsse, H.:**

Technik und Verantwortung. Probleme der Ethik im technischen Zeitalter. Freiburg 1972.

**Schuberth, E.:**

Erziehung in einer Computergesellschaft. Datentechnik und die werdende Intelligenz des Menschen. Stuttgart 1990.

**Scott, Morton, M.S.:**

Vortrag auf dem 2. Deutschen Wirtschaftskongreß, Köln 1. bis 2. März 1989 zum Thema: Experts Support Systems: An Emerging Business Challenge.

**Ulrich, H.:**

Technische und ethische Vernunft. Die Verantwortung der neuen Technologien in theologischethischer Perspektive. In: Ethik und Neue Technologien, Loccum 1986.

**VDI-Hauptgruppe der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft, Bereich Technikbewertung, Handlungsempfehlung:**

Sozialverträgliche Gestaltung von Automatisierungsvorhaben. 1. Entwurf, Februar 1989.

**Winograd, T./Flores, F.:**

Erkenntnis Maschinen Verstehen. Zur Neugestaltung von Computersystemen, Berlin 1989.

**Winograd, T.:**

Thinking Machines: Can there be? Are we? Stanford CA. Stanford University Dept. of Computer Science. Report No. STAN-CS-87-1161, 1987.

**d) Kommissions-Drucksachen zum Thema „Expertensysteme“**

Nr.	Inhaltsangabe	Autor
3	Expertensysteme für Anwendungen in der fertigen Industrie. Ein Problemaufriß für eine Technikfolgen-Abschätzung, Februar 1988	Prof. Dr. Paschen
5	Expertensysteme in der Produktion Serie in: Blick durch die Wirtschaft, Januar 1/88	Prof. Dr. Mertens
16	Angebot für ein Teilgutachten zum Thema: Systematik von Expertensystemen, April 1988	Prof. Dr. Mertens Uni Erlangen
17	Angebot für ein Gutachten „Expertensysteme in der fertigen Industrie“, April 1988	Prof. Dr. Bullinger FhG/IAO
18	Angebot einer Abschätzung möglicher Risiken der Einführung von Expertensystemen in der fertigen Industrie, April 1988	Prof. Dr. Lutz ISF
19	Angebot für ein Gutachten „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin“, April 1988	Prof. Dr. v. Eimeren GSF Medis
35	Vorschlag für eine Gesamtkonzeption des Berichtes der EK-TA zum Thema „Expertensysteme“, August 1988	Prof. Dr. Paschen Dr. Rader, KfK Dr. Ulrich Sekretariat
43	Verantwortung und Haftung beim Einsatz von Expertensystemen (Die schriftlichen Antworten auf den vorbereitenden Fragenkatalog der Kommission), Oktober 1988	Sekretariat
43 a	Verantwortung und Haftung beim Einsatz von Expertensystemen (Schriftliche Antwort auf den vorbereitenden Fragenkatalog)	Prof. Dr. Sieber Uni Bayreuth
48	Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin. Gutachten im Auftrag der EK-TA zum o. g. Thema, Januar 1989	GSF Medis
50	Expertensysteme und Qualifikation industrieller Fachkräfte. Gutachten im Auftrag der EK-TA über denkbare Auswirkungen der Anwendungen von Expertensystemen in der fertigen Industrie, Januar 1989	ISF
52	Abschätzung möglicher Anwendungen und Auswirkungen von Expertensystemen im Produktionsbetrieb, Gutachten im Auftrag der EK-TA, Februar 1989	FhG/IAO
52 a	Ergänzungen zum Gutachten: Abschätzungen möglicher Anwendungen ... (ebd.), April 1989	FhG/IAO
61	VDI-Handlungsempfehlungen „Sozialverträgliche Gestaltung von Automatisierungsvorhaben“, Februar 1989	VDI

**e) Kommissionsvorlagen zum Thema „Expertensysteme“**

Nr.	Inhaltsangabe	Autor
8	Konzeptionelle Alternativen zur Fortführung des TA-Prozesses „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion, Verwaltung, Handwerk und Medizin“, Januar 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
12	„Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen im Teilbereich Medizin“, Februar 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
13	TA-Prozesse „Chancen und Risiken von Expertensystemen im Teilbereich Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)“, Februar 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
14	„Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der militärischen Nutzung“, Februar 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
15	„Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der fertigen Industrie“, – Ausschreibungstext – März 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
16	„Auswirkungen des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin“, – Ausschreibungstext – März 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
17	„Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der fertigen Industrie und in der Medizin“ Arbeitsplan zur Abwicklung des Abschätzungsprozesses, März 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
22	Definition „Expertensysteme“, März 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
23	Zum Sachstand: Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen im Handwerk, April 1988	Beneke Sekretariat
29	Zum Sachstand: Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Verwaltung, Mai 1988	Beneke Sekretariat
39	Überblick auf Gutachter, Stand der Zusagen und Fragestellungen zur Anhörung „Verantwortung und Haftung beim Einsatz von Expertensystemen“, August 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
44	Zeitplan AG „Expertensysteme“, November 1988	Sekretariat
44 a	2. Fassung Zeitplan AG „Expertensysteme“, Januar 1989	Sekretariat

**f) Arbeitspapiere der Arbeitsgruppe „Expertensysteme“**

Nr.	Inhaltsangabe	Autor
1	Vorbereitung der Anhörung „Verantwortung und Haftung beim Einsatz von „intelligenter“ (medizinischer) Software im Herbst 1988“, Juni 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
2	Konkretisierung des Angebots von MEDIS zur Erstellung des Gutachtens, Juni 1988	Dr. John GSF Medis
3	Bericht über die Förderung im Schwerpunkt „Wissensverarbeitung und Mustererkennung (künstliche Intelligenz)“, Juni 1988	BMFT
4	Arbeitsplan für das ISF-Gutachten, Mai 1988	Prof. Dr. Lutz ISF
5	Arbeitsplan für das IAO-Gutachten, Mai 1988	Dr. Kornwachs FhG/IAO
6	Zeitplan für die Arbeitsgruppe „Expertensysteme“, September 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
7	Expertensysteme im Handwerk und in der Verwaltung, September 1988	Beneke Sekretariat
8	Vorschlagliste für Journalisten/sachkundige Wissenschaftler für Anhörung, September 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
9	Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin; Folien zur Präsentation von Zwischenergebnissen; September 1988	GSF Medis
10	Beitrag FhG – IAO September 1988	FhG – IAO
11	Vorschlag zum Ablauf der Anhörung am 3. 11. 1988, Oktober 1988	Dr. Ulrich Sekretariat
12	Antworten der Sachverständigen zur Anhörung „Verantwortung und Haftung beim Einsatz von Expertensystemen“ – Synoptischer Überblick – Oktober 1988	Sekretariat
13	Verantwortung und Haftung beim Einsatz von Expertensystemen (Basispapier), Oktober 1988	Sekretariat
14	„Expertensysteme im Handwerk“, Stellungnahme Handwerkskammer Düsseldorf, Oktober 1988	Dr. Köster HK Düsseldorf
15	Ergebnisse der Brainstorming-Sitzung am 15. 11. 1988 in Stuttgart, November 1988	Sekretariat
16	Verantwortung und Haftung beim Einsatz von Expertensystemen (Eine Auswahl wichtiger Aussagen der Anhörung vom 3. 11. 1988), Dezember 1988	Sekretariat

Nr.	Inhaltsangabe	Autor
17	Expertensysteme im Handwerk, Unterrichtung der AG über die Korrespondenz zwischen Sekretariat und Sachverständigen, Januar 1989	Beneke Sekretariat
18a	Stellungnahme zum Gutachten „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin“, März 1989	Sekretariat
18b	Stellungnahme zum Gutachten „Expertensysteme und Qualifikation industrieller Fachkräfte. Abschätzung möglicher Chancen und Risiken der Einführung von Expertensystemen in der fertigen Industrie“, März 1989	Sekretariat
18c	Stellungnahme zum Gutachten „Abschätzung möglicher Anwendungen und Auswirkungen von Expertensystemen im Produktionsbetrieb“, März 1988	Sekretariat
19	Auftrag und Durchführung der Kommissionsarbeit, März 1989	Sekretariat
20	Anhörung zum Thema „Expertensysteme und Mitbestimmung“, mögliche Fragestellungen	Sekretariat
21	Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in der Medizin, zusammenfassende Kommentare zu den untersuchten Thesen, April 1988	GSF Medis
22	Thesen zu „Expertensysteme und Mitbestimmung“, Mai 1989	Dr. Rödiger
23	Stellungnahme „Expertensysteme und Mitbestimmung“, Mai 1989	Dr. Koffka Siemens
24	Stellungnahme „Expertensysteme und Mitbestimmung“, Mai 1989	Becker-Töpfer HBV
25a	Entwurf des Berichts „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion und Medizin“ – Neufassung der Handlungsoptionen –	Sekretariat
25b	Vorschlag für eine Neufassung von Kapitel E. 4 „Expertensysteme und Mitbestimmung“, Januar 1990	Roland Schneider DGB
26	Anmerkungen zum Entwurf des Berichts „Expertensysteme“ (Fassung vom 15. 12. 1989), Januar 1990	Roland Schneider DGB
27	Stellungnahme zum Arbeitspapier 11/25 b der AG „Expertensysteme“, Januar 1990	Dr. John v. Freyend
28	Entwurf des Berichts der Enquete-Kommission zum Thema: „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion und Medizin“, 1. März 1990	Arbeitsgruppe „Expertensysteme“

Nr.	Inhaltsangabe	Autor
29	Vorschlag für eine Neufassung von Kapitel E. 4 „Expertensysteme und Mitbestimmung“, Januar 1990	Roland Schneider DGB
30	Anmerkungen zum Entwurf des Berichts „Expertensysteme“, März 1990	Bulmahn, MdB
31	Anmerkungen zum Entwurf des Berichts „Expertensysteme“, März 1990	Paterna, MdB
32	Änderungen im Entwurf des Berichts „Expertensysteme“, 29. März 1990	Arbeitsgruppe „Expertensysteme“
33	Bemerkungen und Änderungswünsche im Arbeitspapier 11/28, März 1990	Roland Schneider DGB
34	Vorschläge zum Entwurf des Berichts „Expertensysteme“, März 1990	Paterna, MdB
36	Anregungen für Kapitel „Verantwortung und Datensicherheit“, April 1990	Bulmahn, MdB
37	Vorschlag für Kasten „Programm-Anomalien“, April 1990	Dr. Rader
38	Darlegung gewerkschaftlicher Auffassungen zum Thema „Expertensysteme und Mitbestimmung“, März 1990	Roland Schneider DGB
39	Entwurf zum Kommissionsbericht: „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion und Medizin“, 7. Mai 1990	Arbeitsgruppe „Expertensysteme“
40	Stellungnahme zum Bericht „Expertensysteme“, Mai 1990	Dr. Müller
41	Textvorschlag Kasten „Datensicherheit“, Mai 1990	Prof. Brunnstein Universität Hamburg
42	Entwurf zum Kommissionsbericht: „Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion und Medizin“, 13. Juni 1990	Arbeitsgruppe „Expertensysteme“

**g) Glossar**

- Algorithmus:** Handlungsschema eines Programms, mit dem ein Rechner Schritt für Schritt Operationen durchführen muß.
- Dialogkomponente:** Der Teil eines Expertensystems, der die Schnittstelle zwischen dem Benutzer- und dem Expertensystem darstellt. Langfristig wird bei Beratungs- und Konsultationssystemen eine natürlichsprachliche Wechselbeziehung angestrebt.
- Erklärungskomponente:** Teilkomponente eines Expertensystems, das auf Anfrage dessen Vorgehensweise bei der Lösung des Problems erklärt. Dargestellt wird oft, durch welche Regeln und Fakten Ergebnisse zustande gekommen sind und warum bestimmte Aktionen durchgeführt wurden.
- Expertensystem:** Computerprogramm, welches auf der Basis formalisiert dargestellten Expertenwissens Problemstellungen mit einer einem menschlichen Experten vergleichbaren Leistung lösen kann. Hierbei wird insbesondere heuristisches Wissen verwendet.
- Fokussierung:** Hier speziell: problemorientiertes Einschränken des Zugriffs zu einer Wissensquelle auf bestimmte Teilbereiche.
- Heuristik:** Die Wissenschaft von den nichtmathematischen Methoden der Erkenntnisfindung. Sie macht Gebrauch von intuitiven Lösungsverfahren wie „Faustregeln“ und „Daumenregeln“ auf der Grundlage subjektiver Erfahrungen und überlieferter Verhaltensweisen anstelle von formallogischem, algorithmischem Vorgehen.
- Implementieren:** Für einen Computer ausführbar machen durch Formulierung des Algorithmus und Programmierung.
- Inferenzmaschine:** Die Inferenzmaschine ist die Komponente eines Expertensystems, welches die Schlußfolgerungen im System nach verschiedenen Strategien durchführt. Hierbei erzeugt sie aus dem in der Wissensbasis abgelegten Wissen durch Anwendung von Regeln neues Wissen, welches als Antwort auf eine Problemstellung geeignet ist.
- Kognitiv:** Auf die Geistes- und Verstandesfähigkeiten bezogen.
- Konfiguration:** Zusammenstellung von Systemteilen zu einer arbeitsfähigen Einheit.
- Künstliche Intelligenz:** Forschungsdisziplin, die versucht, Systeme zu entwickeln, die Verhalten zeigen, das beim Menschen als intelligent bezeichnet werden würde.
- Leistungsmodellierung:** Eine Simulation, die nur die Systemleistungen nachahmt.  
Gegenteil: Funktionsmodellierung (Das Modell funktioniert auch wie das Original).
- Modul:** Isolierbarer Teil eines Programms.
- Natürliche Sprache:** Die Sprache des Menschen, im Gegensatz zu formalen Sprachen (Programmiersprachen oder Datenbank-Anfragen-Sprachen). Nicht gemeint: Umgangssprache.

<b>Repräsentation:</b>	Systematische Darstellung gemäß einer vereinbarten Notation (einer „Repräsentationssprache“).
<b>Schnittstelle:</b>	Technischer oder symbolischer Übergabepunkt zwischen Systemen.
<b>Semantik:</b>	Lehre von der Bedeutung sprachlicher Einheiten.
<b>Sensor:</b>	Informationsgeber für Bild-, Abstands- oder Berührungsdaten aus der Umwelt eines Systems.
<b>Sequentiell:</b>	In einer festen Reihenfolge ohne Sprünge oder Wiederholungen.
<b>Simulation:</b>	Nachahmung eines zu erforschenden Systems mit anderen Mitteln (s. Leistungsmodellierung).
<b>Syntax:</b>	Im weiteren Sinne: Fügungsregeln einer Sprache auf den verschiedenen Ebenen (Wörter, Sätze, Texte).
<b>Wissensbasis:</b>	Das gesamte, einem KI-System zur Verfügung stehende (von den aktuellen Daten unabhängige) Wissen. Es teilt sich in Wissensquellen mit den einzelnen Wissensseinträgen.





