

Vielfalt von Interaktionsmöglichkeiten - ein Gestaltungsziel bei Expertensystemen

Thomas Herrmann, Bodo Busch, Marita Geenen
Universität Dortmund

Zusammenfassung:

Ausgehend von einer Literaturstudie wird gezeigt, daß es eine Vielfalt von Nutzungsformen und Anforderungen an die Transparenz im Umgang mit Expertensystemen gibt, die bisher relativ vernachlässigt wurden. Es wird unterstellt, daß aufgrund der fehlenden Anwendungsreife solcher Systeme vorrangig Experten als Nutzer vorzusehen sind. Ihnen sind prozeß-orientierte Formen der Lösungsfindung sowie Leistungen der Hypothesenprüfung und -ergänzung anzubieten. Expertensysteme können auch als Medium konzipiert werden. Anstelle von Erklärungs-komponenten sind Explorationsinstrumente von Relevanz, die eine Erkundung des Leistungsspektrums eines Systems und der Qualität des Lösungsvorganges ermöglichen.

1) Einleitung

Expertensysteme sind zur Zeit in einem vergleichsweise großen Umfang Gegenstand der Technikfolgenforschung. Der vorliegende Beitrag entstand im Rahmen eines BMFT-geförderten Projektes "Qualifikations- und Qualitätssicherung als Zielkriterium im Expertensystem-Entwicklungsprozeß" [s. CREMERS/HERRMANN, 1990]. Diese derzeitigen Bemühungen um Folgenforschung stehen einerseits in einer Diskrepanz zu der Anwendungsreife von Expertensystemen. Andererseits sind sie ein Beitrag zu einer Form prospektiver Folgenforschung, die es ermöglichen kann, daß ihre Ergebnisse in den Entwicklungsprozeß von Technik integriert werden, anstatt diesen nur im nachhinein zu kommentieren.

Im folgenden gehen wir von Ansätzen aus, die sich mit arbeitsorientierter Software-Gestaltung befassen, wobei insbesondere die skandinavische Diskussion von Bedeutung ist und vergleichbare Herangehensweisen in der Bundesrepublik sowie die Verbindung der skandinavischen Ansätze zur KI-Diskussion¹. Neben den Klassikern der TA-orientierten KI-Diskussion² wurden die Berichte der Enquete-Kommission Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages und ähnliche Studien berücksichtigt, wobei der Aspekt der Qualifikation von Experten und die Veränderung der Qualifikationsanforderungen von besonderem Interesse ist³. Die Ergebnisse der genannten Studien veranlassen uns zu folgender Argumentation, die den weiteren Ausführungen zugrundeliegt: Die geringe Zahl anwendungsreifer Expertensysteme läßt sich auf die Be-

¹ S. z.B. EHN, 1988; FLOYD u.a. 1987; GÖRANZON/JOSEFSON, 1988; GÖRANZON/FLORIN, 1990

² S. WEIZENBAUM, 1978; DREYFUS, 1985; DREYFUS/DREYFUS, 1987; WINOGRAD/FLORES, 1989.

³ S. COY/BONSIEPEN, 1990; DANIEL u.a., 1990; SCHEFE, 1988; LUTZ/MOLDASCHL, 1989; SEPPELFELD u.a., 1986; HILLENKAMP, 1989; BEUSCHEL, 1986.

grenztheit der Wissensrepräsentation, Wartungs- und Verantwortungsprobleme sowie mangelnde Benutzbarkeit zurückführen, wobei natürlichsprachliche Erklärungskomponenten die Verantwortungsproblematik nicht lösen können. Dennoch ist davon auszugehen, daß weiterhin versucht wird, anwendungsreife Expertensysteme zu entwickeln. Aufgrund der unkalkulierbaren Qualitätssicherheit für die mit Expertensystemen erzielbaren Ergebnisse ist zu fordern, daß solche Systeme nur von Experten benutzt werden. Deren Qualifikationsspektrum wird für die Nutzung von wesentlicher Bedeutung sein⁴. Es sind daher Interaktionsformen anzubieten, die den Kompetenzen und den Ansprüchen von Experten gerecht werden können. Die Entwicklung von Expertensystemen ist als Software-Gestaltung für Experten zu konzipieren.

Für die Benutzer/innen hängt die Ermöglichung von Sachkompetenz sowie Systemdurchblick und -beherrschung von verschiedenen Faktoren ab, wie der Arbeitsorganisation (z.B. Aufgabenzuschnitt und Funktionenverteilung), den Qualifizierungsmaßnahmen und den technischen Entscheidungen. Für letztere sind insbesondere die Aspekte der Wissensrepräsentation und der Interaktionsmöglichkeiten relevant. Kompetenzfordernder und -fördernder Einsatz von Expertensystemen muß den Benutzern/innen eine Vielfalt von Nutzungsformen offerieren, zu der eine hohe Flexibilität der angebotenen Interaktionsmöglichkeiten korrespondieren sollte. Hierbei ist zunächst nicht die Flexibilität der Dialogformen ausschlaggebend, sondern die Vielfalt der Werkzeuge bzw. der Funktionalität [s. zu dieser Differenzierung das IFIP-Modell, DZIDA, 1983].

2) Gängige Nutzungsformen: Expertensysteme als Problemlöser

Es wird als eine Stärke der Expertensystemtechnik angesehen, daß sie sich vom "General Problem Solver" abwendet und stattdessen ausgewählte, möglichst eingegrenzte Fachgebiete bearbeitet. Das Ziel der **Problemlösung** bleibt jedoch erhalten. In der Literatur⁵ finden sich zahlreiche Ansätze, die die Menge der möglichen problemlösenden Nutzungsarten klassifizieren. Die folgenden Ausführungen beziehen sich vorrangig auf Analyse- versus Synthese-Aufgaben. Spezialfälle, wie Tutor- oder Unterstützungssysteme, werden nicht behandelt. Diese Klassifizierung orientiert sich an Anwendungen (s. Tafel 1). Für die Diskussion zur Software-Ergonomie ist die Perspektive der Interaktions- und Nutzungsformen relevant.

⁴ Dabei ist die Unterscheidung zwischen explizierbarem Wissen und nicht explizierbarem Wissen bedeutsam (letzteres wird z. T. auch als "Können" beschrieben, s. BECKER u.a., 1987). Weiterhin sind die Fähigkeiten relevant, die eine Fortentwicklung des Wissens ermöglichen, sowie die soziale und kommunikative Kompetenz.

⁵ S. HAYES-ROTH u.a., 1983; MERTENS u.a., 1988; PUPPE, 1986; CLANCEY, 1985; JACKSON, 1990.

Tafel 1: Klassifizierung von Expertensystemen

Analysesysteme: Diagnose, Prognose, Kontrolle

Synthesysteme: Planung, Entwurf, Konfiguration

Tutorsysteme

Unterstützungssysteme

Ergebnis- versus prozeßorientierte Problemlösung

Gängige Konzepte für Expertensysteme trennen in der Regel zwischen einer Phase der Dateneingabe und der Präsentation des Ergebnisses. Beispiele für solche Systeme sind MYCIN und CENTAUR. Durch solche Konzepte wird die Aufgabe der Benutzer/innen auf das Eingeben und Selektieren von Daten und deren Erhebung reduziert. Der Lösungsprozeß wird somit nicht ohne Exkurse nachvollziehbar und beeinflussbar. Dies ist besonders problematisch, wenn die Benutzer/innen ihre Ziele in Abhängigkeit vom Verlauf der Lösungssuche modifizieren bzw. präzisieren, was für viele Anwendungsfelder der angemessenere Weg ist. In der Literatur wird gefordert, für die Arbeitsweise von Expertensystemen menschliche Beratungsdialoge als Vorbild zu wählen [POLLACK u.a., 1982; KIDD, 1985]. Auch wenn sich die Mensch-Computer-Interaktion nicht in Analogie zur menschlichen Kommunikation gestalten läßt, so kann man jedoch die Struktur von Beratungen als Leitkriterium heranziehen. Diese Struktur bezeichnen wir als **prozeßorientiert**. Im prozeßorientierten Dialog mit Expertensystemen erfolgen Datenabfragen und die Präsentation von Zwischenergebnissen sowie Lösungsstrategien verschränkt, wodurch die Flexibilität der Benutzer/innen erhöht wird [s. auch KIDD, 1985 und Tafel 2]. Der prozeßorientierte Dialog zur Lösung von Analyse- oder Syntheseproblemen kann jedoch nicht den Nachteil ausschließen, daß die Benutzer/innen an dem Schlußfolgerungsprozeß zur Erzeugung der Lösung nur geringfügig beteiligt sind, wodurch es erschwert wird, Qualifikationen und Verantwortung einzubringen.

Tafel 2: Flexibilität durch prozeßorientierte Lösungsentwicklung

- das Nutzungsziel ist veränderbar,
- Eingaben werden revidierbar (etwa Modifikation der Bedingungen beim Konfigurationsprozeß zwecks Optimierung)
- der Lösungsweg kann abgekürzt werden,
- die Suche nach Alternativen zu einer Lösung ist initiierbar,
- ergänzende Informationen sind abrufbar,
- die Nutzung kann abgebrochen werden kann (wenn das System etwa das bearbeitete Gebiet nicht abdeckt oder die angesteuerte Lösung unbefriedigend ist).

3) Kompetenzfordernde und -fördernde Nutzungsformen

3.1) Hypothesenprüfende Systeme

Es ist eine Stärke der Menschen, schnell, intuitiv und auf Analogieschlüssen basierend eine Lösungshypothese zu Problemen zu finden. Mühsamer ist die Aufgabe, präzise und im Detail ab-zuprüfen, ob die Lösungshypothese stimmt und ob die Lösung optimiert ist. Das Konzept der kontrastiven Aufgabenanalyse [s. VOLPERT, 1987] orientiert sich daran, solche Tätigkeiten von Menschen ausführen zu lassen, die ihren Fähigkeiten und Neigungen entsprechen. Folgt man bei der Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine diesen Prinzipien, so liegt es nahe, die Arbeit der akribischen Hypothesenprüfung von der Maschine leisten zu lassen, während beim Menschen die Initiative verbleibt, Lösungsvorschläge zu unterbreiten.

Bei der Nutzung eines Systems zur Hypothesenprüfung kann es in Abhängigkeit vom Anwendungsfeld sinnvoll sein, daß bereits nach der Eingabe weniger Grunddaten eine Hypothese vom Benutzer vorgeschlagen wird. Das System versucht diese Hypothese zu widerlegen und fragt dementsprechend weitere Daten ab. Somit könnte der Prozeß der Dateneingabe stringenter und effektiver werden. Eine andere Vorgehensweise wird z.B. mit dem System ONCOCIN [s. LANGLOTZ/SHORTLIFFE 1983] angestrebt. Dort werden zuerst alle Daten eingegeben (formular- oder abfrageorientiert), das System berechnet dann eine Lösung, die es nicht präsentiert; stattdessen gibt der/die Benutzer/in einen Lösungsvorschlag ein. Nur wenn dieser vom Ergebnis des Systems abweicht, beginnt eine sogenannten Kritikphase.

Die Hypothesenprüfung kann Vorschläge der Benutzer/innen verwerfen, akzeptieren, als nicht überprüfbar kennzeichnen oder unberücksichtigte Constraints bzw. Fakten nennen. Die Vorschläge können auch ergänzt werden [s. KIDD, 1985], z.B. durch Nennung von besseren Lösungen, von gleichrangigen Alternativen, von Seiteneffekten oder von zusätzlich zu berücksichtigenden Lösungen (z.B. Nennung eines weiteren Mangels bei der Fehlerdiagnose).

Das Konzept der Hypothesenprüfung kann folgende Vorteile ermöglichen: Das Lösungspotential ist nicht per se auf das im System repräsentierte Wissen eingeschränkt; es können dem System auch solche Lösungen vorgelegt und dann als nicht überprüfbar klassifiziert werden, die nicht in seine Systematik passen; die Verantwortung für den Lösungsvorschlag ist eindeutiger dem Nutzer zuzuordnen.

3.2) Expertensysteme als Medium

Der Computer kann auch als Medium angesehen werden [s. etwa PETRI, 1979]. Dies bedeutet nicht, daß unter allen Aspekten eine Analogie mit anderen Kommunikationsmedien herstellbar ist. Es lassen sich jedoch aus der Entwicklungsgeschichte bisheriger Medien (z. B. Fachbücher) Erkenntnisse ziehen, die bei der Gestaltung von Expertensystemen nützlich sein können. Expertensysteme als Medien können zwischen verschiedenen Rollenträgern vermitteln (s. Tafel 3).

Tafel 3: Expertensysteme als Medium

- a) **Zwischen den Experten/innen, deren Wissen akquiriert wird, und den Benutzern/innen.** Es könnten Hintergründe des Akquisitionsprozesses, Quellen und Alter des Wissens, Fallbeispiele, vernachlässigte Alternativen etc. offengelegt werden.
- b) **Zwischen Wissensingenieuren/innen bzw. Systementwicklern/innen und Benutzern/innen** (z. B. zu Wartungszwecken).
- c) **Zwischen den Personen einer Organisationseinheit, die mit dem System bestimmte Aufgaben gemeinsam bewältigen,** (z .B. bzgl. Anwendungsproblemen und -grenzen, widersprüchlichen Erfahrungen oder Modifikationserfordernissen).
- d) **Zwischen demselben Nutzer, der sein Erinnerungs- und Systematisierungsvermögen unterstützen will** (siehe c).
- e) **Zwischen den Spezialisten einer Fachdisziplin** (vergleichbar dem Fachbuch).

4) Interaktionsformen zur Erhöhung der Transparenz von Expertensystemen

4.1) Explorationsinstrumente statt Erklärungskomponenten

Mit der Diskussion um Expertensysteme ist untrennbar auch die Diskussion um die Erklärungsfähigkeit solcher Systeme verbunden. Als Vorteile von Erklärungskomponenten werden Transparenz, Kontrollierbarkeit und vereinfachte Handhabung der Expertensysteme genannt [WAHLSTER, 1981]. Insbesondere Transparenz und Kontrollierbarkeit von Expertensystemen setzen voraus, daß die Erklärungen von den Benutzern/innen verstanden werden. In Erklärungen muß, um das Verständnis zu sichern, das Vorwissen und der Erfahrungshintergrund des/der Benutzers/in berücksichtigt werden. Dies setzt besondere menschliche Kompetenz wie z.B. Einfühlungsvermögen seitens der/des Erklärenden voraus [SCHANK/ CHILDERS, 1986; COY/ BONSIENEN, 1990]. Die Konzepte derzeitiger Erklärungskomponenten schließen unseres Erachtens die Möglichkeit unerkannter Mißverständnisse nicht in ausreichendem Maße aus und werden nicht allen Informationsbedarfen gerecht.

Den Benutzern/innen sollten daher flexible Interaktionsmöglichkeiten angeboten werden, mit denen sie sich selbst, (durch eigene Aktivität und in eigener Verantwortung) Vorgänge im Expertensystem erklären können. Statt sich auf Erklärungskomponenten verlassen zu müssen, sollten sie Explorationsinstrumente in eigener Regie handhaben. Im Gegensatz etwa zu vorformulierten oder systemgenerierten "Erklärungen", bei denen Benutzer/innen etwas **über** das System erfahren, lernen sie es bei der **Exploration** kennen, indem sie **im** System erkundend oder experimentierend handeln [HERRMANN, 1986]. **Erkundung** bedeutet, daß abweichend von der unmittelbar zielgerichteten Interaktionsfolge Exkurse vorgenommen werden, um Informationen zu gewinnen. Mit **Experimentieren** ist das spielerische oder probeweise Verändern von Daten oder Aktivieren von Funktionen im Rahmen solcher Exkurse gemeint. Diese Vorgehensweise kann durch geeignete Interaktionsmöglichkeiten unterstützt werden.

Einen wesentlichen Beitrag hierzu stellen **Maps**, **Browser** und **Filter** dar. **Maps** sind strukturierte, meist grafische Präsentationen von Zusammenhängen und Abläufen, meist in Form von beschrifteten Netzen, Bäumen oder anderen Graphen. Mit ihnen können sich Benutzer/innen einen Überblick etwa über Zusammenhänge in der Wissensbasis oder über den bisherigen Inferenzprozeß verschaffen [POLTROCK u.a., 1986]. Allerdings scheitert die Darstellung der gesamten Struktur meist an der Beschränktheit der zur Verfügung stehenden Ausgabefläche. Fensterdarstellungen mit Verschiebemöglichkeiten (scrolling) bergen die Gefahr des Kontextverlustes. Auch ergänzende verkleinerte Übersichtsdarstellungen können die semantische Information meist nicht mehr abbilden [FOSS, 1989]. Abhilfe kann mit **Filtern** oder **Weitwinkelperspektiven** [FURNAS, 1986] geschaffen werden, die weniger wichtige Information ausblenden. Hierzu ist allerdings eine z.B. über die Struktur der Wissensbasis oder durch Angaben der Benutzer/innen definierte Bewertungsfunktion nötig. Mit Hilfe von **Browsern** können Maps durchquert, verfeinert, vergrößert oder auch verändert werden.

Ein wichtiges Einsatzgebiet für Browser stellen auch **Hypertextsysteme** dar [s. z.B. CONKLIN 1987]. Hypertext ermöglicht die Verbindung gespeicherter Texte, Grafiken u.ä. durch Querverweise zu einem nichtlinearen Netzwerk, so daß Benutzer/innen durch Explorieren dieses Netzwerks jeweils ihre eigene Textfolge bestimmen. Durch Kopplung von Expertensystemen mit Hypertextsystemen könnten Benutzer/innen von Expertensystemen zusätzliche Informationen auf individuell beeinflussbare Weise verfügbar gemacht werden.

Im folgenden werden wir versuchen, eine Kategorisierung von Informationsbedarfen der Benutzer/innen vorzunehmen. Teile der Fragemöglichkeiten haben wir der Literatur [z.B. MÖLLER, 1989; LADWIG/MELLIS, 1987; CLANCEY, 1983] entnommen, andere, die uns sinnvoll erschienen, haben wir ergänzt. Andeutungsweise soll gezeigt werden, wie Benutzer/innen mit Hilfe von Explorationsinstrumenten selbständig Informationsdefizite beseitigen können. Die Informationsbedarfe sind meist durch Fragepronomina benannt, was aber nicht heißt, daß sie als natürlichsprachliche Anfragen artikuliert werden sollen.

4.2) Untersuchung der Wissensbasis und der Schlußfolgerungsmöglichkeiten des Systems

Um überprüfen zu können, ob das Fachwissen adäquat im System abgebildet wurde, und was die Grundlagen des repräsentierten Wissens sind, sollten Benutzer/innen die Möglichkeit haben, den Inhalt der Wissensbasis direkt einzusehen. Es sollte ihnen möglich sein, auch unabhängig von einem konkreten Anwendungsproblem einzelne Elemente der Wissensbasis oder das Zusammenspiel von Regeln zu untersuchen. Dabei könnten seitens der Benutzer/innen verschiedene Informationsbedarfe auftreten (s. Tafel 4).

Tafel 4) Inspektion der Wissensbasis

Welche Regeln enthält die Wissensbasis und wie stehen sie miteinander in Verbindung?

Explorationsmöglichkeiten zum Verdeutlichen der Regelzusammenhänge könnten beispielsweise Maps, Browser, Filter (s.o.) oder (ggf. in natürlichsprachlicher Umschreibung) Ausgabe aller Regeln zu gegebenen Stichwörtern sein.

Von wem, Wann, Glossar, Warum: Explorierende Benutzer/innen können sich zur Beantwortung dieser Fragen Hintergrundinformationen zu einzelnen Elementen der Wissensbasis beschaffen. Hierzu ist eine Kopplung mit einem klassischen Informationssystem oder einem Hypertextsystem vorstellbar. Zu jeder Regel können dort Informationen über den Autor, das Erstellungs bzw. Änderungsdatum und Begründungen verwaltet werden. Auch ein Glossar zu den im System verwendeten (Fach-)Begriffen kann auf einem solchen Informationssystem geführt werden. Die Warum-Frage ist hier im Sinne von 'Warum ist diese Regel in dieser Form sinnvoll?' zu verstehen. Sie kann sich sowohl auf strategisches, strukturelles als auch auf kausales Wissen [vgl. CLANCEY, 1983] beziehen. Da insbesondere kausales Wissen maschinell kaum vermittelbar ist, könnten hier neben einer Kurzerläuterung auch Verweise auf Literatur oder mögliche Ansprechpartner/innen stehen.

Beispielfälle: Es sollte Benutzern/innen möglich sein (beispielsweise als Trainingsmaterial oder zu Vergleichszwecken), Daten, Verläufe und Ergebnisse von exemplarischen Nutzungsprozessen in einer Falldatenbasis abzuspeichern, zu verwalten und wieder abzurufen.

Einsatzbereich: Das Anliegen der Benutzer/innen ist es hier, allgemein die Möglichkeiten und Grenzen des Expertensystems kennenzulernen. Dies könnte durch Durchspielen typischer, mit dem System behandelbarer oder insbesondere nicht behandelbarer Probleme, etwa auf der Grundlage von vorgegebenen **Spieldaten** oder durch **Scenario-Maschinen** [CARROLL/KAY, 1986], geschehen. Scenario-Maschinen sind auf Spieldaten operierende reduzierte Systeme, die nur noch einen vorgegebenen Aktionspfad zulassen.

4.3) Fragen zum Nutzungsvorgang

Der Informationsbedarf der Benutzer/innen besteht auch darin, die Schlußweise des Systems während des Lösungsvorganges nachvollziehen zu wollen oder eigene Hypothesen zu überprüfen. Solche Informationsbedarfe treten direkt während des Nutzungsvorganges auf (s. Tafel 5). Die meisten Konzepte für Expertensysteme zielen darauf ab, natürlichsprachliche Erklärungen zu generieren, die das maschinelle Schlußfolgern erläutern. Eine Alternative hierzu besteht darin, in Anlehnung an Mittel der Direkten Manipulation (Browser, Maps, Filter, Zoom) die Anschaulichkeit des Ableitungsbaumes zu erhöhen.

Tafel 5: Exploration während der Nutzung

a) nachvollziehende Fragen

Wozu: Dieser Fragetyp entspricht der klassischen Warum-Frage wie etwa in MYCIN. Der/die Benutzer/in möchte wissen, wozu das System eine bestimmte Information benötigt. Eine Klärung kann über den Ableitungsbaum erfolgen. Es ist auch denkbar, die Notwendigkeit der erwarteten Eingabe zu "**neutralisieren**", d.h. die Folgezustände zu allen Eingabemöglichkeiten anzuzeigen, oder probeweise Eingaben vorzunehmen.

Wie: Durch Erkunden des Ableitungsbaumes ist die Frage zu klären, wie das System ein bestimmtes (Zwischen-)Ergebnis hergeleitet hat.

Was: Die bisher erhobenen oder durch Inferenz hergeleiteten Falldaten können abgefragt werden. Das kann nach Stichworten oder anhand der Konsultationsgeschichte orientiert erfolgen.

b) direktive Fragen

Warum-nicht: Benutzer/innen sollten zu jedem Zeitpunkt des Inferenzprozesses eigene Lösungen formulieren können und gegen eine vom System vorgeschlagene Lösung abprüfen lassen wie beispielsweise in TWAICE [LADWIG/MELLIS, 1987] realisiert. Dies entspräche einer Hypothesenprüfung, (Abschnitt 3.1), die sich auf jeweils ausgewählte Teile des Lösungsvorschlags bezieht.

Andere Regel: Es ist eine Funktion anzubieten, die alle Regeln anzeigt, deren Bedingungen aktuell erfüllt sind. Daran anknüpfend wäre es initiiierbar, daß vernachlässigten Ableitungspfaden noch zusätzlich nachgegangen wird.

Andere Lösung: Benutzer/innen möchten eventuell mögliche (ggf. suboptimale) Alternativen zur jeweils ermittelten Lösung vom System berechnen lassen.

Was wäre wenn: Hier kann Benutzern/innen die Möglichkeit gegeben werden, probeweise Daten einzugeben oder nachträglich zu ändern (siehe 'What-if-Fragen bei ELLIS, 1989). Es muß die Möglichkeit gegeben werden, solche Aktionen zu kennzeichnen, um sie und ihre Konsequenzen ggf. zu revidieren (z.B. durch das Setzen von Rückkehrpunkten).

5) Ausblick

Die dargestellte Vielfalt von Interaktionsmöglichkeiten eröffnet zum einen die Möglichkeit, daß Probleme auf verschiedenen Wegen einer Lösung zugeführt werden, wie etwa durch prozeßorientierte Lösungsfindung, Hypothesenprüfung, medial vermittelte Verweise zu bereits gelösten Fällen etc. Darüber hinaus werden den Benutzern/innen Interventionsmöglichkeiten eröffnet, wie etwa Experimentieren, Erkunden und Modifizieren (letzteres wurde aus Platzgründen hier nicht behandelt). Die angebotenen Interaktionsformen eröffnen ausreichende Flexibilität angesichts der Metamorphosen, die die Expertensystemtechnik möglicherweise bis zu ihrer Anwendungsreife durchlaufen wird, etwa durch Zusammenwachsen mit herkömmlichen Informationssystemen oder durch die Ergänzung um konnektionistische Verarbeitungsformen.

Weiterhin verleihen Interventionsmöglichkeiten den Nutzern/innen von Expertensystemen eine dominanteren Rolle. Dies erfordert, daß die Benutzer/innen entsprechend qualifiziert und zu

einem gewissen Grad selbst Experten/innen sind. Die Komplexität der Interaktionsverläufe kann sich in diesem Zusammenhang erhöhen, was als Überforderung bewertet werden könnte. Es wird jedoch nicht unhinterfragt hinzunehmen sein, daß etwa das Personal einer Leitwarte bei der Nutzung wissensbasierter Prozeßleittechnik auf Interventionsmöglichkeiten verzichten soll, die in frühen Phasen der Technikkontrolle möglich waren, indem man sich zwecks Erkundung oder Nachregulierung in die Anlage "hinein begab". Eine höhere Komplexität der Interaktionsbedingungen ist auch in Kauf zu nehmen, wenn sich die Frage der Qualitätssicherung und der Verantwortbarkeit mehr in den Zuständigkeitsbereich des Menschen verlagern bzw. in diesem verbleiben soll.

Literatur

- BECKER, Barbara (1987): Wissen und Können. In: GWA'87. 11th German Workshop on Artificial Intelligence.
- BEUSCHEL, Werner (1986): Qualifikationssicherung beim Einsatz von DV-Systemen. In: SCHULZ, Arno (Hrsg.)(1986): Die Zukunft der Informationssysteme. Berlin Heidelberg: Springer.
- CARROLL, John M.; KAY, Dana S. (1986): Prompting, Feedback and Error Correction in the Design of a Scenario Machine. In: RC 12047. Almaden, Yorktown, Zürich, San José: IBM Research Division.
- CLANCEY, William J. (1985): Heuristic Classification. In: Artificial Intelligence 27 (1985). pp. 289-350.
- CLANCEY, William, J. (1983): The epistemology of a rule-based expert system - a framework for explanation. In: Artificial Intelligence 20 (1983) S. 215 - 251.
- CONKLIN, Jeff (1987): Hypertext: An Introduction and Survey. In: IEEE Computer, Vol. 20, No. 9. pp. 17-41.
- COY, Wolfgang; BONSIEN, Lena (1989): Erfahrung und Berechnung. Kritik der Expertensystemtechnik. Berlin, Heidelberg: Springer.
- CREMERS, Armin B.; HERRMANN, Thomas (1990): Das Verbundprojekt "Veränderung der Wissensproduktion und -verteilung durch Expertensysteme". In: KI 3/90 (in Erscheinung).
- DANIEL, Manfred; STRIEBEL, Dieter (1990): Humanorientierte Gestaltung von Expertensystemen. (Forschungsbericht Ibeg Karlsruhe): Düsseldorf: MAGS.
- DREYFUS, Hubert L. ; DREYFUS, Stuart E. (1987): Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmaschine und dem Wert der Intuition. Hamburg: Rowohlt.
- DREYFUS, Hubert L. (1985): Die Grenzen künstlicher Intelligenz - Was Computer nicht können. Königstein/Ts.: Athenäum. (amerik. Orig.: What Computers can't do - The Limits of A.I.).
- DZIDA, Wolfgang (1983): Das IFIP-Modell für Benutzerschnittstellen. In: OFFICE MANAGEMENT Sonderheft Mensch-Maschine-Kommunikation. S. 3-9.
- EHN, Pelle (1988): Work Oriented Design of Computer Artifacts. Stockholm: Almqvist&Wiksell.
- ELLIS, Charlie (1989): Explanation in intelligent systems. In: ELLIS, Charlie (Ed.): Expert Knowledge and Explanation. 108-126
- FLOYD, Christiane, u.a. (1987): SCANORAMA. Methoden, Konzepte, Realisierungsbedingungen und Ergebnisse von Initiativen alternativer Softwareentwicklung und -gestaltung in Skandinavien In: Werkstattbericht Nr.30. NRW: MMAGS.
- FOSS (1989): Tools for Reading and Browsing hypertext. In: Inf. processing and management 4 pp. 407-418.
- FURNAS, George W. (1986) : Generalized Fisheye Views. In: MANTEI, M.; ORBETON, Peter (eds.) (1986): Human Factors in Computing Systems III. Proc. CHI'86 Conf. Amsterdam u.a.: North Holland. pp. 16-23.
- GÖRANZON, B. ; JOSEFSON, I. (1988): Knowledge, Skill and Artificial Intelligence. London: Springer.
- GÖRANZON, Bo; FLORIN, Magnus (Hrsg.) (1990): Artificial Intelligence, Culture and Language: On Education and Work. Berlin, Heidelberg: Springer
- HAYES-ROTH, F.; WATERMAN, D.; LENAT, D. (1983): Building Expert Systems. London u.a.: Addison-Wesley Publishing Co.

- HERRMANN, Thomas (1986): Zur Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion: Systemerklärung als kommunikatives Problem. Tübingen: Niemeyer.
- HILLENKAMP, Ulrich (1989): Expertensysteme - Gegenwärtiger Stand und Zukunftstendenzen: Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitsleben und Berufsqualifikationen von Facharbeitern und Sachbearbeitern. (Projektbericht).
- JACKSON, Peter (1990): Introduction to Expert Systems. Second Edition. Wokingham u.a.: Addison Wesley.
- KIDD, A.L. (1985): The consultative role of an expert system. In: JOHNSON; COOK (eds.) (1985): People and Computers: Designing the Interface; British Informatics Society Ltd. pp. 248-254.
- LADWIG, Britta; MELLIS, Werner (1987): Negative Erklärungen in einem EMYCIN-artigen Expertensystem-Shell. In: BALZERT u.a.: Expertensysteme '87. Stuttgart: Teubner. S. 150-168.
- LANGLOTZ, Curtis P.; SHORTLIFFE, Edward H. (1983): Adapting a consultation system to critique user plans. In: International Journal for Man-Machine Studies 19. pp. 479-496.
- LUTZ, Burkhard; MOLDASCHL, Manfred. (1989): Expertensysteme und Qualifikation industrieller Fachkräfte. Frankfurt: Campus.
- MERTENS, P.; BORKOWSKI, V.; GEIS, W. (1988): Betriebliche Expertensystem-Anwendungen - Eine Materialsammlung. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- MERTENS, Peter (1989): Expertensysteme als Variante der Expertensysteme zur Führungsinformation. In: zfbf 41 (10/1989) S. 835-854.
- MÖLLER, Marita (1989): Ein Ebenenmodell wissensbasierter Konsultationen - Unterstützung für Wissensakquisition und Erklärungsfähigkeit. Dissertation. Aachen.
- PETRI, Carl Adam (1979): Kommunikationsdisziplinen. In: PETRI, C.A. (Hrsg.): Ansätze zur Organisationstheorie rechnergestützter Informationssysteme. Berichte der GMD Nr. 111. München, Wien S. 63-76.
- POLLACK, Martha E.; HIRSCHBERG, Julia; WEBBER, Bonnie (1982): User Participation in the Reasoning Processes of Expert Systems. In: Proc. of the AAAI'82. pp. 358-361.
- POLTROCK, Steven E.; STEINER, Donald D.; TARLTON, P. Nong (1986): Graphic Interfaces for Knowledge-Based System Development. In: MANTEI, Marilyn; ORBETON, Peter (eds.) (1986): Human Factors in Computing Systems III. Proc. CHI'86 Conf. Amsterdam, u.a.: North Holland. pp. 9-15.
- PUPPE, FRANK (1986): Expertensysteme. In: Informatik-Spektrum, Nr.9, 1986. Universität Kaiserslautern.
- SCHANK, R.C.; CHILDERS, P.G. (1986): Die Zukunft der künstlichen Intelligenz - Chancen und Risiken. Köln: DuMont.
- SCHEFE, Peter (1988): Assessment of Expert Systems - State of the Art. Weakpoints, Impacts on Conditions of Work and Training Needs. Genf. (On behalf of International Labour Office).
- SEPPELFELD, Erwin; ROST-SCHAUDE, Edith; KLATT, Günther (1986): Neue Technologien und Berufsbildung- Qualifizierungsmaßnahmen in der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt/New York: Campus.
- VOLPERT, Walter (1987): Kontrastive Analyse des Verhältnisses von Mensch und Rechner als Grundlage des System-Designs. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 41. S. 147-152.
- WAHLSTER, Wolfgang (1981): Natürlichsprachliche Argumentation in Dialogsystemen. KI-Verfahren zur Rekonstruktion und Erklärung approximativer Inferenzprozesse. Berlin u.a.: Springer.
- WEIZENBAUM, JOSEF (1978): Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt: Suhrkamp.
- WINOGRAD, Terry; FLORES, Fernando (1989): Erkenntnis Maschinen Verstehen. Zur Neugestaltung von Computersystemen. Berlin: Rotbuch. (Engl.Orig.(1986): Understanding Computers and Cognition).

Adresse der Autoren/innen:

Universität Bonn
 Institut für Informatik 3
 Arbeitsgruppe Integrierte
 Technikfolgenforschung
 Römerstr.164
 5300 Bonn 1