



Intelligent bin ich selber! Wozu brauche ich da KÜNSTLICHE INTELLIGENZ?



Manfred REICHL, Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.jur., Jahrgang 1953, Studium des Wirtschaftsingenieurwesens/Bauwesen an der TU Graz, 2 Jahre Tätigkeit in der Bauindustrie, 1979 — 84 Assistent am Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften, Abteilung für Unternehmensführung und Organisation, seit März 1984 am europäischen Marketing Center von Hewlett-Packard, dort zunächst Produkt Management im CAD/CAM-Bereich, heute in Europa verantwortlich für Künstliche Intelligenz, Sprachen der 4. Generation und Datenbanken auf den technischen Rechnern von HP.

Sollte Ihnen zu Künstlicher Intelligenz (KI) nur der Witz von der »natürlichen Dummheit« einfallen, so lesen Sie hier richtig. Versucht doch hier der Autor, mit seiner natürlichen Intelligenz intelligent über künstliche Intelligenz das zu schreiben, was er selbst vor 2 Jahren gern gewußt hätte.

Nehmen wir zur Anschauung zunächst einmal ein praktisches Beispiel: Sie wollen ein Auto kaufen, kennen sich aber auf dem Automarkt überhaupt nicht aus. Sie haben weder eine Ahnung von den verschiedenen Typen noch von den Preisen. Was tun? Nun, ganz einfach: Sie schalten Ihren PC ein, berühren das Menüfeld »Autoauswahl« und ... — siehe Kasten 1.

Was Ihnen da so gute Ratschläge gibt, ist ein typisches sog. »Expertensystem«. Derartige Expertensysteme sind — wie wir noch sehen werden — eine der Hauptanwendungen der KI. Was ist nun daran so beispielhaft für »Intelligenz«, ja gar für eine **künstliche** Intelligenz?

Wenn Sie den Dialog im Kasten 1 verfolgen, so werden Ihre verblaßten Programmiererinnerungen Sie vielleicht fragen lassen: »Also, so etwas müßte sich ja auch in Fortran oder gar in Basic machen lassen!« Richtig! Und damit sind wir auch schon beim springenden Punkt! KI umreißt nicht etwa irgendwelche geheimnisvollen neuen Werkzeuge, Retortenzaubereien oder gar Programmiersprachen, sondern schlicht und einfach ein neues, vernünftiges **Konzept des Aufbaus** von EDV-Programmen [1]. Im Kern betrifft dieses Konzept 2 Punkte:

— Gegenüber dem herkömmlichen Aufbau einer andersgearteten Struktur der Software mit dem Resultat, daß es plötzlich keine »Programme« im traditionellen Sinn mehr gibt (siehe Kasten 2). Vielmehr ist die Trennung von in der SW impliziertem »Fach-Wissen« und den Lösungssuch-Methoden klar herausgearbeitet.

— Gegenüber dem herkömmlichen Ansatz eine unterschiedliche Art der Suche von Lösungen, bei der Wahrscheinlichkeiten, Präferenzen, Suchstrategien u.dgl. eine wesentliche Rolle spielen (Kasten 2).

Das ist eigentlich das ganze Geheimnis hinter der KI! Sie als Endbenutzer werden gar nicht bemerken, daß Sie an einem »intelligenten« System arbeiten. Für Sie wird es

nur eine neue, freilich überraschend bequeme EDV-Anwendung sein. Sollten Sie allerdings etwas EDV-Erfahrung und Vergleichsmöglichkeiten haben, so könnte Ihnen auffallen,

— daß das Ding da eigentlich recht intelligente Fragen stellt (»Hat Ihre Frau ein Auto?«) und v.a. nach Ihren Antworten vernünftig und flexibel, auf den bisherigen Dialog abgestimmt, weiterfragt, bis es eine plausible Lösung vorschlägt.

— daß Möglichkeiten für Rückfragen gegeben sind, etwa wenn Sie wissen wollen, warum eine bestimmte Frage gestellt wird, oder wenn Sie die Gründe für einen bestimmten Vorschlag erfahren wollen.

Eigentlich würde sich ein Mensch am anderen Ende einer Leitung nicht anders verhalten. Es kann also einige Zeit dauern, bis Sie bemerken, daß Sie nicht mit einem Menschen, sondern mit dem Rechner kommunizieren.

Und so hat der Informatiker F. Turing schon 1950 vorgeschlagen, daß die Zeit, die ein Mensch benötigt, um herauszufinden, ob er mit einem Menschen oder einem Rechner kommuniziert, ein Maß für die Intelligenz-Leistung eines Rechnerprogrammes sein könne.

Sie sehen: Der Begriff »Künstliche Intelligenz« ist so ungenau wie vieles, was sich an Schlagworten in der EDV heute so gut verkauft (Denken Sie nur an »Office Automa-

KI umreißt ein neues, vernünftiges Konzept des Aufbaus von EDV-Programmen.

tion«, mit der Sie ja auch nicht Ihr Büro automatisieren wollen) und außerdem ist er sicherlich sehr provokant, wird doch etwas eigentlich für den Menschen Typisches einer Maschine zugetraut. Die Diskussion darum geht nun schon seit dem Beginn der 50er Jahre und hat uns zumindest wesentliche Aufschlüsse über unsere eigene Intelligenz gebracht. Einige geniale Wissenschaftler dachten damals die Möglichkeiten der neu

aufkommenden Computertechnologie »zu Ende« und ergingen sich dabei v.a. in philosophischen, psychologischen und linguistischen Gedankenspielen, für deren konkrete Umsetzung sie zumindest ein halbes Jahrhundert zu früh dran waren.

Erst in den 70er Jahren waren dann die Computertechnologie so gereift und die KI-Ideen derart konkretisiert, daß erste Prototypen möglicher Lösungen in Forschungslaboratorien entstehen konnten. Und dann dauerte es nochmals 10 Jahre, bis die Erfahrungen langsam in praktischen Anwendungen aufzukeimen begannen. Und gerade hier stehen wir heute!

Ein Exkurs zu »Werkzeugen«

Wir haben bereits gesehen, daß wir das Konzept der KI von den Werkzeugen, v.a. den Programmiersprachen trennen müssen. Grundsätzlich ist die »Wissensverarbeitung« nämlich auch mit den konventionellen Programmiersprachen wie Fortran, Pascal, ja Basic möglich — und teilweise wird in KI damit auch ernsthaft gearbeitet. Wesentlich erleichtert wird sie aber durch die sog. »symbolische Programmierung«. Im Gegensatz zur herkömmlichen numerischen Programmierung, die nur mit Zahlen (und Zeichen) arbeitet, werden dabei »Symbole« (Begriffsinhalte, wie »Apfel«, »Birne«, »Manfred«, »gehen« oder »schön«) hantiert. 2 Programmiersprachen eignen sich da besonders gut: Lisp (List Processing Language) und Prolog (Programming in Logic), die sog. »Sprachen der 5. Generation«. Während Lisp eigentlich eine normale, aber mächtige Programmiersprache für die Arbeit mit Symbolreihen (»Listen«) ist, bewegt sich Prolog auf einem höheren Niveau. Sein Konzept sieht bereits logische Schlußfolgerungen vor. Über lange Jahre tobten richtige Glaubenskriege zwischen den Anhängern der beiden Sprachen, bis man einsah, daß beide Ansätze durchaus nebeneinander bestehen können, ja daß sie sich sogar optimal ergänzen.

Nun, Lisp ist als zweitälteste höhere Programmiersprache, fast so alt wie Fortran. In den USA beschäftigte sich die eingefleischte KI-Gemeinde schon in den 50er und 60er Jahren damit. Das in Europa und Japan so populäre Prolog geht auch schon auf den Beginn der 70er Jahre zurück. Wir



Intelligentes System	Sie
Sie wollen also das für Sie optimale Auto auswählen, nicht?	Ja
Haben Sie Kinder?	Ja
Wieviele?	Warum fragst Du?
Weil mit zunehmender Kinderanzahl mehr Platz benötigt wird. Also: Wieviele?	3
Wieviel Geld haben Sie für den Autokauf zur Verfügung?	etwa öS 50.000,—
Also, ein neue Auto bekommen Sie darum bestimmt nicht! Wie alt kann es sein?	2 Jahre
Welchen Beruf haben Sie?	Generaldirektor
Hat Ihre Frau ein Auto?	Warum fragst Du?
Weil Sie Generaldirektor sind, wahrscheinlich einen Dienstwagen haben und doch nur öS 50.000,— zur Verfügung haben. Also: Hat Ihre Frau ein Auto?	Ja
Welches?	Mercedes 300 TD, Baujahr 1985
Wozu brauchen Sie dann ein Auto?	Um zum Tennis zu fahren.
Spielen Sie in einer Tennishalle?	Nein
Was ziehen Sie am liebsten an?	Warum fragst Du?
Weil ich mich frage, ob Sie ein steifer Typ oder eher unkonventionell sind. Also: Was ziehen Sie am liebsten an?	Jeans mit T-Shirt und Tennisschuhen
Kaufen Sie sich einen 2CV, Bj. 1983!	Warum?
Weil die Kinder ohnehin Ihre Frau mitnimmt, Sie ohnehin nur im Sommer fahren werden, und Sie eher unkonventionell sind. Daher nehmen Sie sicher in Kauf, daß laut Listenpreis das Auto ein Jahr älter als gewünscht sein wird.	

Abb. 1: Ein »interessanter« Dialog.

fragen uns also mit vollem Recht:

Warum gerade heute?

Warum tröpfelt KI gerade Mitte der 80er Jahre von den Forschungsstätten in die praktische Anwendung? 4 Tendenzen scheinen da zusammenspielen, so daß sich langsam eine »kritische Masse« zusammenbraut:

- Einige Großfirmen haben in den letzten Jahren interessante und viel publizierte Lösungen und Erfolge vorweisen können und damit den zum Teil enormen praktischen Nutzen dokumentiert. Das hat zur Folge, daß in einigen Industrien (v.a. in der Ölindustrie, Automobilindustrie, Banken) ein rascher Bewußtseinsaufbau zu beobachten ist, der bereits eine übergreifende Eigendynamik entwickelt.

- Lisp- und KI-Anwendungen generell sind unglaublich rechenintensiv. Als Mitte der 80er Jahre die Stunde der preiswerten 32-bit-Prozessoren schlug (HP9000, Motorola 68020, MikroVAX), hatte das einen dramatischen Preisverfall von Rechenleistung zur Folge. Systeme einer Leistungsklasse, die vor 3 Jahren noch über 4 Mill. öS kosteten, erhalten Sie heute um 600.000 öS, bei wesentlich verbesserter Bedienbarkeit. Wozu in den 60er und 70er Jahren nur die Rechner von finanzkräftigen Forschungsstätten in der Lage waren, das kann sich heute jedes SW-Büro leisten. Lisp, Prolog und speziell KI-Werkzeuge (siehe nächster Punkt) sind heute auch auf PCs verfügbar, die — bei eingeschränkter Leistungsfähigkeit natürlich — den Ein-

stieg und das anfängliche risikolose »Herumspielen« und Kennenlernen erleichtern.

- Für die Entwicklung von Expertensystemen kamen in den letzten 3 Jahren sog. »Werkzeuge« auf den Markt, die es teilweise den Experten selbst, also ungeübten EDV-Benutzern, ermöglichen, ohne Programmierung komplexe KI-Anwendungen zu bauen. Solche Werkzeuge helfen und führen bei der Eingabe von Regeln und Fakten sowie deren Verhältnis untereinander. Sie bieten verschiedene Sucharten an und dokumentieren den späteren Dialog [2].
- Das »Henne-und-Ei-Problem« des Mangels an qualifiziertem Personal scheint sich dadurch zu lösen, daß die Entwicklung von KI-Systemen einerseits eben immer einfacher wird, daß aber v.a. Universitäten, EDV-Anbieter und SW-Häuser zunehmend einen künftigen Markt wittern. Ihr Ausstoß an Fachleuten, die von KI etwas verstehen, nimmt stark zu. Schulungs- und Beratungsinstitutionen erkennen den Trend, unterstützt von öffentlichen Förderungsgeldern, die rasch dorthin fließen, wo eine neue Hochtechnologie vermutet wird. Kleine Beratungsfirmen sprießen aus dem Boden.

Natürlich werden auch die Marktforschungsfirmen angelockt, von denen die meisten ein baldiges Explodieren dieser »kritischen Masse« prophezeien. Der Markt sei enorm! Bevor wir aber auf den Markt eingehen, sollten wir uns noch fragen:

Wo wendet man das nun an?

Als Beispiele für die praktische Anwendung von KI werden heute nahezu ausschließlich die bereits erwähnten »Expertensysteme« zitiert. Was versteht man nun darunter? Es sind Problemlösungsprogramme zur Unterstützung und (partiellen) Ersetzung von Experten. Der zentrale Punkt ist nicht nur der Einsatz umfangreichen Wissens; dies ist bei traditionellen Datenbanksystemen z.B. auch gegeben. Kennzeichnend ist vielmehr die Vielzahl formaler und informeller Schlußfolgerungsmethoden, die eine rein deterministische Abarbeitung von vorneherein ausschließen. Es muß mit Begriffen, wie Vagheit und Ungenauigkeit, Inkonsistenz, Präferenzen und widersprüchlichen Expertenmeinungen, umgegangen werden: Genauso, wie das in der Arbeit eines menschlichen Experten auch der Fall ist [3]. Expertensysteme sind — wie gesagt — der Bereich, der heute in seinem industriellen Einsatz am weitesten gediehen ist. Typische praktische Anwendungsbeispiele sehen Sie in Kasten 3. Daneben sind aber als weitere wichtige Hauptstoßrichtungen zu nennen:

- Die Erkennung natürlich-sprachlich formulierter Eingabe, die die Bedienungsfreundlichkeit der EDV und den Zugriff auf Datenbanken entscheidend verbessern wird.
- Die Erkennung von Bildern, Umrissen etc., die im zivilen Bereich kurz- und mittelfristig bei der Robotertechnik von Be-



deutung ist, die längerfristig aber neue Eingabe- und Erfassungsmöglichkeiten erlauben wird.

- Das selbständige Finden des sinnvollsten Bewegungsablaufes für eine bestimmte Aufgabe durch die Handhabungsautomaten (Roboter) selbst.
- Eine Verbesserung der »didaktischen Fähigkeiten« der EDV-unterstützten Unterrichtshilfsmittel, indem »intelligente« Systeme auf die Bedürfnisse des einzelnen Schülers eingehen.

Tendenziell kann man sagen, daß KI-Konzepte überall dort mit Vorteil eingesetzt

werden, wo eine intelligente Suche analytisch oder synthetisch Lösungen finden soll. Dies ist z.B. dann notwendig, wenn

- unstrukturierte, wahrscheinliche oder teilweise widersprüchliche Annahmen in Betracht zu ziehen sind
- komplexe Zusammenhänge zu erfassen und zu verarbeiten sind
- Tendenzen rasch erfaßt und interpretiert werden müssen.

Meist sind diese Lösungen nicht mit 100%iger Genauigkeit »beweisbar«, sondern eben nur »schlüssig« aufgrund des eingespeicherten »Wissens«.

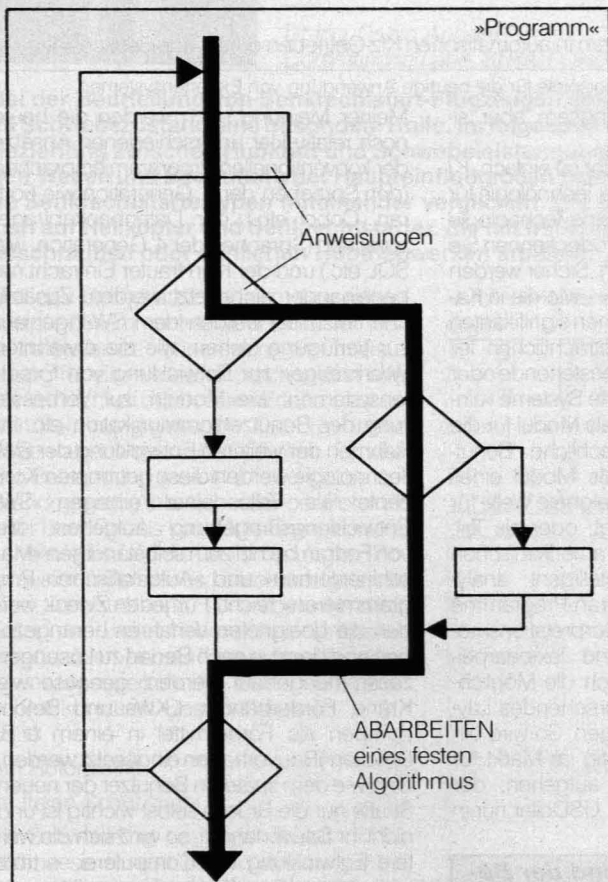
Was bringt KI? Was kostet sie?

Die besondere Struktur des KI-Konzeptes läßt eine ganz andere, viel flexiblere Vorgehensweise bei der Entwicklung von SW zu. Dadurch entstehen EDV-Lösungen oft in einem Bruchteil der Zeit, die mit herkömmlichen Ansätzen kalkuliert werden müßte. Die Verwendung der KI-Konzepte rechnet sich also — richtig eingesetzt — meist bei der Lösungsentwicklung.

Doch betrachten wir nun die Anwendungsbereiche selbst:

Natürlich-sprachliche Eingabe oder die Erkennung von Bildern sind quasi »horizonta-

Konventionelles Konzept



Fakten und Regeln sind als »Anweisungen« mit den Algorithmen für die Lösungsfindung untrennbar im Programmablauf verbunden. Die Reihenfolge der Anweisungen ist ausschlaggebend für die Richtigkeit. Das Einfügen zusätzlicher Erkenntnisse bedingt eine Änderung oder Ergänzung der Programmlogik.

Es gibt keine ausdrückliche Suchstrategie: alles ist in der Programmlogik determiniert.

Um den Grund für bestimmte Ergebnisse zu eruieren, muß man sich in die Programmlogik einlesen.

Typische »Wissenselemente«

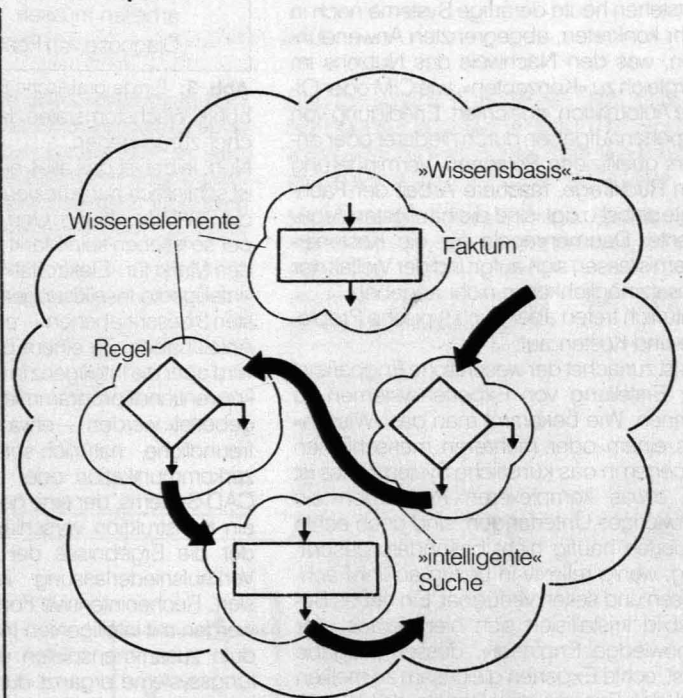
Fakten:

- »Äpfel« und »Birnen« sind »Früchte«
- Ein »Fruchtsalat« besteht aus geschnittenen »Äpfeln« und »Birnen«

Regeln:

- Wenn »Äpfel« grün sind, dann sind sie meistens unreif
- Wenn »Äpfel« grün und nicht unreif sind, dann sind es meistens Granny-Smith-Äpfel.

Konzept der KI



Fakten und Regeln sind in einer »Wissensbank« zusammengefaßt. Die Reihenfolge der einzelnen Fakten und Regeln (der »Wissenselemente«) hat keinen Einfluß auf das Resultat. Zusätzliche Erkenntnisse werden einfach durch beliebiges Einfügen eines Faktum oder einer Regel berücksichtigt.

Schlußfolgerungsmethoden und Suchstrategien (wie etwa die formale Logik, früheres Weiterverfolgen wahrscheinlicher Annahmen etc.) sind ein eigener Bereich.

Die »Wissensbank« kann allerdings auch »Wissen« über eine effektive Suche beinhalten.

Das KI-Konzept ermöglicht Erklärungen, warum eine Frage gestellt wird, warum eine Lösung vorgeschlagen wird.

Abb. 2: Der Unterschied im SW-Aufbau und in der Lösungssuche.



le« Technologien, die in viele EDV-Lösungen einfließen und daher mittelfristig in der Weiterentwicklung der EDV-Technologie aufgehen werden. Deshalb sind wirtschaftliche Überlegungen dort nicht spezifisch für KI. Expertensysteme hingegen sind sehr »vertikale«, unternehmungsspezifische Lösungen und Investitionen, für die sich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit sehr wohl stellt.

Der Nutzen von Expertensystemen ist überraschenderweise relativ gut quantitativ nachweisbar. Werden doch Experten nahezu überall gebraucht und sind echte Experten doch rar und daher teuer. Außerdem entstehen heute derartige Systeme noch in sehr konkreten, abgegrenzten Anwendungen, was den Nachweis des Nutzens im Vergleich zu »Konzepten«, wie CIM oder Office Automation, erleichtert. Erledigung von Expertenaufgaben durch niederer oder anders qualifizierte Personen, Verminderung von Rückfrage, raschere Arbeit der Fachleute selbst u.dgl. sind die häufigsten Argumente. Daumenregeln für die Kostensparnis lassen sich aufgrund der Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten nicht angeben. Natürlich treten aber auch typische Probleme und Kosten auf:

Da ist zunächst der wesentliche Engpaß bei der Erstellung von Expertensystemen zu nennen: Wie bekommt man das »Wissen« aus einem oder mehreren menschlichen Experten in das künstliche System? Dies ist bei etwas komplexeren Problemen ein schwieriges Unterfangen, sind doch echte Experten häufig nicht besonders gesprächig, wenig reflexiv in bezug auf ihr Fachwissen und selten verfügbar. Ein neues Berufsbild kristallisiert sich hier heraus: der »Knowledge Engineer«, dessen Aufgabe es ist, echte Experten gleichsam zu melken und das Exzerpt den Regeln der KI entsprechend aufzubereiten und zu artikulieren. Automatisches »Lernen« eines Systems — häufig als das eigentlich typische Merkmal der KI genannt — ist heute leider erst rudimentär entwickelt.

Weitere nicht zu unterschätzende Kosten verursacht auch die Pflege, das Aktualhalten dieses »Wissens«. Nur allzu schnell können dadurch eine und bei größeren Systemen auch mehrere Personen ständig in Anspruch genommen werden. Gerade dieser Punkt ist jedoch besonders beachtenswert, basiert doch die Benutzung eines Expertensystems auf dem Vertrauen in die Aktualität des gespeicherten »Wissens« und dieses Vertrauen kann nur allzu schnell verloren gehen.

Der Markt ist enorm! Ist der Markt enorm?

Verschiedenste Marktforschungsinstitute prophezeien stolz einen vom Umfang und Wachstum her enormen Markt für Computer, Entwicklungswerkzeuge und Lösungen in KI voraus. Von ca. 500 Mill. USDollar in 1985 soll der weltweite Umsatz auf ca. 4 Mrd. USDollar in 1990 wachsen und sich dann bis 1995 nochmals verdoppeln. Solche Zahlen klingen natürlich verführerisch in den Ohren der Computerindustrie, deren

- »Automatische« Diagnose von Herzfehlern durch intelligente Interpretation von EKG-Kurven.
- Ratgeber für fachgemäße Reaktion auf Produktionsfehler durch ungelernetes Personal.
- Risikoanalyse bei der Kreditvergabe durch z. B. intelligente Interpretation einer Unternehmungsbilanz und anderer Unternehmungsdaten.
- Ermittlung des optimalen Portfolios bei der Vermögensanlage.
- Auswahl der richtigen Lebensversicherung für die individuellen Bedürfnisse.
- Planung und Steuerung von logistischen Systemen (Produktionsprozesse, Fabriklayout, Verteilung von Produkten, Versorgung etc.).
- Vollständige und richtige Konfiguration von Rechnersystemen, Schaltanlagen etc.
- Auffinden von Öllagerstätten, wobei viele verschiedene Experten zusammenarbeiten müssen.
- Diagnose von Fehlern in automatischen Kfz-Getrieben durch jede Servicestätte.

Abb. 3: Einige praktische Beispiele für die heutige Anwendung von Expertensystemen.

hohe Wachstumsraten langsam aber sicher zurückgehen.

Nun, leider ist das alles nicht so einfach. KI ist schließlich nur eine neue Technologie für die SW-Entwicklung. Und eine Technologie per se ist eben kein Markt (oder kennen Sie den Markt für »Elektrizität«?). Sicher werden »intelligente Insellösungen« - wie die in Kasten 3 beschriebenen — einen signifikanten Anteil haben. Zu einem beträchtlichen Teil wird aber die Intelligenz in bestehende oder konventionell programmierte Systeme »eingebettet« werden — etwa als Modul für die freundliche, natürlich-sprachliche Benutzerkommunikation oder als Modul eines CAD-Systems, der eine geeignete Welle für ein Konstruktion vorschlägt, oder als Teil, der die Ergebnisse der amerikanischen Verkaufsniederlassung intelligent analysiert. Rechenintensive Fortran-Programme werden mit intelligenten Interpretationsmoduln zusammenspielen und Textbearbeitungssysteme ergänzt durch die Möglichkeit, automatisch ein ansprechendes Layout eines Briefes zu erzeugen. So wird ein großer Teil der KI mittelfristig im Markt für »Informationstechnologie« aufgehen, der 1990 immerhin auf 90 Mrd. USDollar nur in Europa geschätzt wird.

Expertensysteme sind der Bereich, der heute in seinem industriellen Einsatz am weitesten gediehen ist.

Die Europäer brauchen sich zumindest bezüglich Forschung und Wissensstand keinesfalls hinter den USA oder gar Japan zu verstecken. In der praktischen Anwendung kommen den USA aber sicherlich der enorme Binnenmarkt und die Höhe der Verteidigungsausgaben zugute, so daß hier ein Vorsprung von etwa zwei Jahren zu bemerken ist. Das europäische Esprit-Programm ist sicherlich ein guter Ansatz, diese Nachteile zumindest teilweise auszugleichen. Großbritannien und Frankreich sind in Europa die in KI führenden Nationen, die BRD folgt mit einigem Abstand. In Österreich sind derzeit gute Forschungsansätze, v.a. in der Medizin, vereinzelt praktische Pilotanwendungen und ein erster breiterer »Bewußtseinsschub« zu beobachten.

Und wie wird's weitergehen?

Meiner Meinung nach werden die heute noch relativ klar unterschiedenen Ansätze der konventionellen Programmiersprachen (den Sprachen der 3. Generation wie Fortran, Cobol etc.), der Datenbankabfragesprachen (Sprachen der 4. Generation, wie SQL etc.) und der KI in trauter Eintracht nebeneinander eingesetzt werden. Zusätzliche Hilfsmittel werden dem SW-Ingenieur zur Verfügung stehen, wie die erwähnten »Werkzeuge« zur Entwicklung von Expertensystemen, wie Moduln, zur Verbesserung der Benutzerkommunikation etc. Im Rahmen der weiteren Entwicklung der SW-Technologie werden diese getrennten Konzepte als Teile einer einzigen SW-Entwicklungsumgebung aufgehen, die von Fortran bis hin zum selbständigen »Maschinenlernen« und »Automatischen Programmieren« reicht. Für jeden Zweck werden die geeigneten Verfahren herangezogen und damit je nach Bedarf zu Lösungen zusammengebaut werden, genauso wie Kräne, Förderbänder, LKWs und Betonpumpen als Fördermittel in einem (z.B. Brücken-)Bauvorhaben eingesetzt werden. Und wie dem späteren Benutzer der neuen Straße nur die Brücke selbst wichtig ist und nicht ihr Bauverfahren, so wird sich die weitere Entwicklung der Computerei — trotz und wegen KI — für den Endbenutzer als kontinuierliche Fortentwicklung darstellen, durch die ihm neue und immer bequemere Lösungen zur Verfügung stehen. Daß die Geschwindigkeit dieser Entwicklung eher die Fachleute selbst verblüfft, ist wieder eine andere Sache....

Literatur:

- [1] Vgl. Wollmeisdorfer H.: Experten-Systeme als Rationalisierungsinstrument in: Der Wirtschaftsingenieur 18 (1986) 2
- [2] Z.B.: Knowledge Engineering Environment (KEE) von Intellicorp, KnowledgeCraft von Carnegie Group, S. 1 von Teknowledge oder ART von Inference Inc.
- [3] Vgl. Richter, M.: Expertensysteme, in: Computer Magazin 3/86, S. 50 f. Kasten 1

