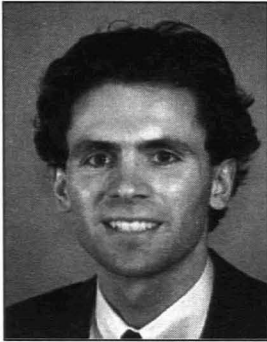


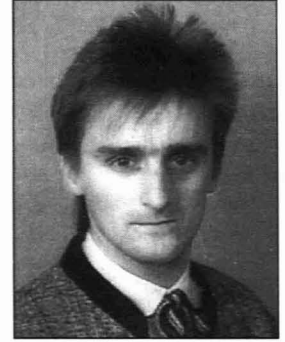
Ein Diagnosesystem auf Expertensystembasis



Christian SCHUH, Dipl.-Ing., Jahrgang 1965, hat Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau an der TU Graz studiert und ist seit 1989 Assistent am Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften, Abteilung UFO der TU Graz.

Aufgabengebiete sind Unternehmensführung und Betriebsinformatik. Betreuer der vorgestellten Diplomarbeit.

Gerhard SPARI, Jahrgang 1965, Absolvent der HTL Graz Gösting, studiert seit 1984 Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau an der TU Graz, voraussichtliches Studienende Juni 1991. Diplomand.



Zusammenfassung

Die Firma KNAPP Logistics Automation Ges.m.b.H. in Graz ist ein Hersteller von Förderanlagen und Kommissioniergeräten. Aufgrund der weltweiten Verbreitung der Anlagen und der oft unzureichenden Qualifikation der Anlagenbediener wurde die Fehlerbehebung der Anlagen durch KNAPP zu einer beträchtlichen Belastung. In dieser Situation sollte ein Diagnosesystem auf Expertensystembasis Abhilfe schaffen. Ein Expertensystem ist ein EDV-Programm, das sich der Möglichkeit der künstlichen Intelligenz bedient. Mit einem Expertensystem kann man das Fach- und Erfahrungswissen von Experten vervielfacht und dezentralisiert zugänglich machen. Das Diagnosesystem wurde im Rahmen einer Diplomarbeit mit der Abteilung für Unternehmensführung und Organisation der TU Graz erstellt. Als Entwicklungswerkzeug diente die Expertensystem-Shell KAPPA.

1. Problemstellung und Projektziel

Durch die immer komplexer werden den Förderanlagen der Firma KNAPP wird auch die Fehlerdiagnose bei bestehenden Anlagen zu einem bedeutenden Kostenfaktor.

Die Kunden sind durch die komplizierte Vernetzung der Anlagenkomponenten, die zur Steuerung des Arbeitsablaufes erforderlich ist, kaum bzw. nicht in der Lage, die Ursachen für Fehlfunktionen der Anlage zu orten und damit selbständig zu beheben. Und dies, obwohl es sich zum Teil um Mängel bzw. Fehlbedienungen seitens der Kunden handelt, die für einen Experten meist einfach zu entdecken und zu beheben sind (Lichtschranke blockiert, Gerät ausgeschaltet oder ausgesteckt, Leitung defekt). Für die Anwender, die auch diese einfachen Probleme nur schwer entdecken können, führt dies dazu, daß die Anlage für einige Zeit völlig stillsteht oder nur mangelhaft arbeitet. Der Serviceaufwand zur Wiederherstellung des Normalzustandes der Anlage ist für KNAPP sehr zeitintensiv und bindet die Experten der Firma, die eigentlich für Aufgaben wie Neuinstallationen und Neuentwicklungen zuständig sind.

Für KNAPP stellt sich somit das Problem, eine Möglichkeit zu finden, sowohl die Dienstleistung den Kunden weiterhin zur Verfügung stellen zu können, als auch die Experten der Fir-

ma von dieser Routinetätigkeit zu entlasten. Man wurde durch Fachartikel auf die Möglichkeit der Diagnose von Anlagen durch Expertensysteme aufmerksam. Nach einer grundsätzlichen Auseinandersetzung mit dieser Technologie stellte sich heraus, daß das vorherrschende Problem für eine Expertensystemlösung geeignet war.

2. Rahmenbedingungen

Die Firma KNAPP wählte eine vorsichtige Art der Annäherung an die Thematik der Expertensysteme. Um nicht über Gebühr eigene Kapazität zu binden, wurde eine Diplomarbeit ausgeschrieben.

Die Aufgabenstellung war:

- Know-How über Expertensysteme erarbeiten
- Marktanalyse über vorhandene Expertensystem-Shells durchführen
- Auswahl eines Expertensystem-Entwicklungswerkzeuges
- Erstellung eines Diagnosesystems (Abdeckung eines Großteiles der möglichen Fehler)
- weitere Anwendungsmöglichkeiten ausloten

3. Projektverlauf

Der Ablauf der Arbeit läßt sich sehr gut an Hand des Ablaufmodells für eine Expertensystementwicklung von Kurbel (Abb. 1) darstellen.

Das Modell berücksichtigt die inkrementelle Entwicklung von Expertensystemen, gekennzeichnet durch die Erstellung einer Vielzahl von Prototypen. Jeder dieser Prototypen baut auf seinem Vorgänger auf und wird in Zusammenarbeit mit dem Experten und den späteren Anwendern weiter verfeinert.

Konzeption

Man begann mit einer intensiven Literaturstudie, um sich Expertensystem-Know-How anzueignen. Es wurde untersucht, welche Expertensystemwerkzeuge es am Markt gibt und über welchen Funktionsumfang die einzelnen Produkte verfügen. Für die Auswahl des Entwicklungswerkzeuges wurde ein Kriterienkatalog, geteilt in Muß- und Sollkriterien, erstellt.

Mit den in die engere Wahl gekommenen Werkzeugen wurden kleine Prototypen erstellt. Aus den so gewonnenen Erfahrungen konnte die Kaufentscheidung gefällt werden.

Wissenserhebung

In enger Zusammenarbeit mit dem Experten wurden die Abläufe von Fehlerdiagnosen erarbeitet. Hier stellte sich heraus, daß die beteiligten Experten aufgrund ihrer technischen Vorbildung, ihr Wissen sehr gut strukturiert darlegen konnten. Dadurch traten die in der Literatur beschriebenen Probleme

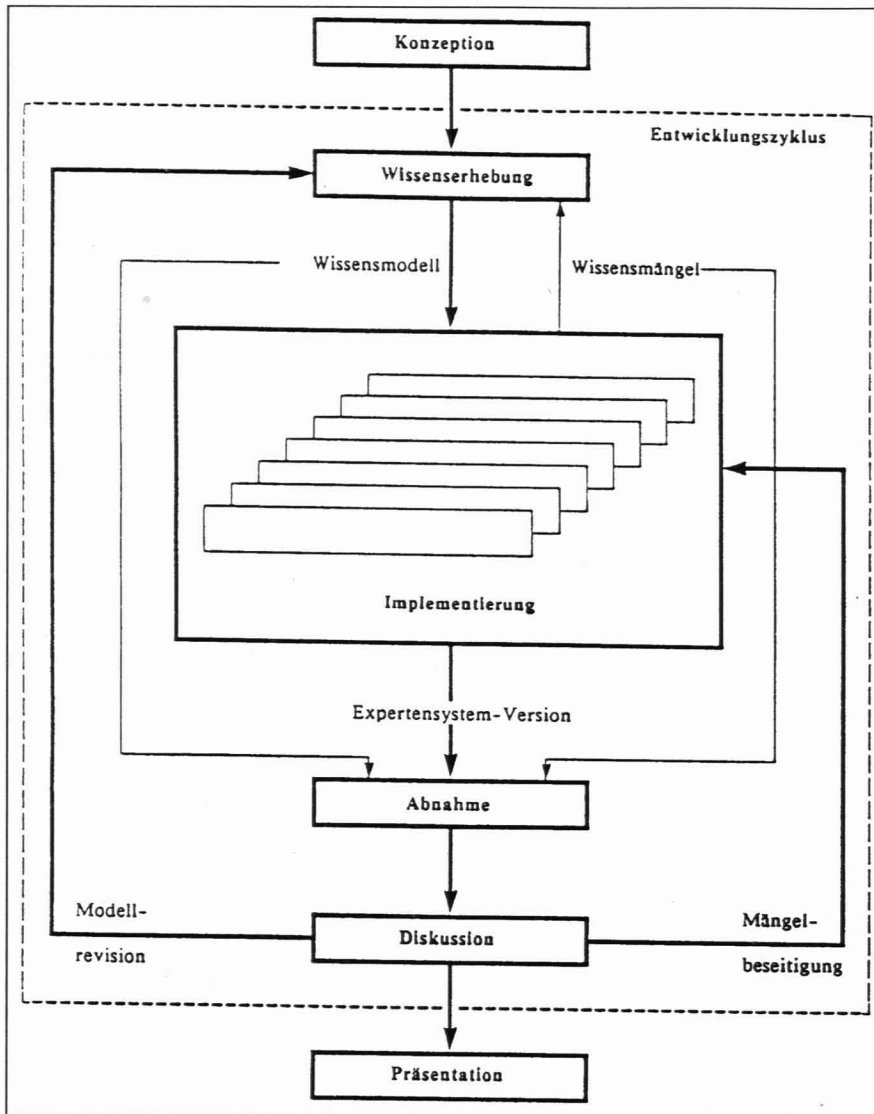


Abb. 1: Ablaufmodell für eine Expertensystementwicklung [1]

me der Wissensakquisition nicht auf. Man konzentrierte sich zuerst auf einzelne Komponenten und später auf das Zusammenwirken dieser Komponenten. Als Ergebnis der Erhebungsphase stand eine baumartige Struktur, die – ausgehend von verschiedenen Symptomen – einen Großteil der auftretenden Fehler abdeckte.

Implementierung

Gespeichert wurde das Wissen auf zwei unterschiedliche Arten. Die Struktur der Realität, d.h. der Anlage, wurde baumartig dargestellt. Das Problemlösungswissen hingegen in Form von Regeln. Das System ist offen für eine SW-technische Integration. Besonders Augenmerk wurde auf die Gestaltung einer anwenderfreundlichen Benutzeroberfläche gelegt.

Abnahme

Nach der Übernahme des Diagnosesystems durch KNAPP wird das System gegenwärtig intern eingesetzt und dient so einerseits der Unterstützung der Experten und wird andererseits noch weiter verfeinert. Geplant ist der spätere Einsatz des Diagnosesystems direkt bei Kunden.

4. Fachliche Lösung

4.1 Überblick

Expertensystem-Shell oder selbstentwickeltes Expertensystem?

Der Aufbau eines selbstentwickelten Expertensystems (Programmieren mit LISP oder PROLOG) ermöglicht zwar eine genauere Anpassung an das Problem (Fehlerdiagnose), bedingt aber einen wesentlich höheren Entwick-

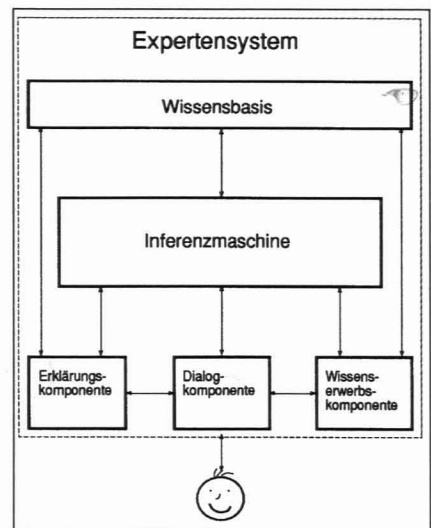


Abb. 2: Aufbau eines Expertensystems

lungsaufwand und für andere Anwendungsbereiche (z.B. Konfiguration) wieder eine zeitaufwendige Neuentwicklung.

Die Anwendung einer Expertensystem-Shell ermöglicht es, daß man ohne große Programmierkenntnisse Expertensysteme erstellen kann. Eine Expertensystem-Shell ist ein Expertensystem mit einer leeren Wissensbasis. Für die Anwendung muß diese Wissensbasis mit dem anwendungsspezifischen Expertenwissen gefüllt werden. Alle anderen Komponenten, die für ein Expertensystem wichtig sind (Inferenzmaschine, Dialogkomponente, Erklärungskomponente, Wissenserwerbskomponente usw., siehe Abb. 2), sind bereits im System integriert und stehen dem Anwender zur Verfügung.

Meist sind auch die Schnittstellen zu anderen Systemen (Programmiersprachen, Datenbanken, Grafikprogramme) bereits vorhanden und müssen nicht erst selbst definiert werden. Man kann sich also ganz auf die Wissensakquisition und den Aufbau der Wissensbasis konzentrieren. Ein weiterer Vorteil ist, daß viele Expertensystem-Shells bereits mit einer bedienerfreundlichen Entwicklungsoberfläche ausgerüstet sind. Es ist auch möglich, eine solche Expertensystem-Shell aufgrund ihres flexiblen Aufbaus für verschiedenste Anwendungsgebiete einzusetzen (Diagnose, Konfiguration usw.).

Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen kam für die Anwendung der Firma KNAPP nur eine Expertensystem-Shell in Frage.

OFENFRISCHES GEBÄCK
RUND UM DIE UHR VON



Ein international orientiertes
Franchisesystem mit Ursprung
in Österreich
sucht einen

Franchiseberater

für seine Partnerbetriebe in Österreich und Deutschland.

Unser Unternehmensziel ist die Förderung und Unterstützung von unseren Partnern – die zu den größten ihrer Branche zählen – bei der Umsetzung des Resch & Frisch Erzeugungs- und Vertriebssystems. Innerhalb unserer weiteren Expansion soll unser neuer Mitarbeiter als Allrounder folgende drei

Hauptaufgaben übernehmen: • Umsetzung des Unternehmenskonzeptes beim Partner • Kontrolle, Beratung und Hilfestellung in allen Belangen • Bindeglied zwischen Zentrale und den Partnerbetrieben.

Wir erwarten: • Betriebswirtschaftliche Ausbildung • Technisches Verständnis, Marketingorientierung • Erste Erfahrungen als Berater • Selbständiges Arbeiten vor Ort • Kommunikationstalent mit Teamgeist • Überzeugungs- und Durchsetzungskraft • Freude am unternehmerischen Handeln • EDV-Orientierung • Alter 28–35 Jahre.

Wir bieten: • Herausfordernde und ausbaufähige Position mit Freiräumen • Gründliches On-the-Job-Training • Dienstort Wels (eventuell später München) • Ca. 60% Außendienst, 40% Innendienst • Entsprechende Dotierung, eventuell spätere Beteiligung • Dienstfahrzeug • Integration in und Unterstützung durch ein innovatives Team.

Bewerbungen bitte ausschließlich schriftlich mit den üblichen Unterlagen: an die Geschäftsleitung der RESCH & FRISCH-Marketing GMBH, 4606 Wels, Postfach 32,
z. H. Hrn. Josef Resch

4.2 Werkzeugauswahl

Aus der Aufgabenstellung leitete sich der Wunsch nach einem leistungsfähigen Expertensystem-Entwicklungswerkzeug ab. Die unten angeführten Muß- bzw. Sollkriterien waren in Verbindung mit dem Kaufpreis die Grundlagen bei der Auswahl der Expertensystem-Shell.

Mußkriterien:

- Schnittstelle zu gängigen Programmiersprachen (vor allem C)
- Schnittstelle zu Datenbanken
- Schnittstelle zu Grafikprogrammen
- lauffähig auf PC
- Vertrieb in Europa
- hybride Wissensrepräsentation (objektorientierter Aufbau) und damit ausreichende Flexibilität
- ausreichende Kapazität auch für komplexe Anwendungen

Sollkriterien:

- bedienerfreundliche grafische Benutzeroberfläche mit Menüführung und Mausbedienung (sowohl für Entwickleroberfläche als auch für die Anwendung)
- Produkt einer am Markt renommierten Firma (Weiterentwicklung)
- Serviceleistungen
- am Markt erprobtes System (Referenzen)

Die Entscheidung fiel zwischen den Entwicklungswerkzeugen KAPPA und NEXPERT-OBJECT. Im Sinne einer objektiven Beurteilung wurden mit beiden Werkzeugen kleine Prototypen des Diagnosesystems erstellt.

NEXPERT-OBJECT bietet die umfangreicheren Möglichkeiten beim Aufbau der Wissensbasis (Mehrfachvererbung, Inferenz-Steuerung) und eine etwas komfortablere Erklärungskomponente als KAPPA an. Weiters wird bei Änderungen der Wissensbasis die Syntax automatisch geprüft, was sich beim Editieren der Objekte und Regeln als sehr hilfreich erweist.

NEXPERT-OBJECT ist bereits seit einiger Zeit auf dem Markt und das ausgereifere Werkzeug.

KAPPA ermöglicht durch die umfangreiche und durch den Benutzer erweiterbare Funktionsbibliothek eine sehr flexible Arbeitsweise. Durch die vielfältigen von KAPPA gebotenen Gestaltungsmöglichkeiten ist nach kurzer Einarbeitungszeit eine rasche

Gestaltung einer ansprechenden Benutzeroberfläche möglich. Das Aufrufen von Funktionen durch das Anklicken eines Buttons mit der Maus, das Darstellen von Grafiken, die Ausgabe von Textzeilen bzw. von Textdateien, das Ändern von Angaben durch Eingabemenüs, das Einblenden von Informationsfenstern und Auswahlmöglichkeiten sind möglich. KAPPA ist gegenüber NEXPERT-OBJECT besser in die Windows-Umgebung integriert. Bei KAPPA sind Entwicklungswerkzeug und Runtime-Version billiger als bei NEXPERT-OBJECT.

Die höhere Funktionalität von KAPPA wog so stark, daß man diesem Werkzeug, ungeachtet seiner Unausgereiftheit den Vorzug gab.

4.3 Realisierung

Entwicklungsumgebung

Die Entwicklung des Fehlerdiagnosesystems erfolgte auf einem Olivetti-PC M380 (80386) mit 4MB RAM. Die Entwicklung ist auch auf einem PC-AT möglich, jedoch gibt es unter diesen Bedingungen bereits recht lange Wartezeiten bei Änderungen in der Wissensbasis. Aus diesem Grund ist auf alle Fälle ein 386er-Computer mit ausreichendem Speicherplatz als Hardware zu empfehlen. Das Runtime-System kann ohne große Probleme auf einem PC-AT installiert werden.

Wissenserfassung für dieses Projekt

Zur Erstellung der Wissensbasis wurden zusammen mit dem Experten auf-

getretene bzw. mögliche Problemfälle analysiert und festgehalten. Gleichzeitig wurden zu den Fehlern die möglichen Lösungen, Antworten, Ergebnisse und Empfehlungen des Experten erfaßt. Daraus entwickelten sich Flußdiagramme, die den Ablauf bei der Fehleranalyse darstellten. Dies erfolgte sowohl für die einzelnen Komponenten der Anlage als auch für die Anlage im gesamten.

Aus diesen Informationen wurden dann, nach dem Aufbau des statischen Modells (Komponenten der Anlage mit den entsprechenden Eigenschaften), die Regeln für die Fehlerdiagnose abgeleitet.

Das Wissen wurde vom Experten so aufbereitet, daß es leicht in Regeln gefaßt werden konnte. Wird dies vom Experten nicht gemacht (was den Normalfall darstellt), so gestaltet sich die Wissenserfassung wesentlich aufwendiger.

Beschreibung der Wissensbasis

Die Wissensbasis für das erstellte Fehlerdiagnosesystem besteht aus den relevanten Objekten (Anlagenkomponenten mit den entsprechenden Eigenschaften) und an die 50 Regeln für die Fehlerdiagnose. Damit werden die häufigsten Fehler abgedeckt. Die objektorientierte Wissensbasis, siehe Abb. 3, kann später aber bereits als Grundlage für die von der Firma angestrebte Anlagenkonfiguration mit Hilfe eines Expertensystems genutzt werden.

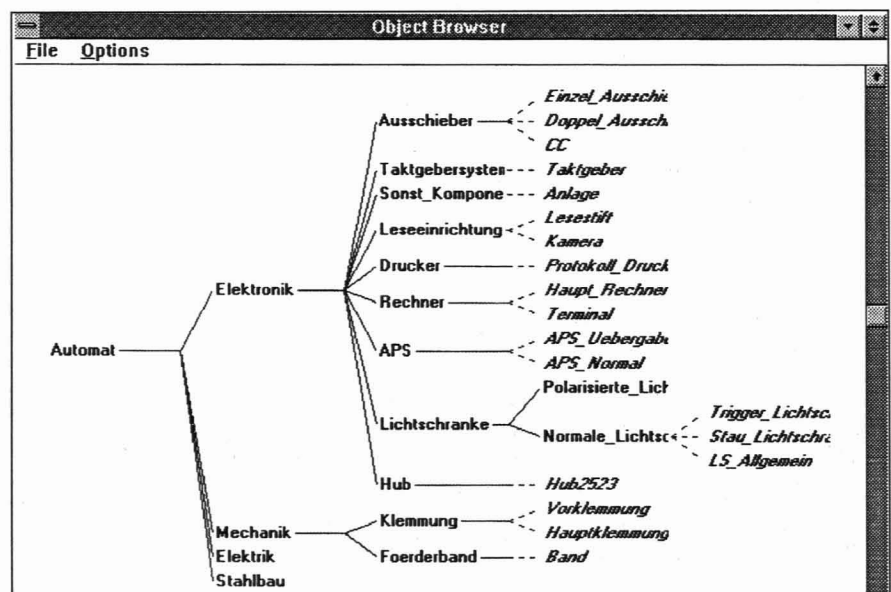


Abb. 3: Objektbaum

Bedienoberfläche des Fehlerdiagnosesystems

Die Konsultation eines Expertensystems ist umso einfacher, je besser die Gestaltung der Benutzerschnittstelle erfolgt. Es wurden vor allem Informationsmöglichkeiten, Eingabehilfen und Begründungen der Ergebnisse berücksichtigt. Man hat den Vorteil, die Benutzeroberfläche leicht in Fremdsprachen übersetzen zu können. Dies ist wichtig, weil die Förderanlagen der Firma KNAPP sehr stark im fremdsprachigen Ausland eingesetzt werden. Die Übersetzung kann von einem Dolmetscher durchgeführt werden, der über keine Expertensystemkenntnisse zu verfügen braucht.

4.4 Fazit

Nach ca. einem Jahr Projektlaufzeit steht ein Diagnosesystem auf Expertensystem-Basis zur Verfügung. Das System hätte wesentlich schneller entwickelt werden können, hätte man es nicht mit einem fehlerhaften Entwicklungswerkzeug zu tun gehabt. Mit dem implementierten Struktur- und Regelwissen lassen sich an die 70 % der auftretenden Diagnosefälle lösen. Mit diesem Leistungsumfang und aufgrund seiner Stabilität ist das Expertensystem tauglich für den betrieblichen Einsatz, der zur Zeit organisatorisch vorbereitet wird.

5. Anwendung

Die Bedienoberfläche wurde so aufgebaut, daß ausgehend von einem Hauptmenü, siehe Abb. 4, verschiedene

ne Funktionen aufgerufen werden können. Durch das Anklicken des Feldes "DIAGNOSE" wird die Regelverkettung und damit die Fehlerdiagnose in Gang gesetzt. Ausgehend von dem durch den Anwender erkannten Symptom erscheinen verschiedene Abfragefenster, siehe Abb. 5. Am Ende der Konsultation, nachdem genügend Parameter abgefragt wurden, gibt das Expertensystem die Diagnose bekannt, siehe Abb. 4.

6. Ausblick

Bei der Systemauswahl wurde bereits die Einsetzbarkeit des Entwicklungswerkzeuges für weitere Anwendungsbereiche berücksichtigt. Bedingung dafür war vor allem ein objektorientierter Aufbau der Wissensbasis und große Flexibilität. Im Anschluß werden einige Bereiche aufgezählt, die für die Firma KNAPP als mögliche weitere Einsatzgebiete für ein Expertensystem in Frage kommen[2]. Im Vordergrund steht dabei natürlich der Ausbau des Fehlerdiagnosesystems.

– Konfigurationssystem

Auf Basis von Selektionsvorgängen unter Berücksichtigung von Schnittstellen, Unverträglichkeiten und Benutzerwünschen können die Anlagen konfiguriert werden. Dies hat sowohl Vorteile für die Verkäufer, die über Neuerungen und technische Details besser informiert werden, als auch für die Kunden, die effizienter Informationen erhalten können.

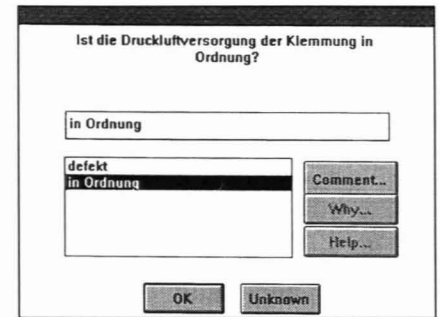


Abb. 5: Abfragefenster

– Simulationssysteme

Durch einen objektorientierten Aufbau, in dem einzelne Objekte zur Nachvollziehung der Zusammenhänge untereinander Nachrichten austauschen können, ist es möglich, neue Anlagenkonfigurationen bzw. -komponenten zu simulieren.

– Planungssysteme

Das Expertensystem erstellt Arbeits-, Produktions- oder Projektpläne unter Berücksichtigung von Zeit, Ressourcen und Kosten.

– Beobachtungs- und Kontrollsystem

Das Expertensystem dient als Feedback-Mechanismus, der die über Sensoren erhaltenen Informationen auswertet und danach Prozesse mit Kontrollsignalen steuert, wie das z.B. für ein Leitstandsystem zur kompletten Überwachung des Automaten notwendig ist.

– Intelligente Checkliste

Das System dient bei Entscheidungsprozessen als Gedächtnisstütze.

Literatur

[1] Entwicklung und Einsatz von Expertensystemen, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 1989.
 [2] Expertensysteme für Personalcomputer, Vogel Verlag, Würzburg 1988.

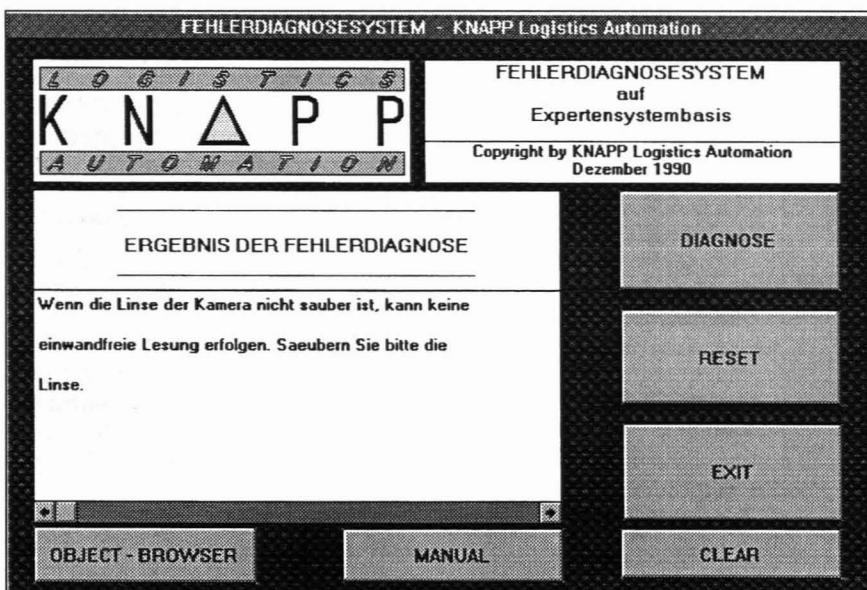


Abb. 4: Hauptmenü und Diagnose