Wissensbasierte Diagnose- und Informationssysteme mit dem Shell-Baukasten D3

1992-2000

Frank Puppe
Stefan Bamberger
Joachim Baumeister
Mitchel Berberich
Christian Betz
Ioannis Iglezakis
Franziska Klügl
Siegfried Kohlert
Bettina Reinhardt
Thomas Unglert
Michael Wolber

Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz
und angewandte Informatik

Universität Würzburg
Am Hubland
97074 Würzburg

d3@informatik.uni-wuerzburg.de
Tel.: 0931 / 888 6731
Fax: 0931 / 888 6732

Achtung:

D3 wurde seit Erstellen des Handbuches 1998 kontinuierlich weiterentwickelt. Daher gibt es geringfügige Abweichungen vom Handbuch zur aktuellen Programmversion.

0 Installationsanleitung 4

1 Einleitung 5

2 Wissensnutzung 8

2.1 Dateneingabe 10
2.2 Fallprotokoll und Generierung von Dokumenten 19
2.3 Fallsuche und Statistik 24
2.4 Fallbasierte Diagnostik und Erklärung 28
2.5 Heuristische Diagnostik und Erklärung 32
2.6 Überdeckende Diagnostik und Erklärung 35
2.7 Funktionale Diagnostik und Erklärung 37
2.8 Tutorielle Nutzung 39
2.9 Übersicht über die Erklärungskomponente 53

3 Wissenseingabe 57

3.1 Allgemeine Konventionen beim Aufbau von Wissensbasen 57
3.2 Wissensarten 59
3.2.1 Entscheidungsbäume 61
3.2.2 Diagnostisches Basiswissen 62
3.2.3 Diagnostische Wissensarten und Problemlösungsmethoden 71
3.2.4 Anbindung von Multimedia-Objekten zu Fragen und Diagnosen 77
3.2.5 Aufbau von Trainingssystemen 79
3.2.6 Aufbau von Bildsystemen zur multimedialen Tutor-Fallpräsentation 81
3.2.7 Eingabe von Schablonen zur Fallprotokollierung 82
3.3 Wissenseditoren 89
3.3.1 Hierarchien 89
3.3.2 Entscheidungsbaum-Editor 98
3.3.3 Objektformulare 103
3.3.4 Attributtabelle 112
3.3.5 Objektsuche und -transfer 124
3.3.6 Regelelemente 129
3.3.7 Regelformular 132
3.3.8 N-Stufen-Regeleditor 149
3.3.9 Regel-Übersichtstabelle 155
3.3.10 Regel-Detailtabelle 165
3.3.11 Graphen 171
3.3.12 Bildsystemeditor 176
3.4 Hilfsmittel beim Aufbau von Wissensbasen 186
3.4.1 Ausdrucken von Wissensbasen 186
3.4.2 Evaluation von Wissensbasen 189
3.4.3 Übersetzung von Wissensbasen in Fremdsprachen 192
3.4.4 Nichtgrafischer Wissenserwerb 194

4 Schnittstellen zur Kopplung mit Fremdprogrammen 196

4.1 Aufruf von Fremdprogrammen aus D3 196
4.1.1 Regelvorbedingung 196
4.1.2 Regelaktion (einschließlich Formeln) 196
4.1.3 Datenerfassung über Fremdprogramme 199
4.1.4 Ausführen von Aktionen bei bestätigten Diagnosen 210
4.2 D3 als eingebettetes System in Fremdprogrammen 211
4.2.1 Der Batchmodus 211

4.2.2 Integration von D3 in einen WWW-Browser (Netscape) ... 213
4.3 Integration von Modulen in den Shell-Baukasten D3 ... 215
4.3.1 Dialogmodule ... 223
4.3.2 Problemlösermodule ... 229

5 Anhang: Beispiel zum Aufbau eines Diagnosesystems ... 234

5.1 Kurzbeschreibung einer KFZ-Beispielwissensbasis ... 234
5.2 Starten der Wissenseingabe ... 239
5.3 Aufbauen der Diagnosehierarchie ... 241
5.4 Eingeben und Indizieren der Frageklassen ... 244
5.5 Aufbauen eines Entscheidungsbaumes ... 252
5.6 Eingeben von Symptominterpretationen ... 275
5.7 Eingeben von heuristischem Diagnosewissen ... 285
5.8 Eingeben von überdeckendem Diagnosewissen ... 295
5.9 Eingeben von fallbasiertem Wissen ... 299
5.10 Testen der Wissensbasis ... 301

0 Installationsanleitung

Um D3 zu installieren, legen Sie bitte die D3-CD in das CD-ROM-Laufwerk ein und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm. Beginnt das Setup nicht automatisch, dann starten Sie das Programm „launch.exe“ auf der D3-CD.

Benutzerdefinierte Installation

Diese Installation ist für den Experten gedacht. Mit ihr können Sie die Verschiedenen D3 Programmteile einzeln installieren.

Standard Installation

Diese sollten Sie auf jeden Fall installieren. Damit können Sie Ihre Wissensbasen aufbauen und nutzen.

Durch Doppelklick auf das Programmsymbol wird D3 gestartet. Alternativ können Sie auch D3 über das Start-Menü/Programme ausführen.

1 Einleitung

D3 ist ein problemspezifisches Werkzeug (Shell-Baukasten) zur Erstellung von Diagnose- und Informationssystemen. Zur Problemklasse "Diagnostik" gehören alle Problembereiche, bei denen die Lösungen aufgrund von Problemmerkmalen ausgewählt werden können, wie z.B. Krankheiten bei der medizinischen Diagnostik, defekte Bauteile bei technischen Geräten, Empfehlungen bei der Produktauswahl aus einem Katalog, Bewertungen für die Anwendbarkeit juristischer Bestimmungen oder fehlerhafte Prozeßparameter bei Fertigungssystemen.

Mit D3 ist die Entwicklung eines Expertensystems grundsätzlich nicht aufwendiger als das Schreiben eines Fachbuches mit einem Textsystem. Um diesen Anspruch zu erfüllen, bieten wir:

- zur Wissensrepräsentation und -verarbeitung verschiedene Problemlösungsmodelle für kategorisches, heuristisches, statistisches, modellbasiertes und fallvergleichendes Wissen,
- zur Wissenseingabe ein komfortables graphisches Wissenserwerbssystem mit Hierarchien, Graphen, Formularen und Tabellen,
- zur Wissensnutzung Handbuch-, Beratungs-, Erklärungs-, Dokumentations-, Tutor-, Fallsuch- und Statistikfunktionen und mit einer komfortablen Dialogoberfläche einschließlich Bildern.

Dadurch ermöglichen wir die Nutzung von Expertensystemen nicht nur als Problemlösungsprogramme, sondern auch als ein neues Wissensmedium zur Darstellung und Vermittlung von Wissen.

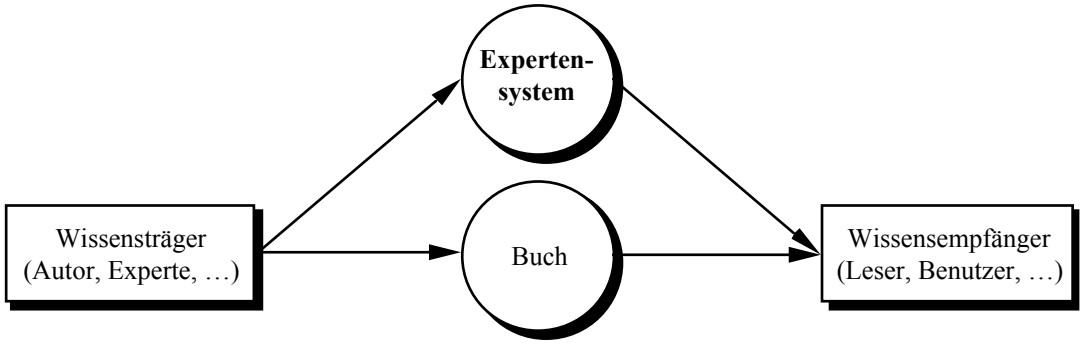


Abb. 1.1 Expertensysteme sind nicht nur Problemlösungsprogramme, sondern auch ein neuartiges Medium zur Vermittlung von Wissen. Im Vergleich zum Fachbuch ist es besser an die Bedürfnisse der Wissensempfänger anpaßbar und das enthaltene Wissen kann überprüft werden.

Expertensysteme haben folgende Vorteile gegenüber anderen Wissensmedien, wie z.B. dem Fachbuch:

- Anpassungsfähigkeit: Bücher sind sequentielle Wissensmedien, die man am bequemsten in der vorgegebenen Reihenfolge liest. Auch ein Eingehen auf das unterschiedliche Vorwissen und die unterschiedlichen Interessen verschiedener

Leser ist kaum möglich. Dagegen kann das Wissen in mit D3 erstellten Expertensystemen ähnlich wie in Hypertext-Systemen nach verschiedenen Kriterien aufbereitet, assoziativ gelesen und vor allem auf konkrete Problemfälle angewendet werden.

- Überprüfbarkeit: Der entscheidende Vorteil des Wissensmediums Expertensystem besteht darin, daß das Wissen nicht nur von anderen Menschen, sondern auch vom Wissensmedium selbst interpretierbar und durch Anwendung auf Problemfälle überprüfbar ist. Dadurch wird eine Wissensevolution im Anwendungsbereich begünstigt, da diese wesentlich von einer effektiven Überprüfbarkeit des Wissens abhängt.

Im folgenden wird der Umgang mit D3 im Detail beschrieben. Dabei setzt dieses Handbuch ein Grundverständnis der Diagnostik und von D3 voraus, wie es in dem Buch "Puppe, F., Gappa, U., Poeck, K. und Bamberger, S.: Wissensbasierte Diagnose- und Informationssystem, Springer, 1996" vermittelt wird. Teil 2 erläutert die Sicht des reinen Anwenders, der ein mit D3 erstelltes Diagnose- und Informationssystem nutzen will. Das zugrundeliegende Wissensmodell wird in Teil 3 diskutiert. Während in Kap. 3.2. die konzeptuelle Sicht erläutert wird, werden in Kap. 3.3 die Wissenseditoren beschrieben. Die Funktionsweise der Wissenseditoren ist auch mit kleinen Filmen zu ihrer Bedienung dokumentiert. Teil 4 beschreibt Schnittstellen von D3 zur Einbindung von Fremdprogrammen.

Schnelle Einarbeitung in D3:

Zur schnellen Einarbeitung eignet sich das Beispiel zum Aufbau einer kleinen, aber kompletten Wissensbasis aus dem Anhang, das man selber am Rechner eingeben sollte. Darin werden die wichtigsten Basiskonzepte eingeführt, deren Nachvollziehen am Rechner nur etwa drei bis sechs Stunden Zeit erfordert. Da auf Papierform die Programmdynamik nicht vollständig wiedergegeben werden kann, empfehlen wir, sich zur Illustration zunächst den kompletten Film über den Aufbau der Beispielwissensbasis anzuschauen. Außer dem Gesamtfilm gibt es auch eine Aufteilung des Filmes in viele Unterkapitel, die man einzeln aufrufen kann, falls man bei der eigenen Eingabe auf Probleme stößt und etwas gezielt nachschauen will. Die zum Abspielen der Filme benötigte Software (Quicktime and Netscape) kann von der CD aus installiert werden, falls sie noch nicht auf Ihrem Rechner vorhanden ist. Nach der Eingabe der Beispielwissensbasis sollte man noch einige Fälle im Ablaufmodus eingeben, abspeichern und zu einem Fallspeicher zusammenfassen, um den Fallvergleich und die Statistik ausprobieren zu können.

Hardwarevoraussetzungen für D3:

Die Entwicklungsumgebung von D3 läuft auf Apple-Macintosh PCs. Minimale Hauptspeicheranforderungen sind bei alten Modellen mit 68K Prozessoren 20 MB (16 MB freier Speicher) und bei neuen Power-PCs 32 MB (24 MB freier Speicher);

wir empfehlen aber eine Hauptspeicherausstattung von mindestens 24 MB bei 68K Prozessoren bzw. 40 MB bei Power PCs.

Eine Ablaufumgebung für PCs auf dem Betriebssystem WINDOWS mit mindestens 32 MB Hauptspeicher ist ebenfalls verfügbar. Damit ist es möglich, mit D3 erstellte Diagnose- und Informationssysteme einem breiten Anwenderkreis zugänglich zu machen. Ein Beispiel ist der Neurologie-Trainer von Prof. Poeck, mit dem Medizinstudenten ihr gelerntes Wissen an konkreten, vom Rechner präsentierten Fällen testen können, der über 2000 Mal nachgefragt wurde (erhältlich über Gutschein im Lehrbuch "Poeck, K.: Neurologie, Springer, 9. Auflage, 1995").

Kurzglossar

Um das Verständnis des Textes zu erleichtern, werden im folgenden einige zentrale Begriffe aufgelistet.

Symptom (Merkmal): Eingabedaten eines Diagnostikproblems, mit denen auf die Diagnosen geschlossen werden.
Frage (Rohdatum): Symptom, das von außen gesetzt wird. Es kann vom Benutzer eingegeben oder durch automatische Datenübertragung gesetzt werden.
Symptominterpretation (Symptomabstraktion, Merkmalsinterpretation, Merkmalsabstraktion): Symptom, das aus anderen Symptomen hergeleitet wird.

Diagnose (Lösung): Ausgabedaten eines Diagnostikproblems, die aus Symptomen hergeleitet werden.
Grobdiagnose: Diagnose mit Nachfolgerdiagnosen.
Feindiagnose (Enddiagnose): Diagnose ohne Nachfolgerdiagnosen.

Frageklasse (Test, Fragegruppe, Fragebogen): Menge von Symptomen die zusammen erfaßt werden (z.B. in einem Fragebogen).
Folgefrage: Frage, die nur im Anschluß an eine andere Frage gestellt wird.
Standardfrage: Frage, die immer bei einer Frageklasse gestellt wird.
Startfrageklassen (Eingangsfrageklassen): Frageklassen, die immer gestellt werden sollen.

Regel: Beziehung zwischen Objekten der Art: *Wenn* Kontext und Vorbedingung zutreffen und keine Ausnahme vorliegt, *dann* führe Aktion aus. Regeln werden oft nach der Art ihrer Aktion benannt, z.B.:
Indikationsregel: Regel zum Aktivieren (Indizieren) von Frageklassen.
Kontraindikationsregel: Regel zum Ausschluß von Frageklassen.
Diagnoseregel: Regel zur Bewertung von Diagnosen.
Frageregel: Regel zur Aktivierung einer Folgefrage.
Plausibilitätskontrollregel: Regel (Constraint) zum Erkennen von Widersprüchen.

2 Wissensnutzung

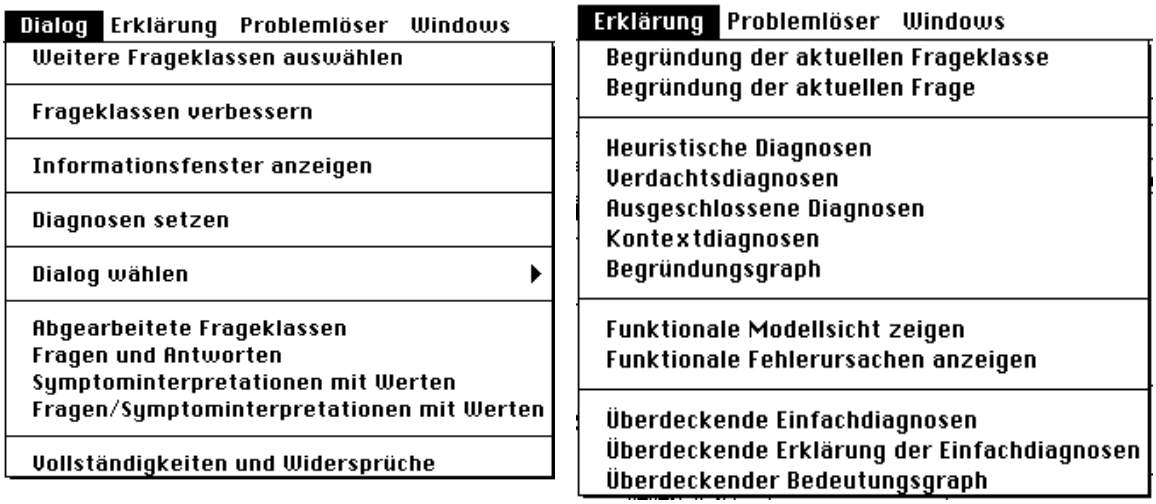
Dieses Kapitel beschreibt nur die Sicht des Nutzers von Wissensbasen. D3 bietet folgende Nutzungsoptionen, die in jeweils eigenen Abschnitten ähnlich wie im Kapitel 2 aus: Puppe, Gappa, Poeck, Bamberger: Wissensbasierte Diagnose- und Informationssysteme, Springer, 1996 dargestellt werden:

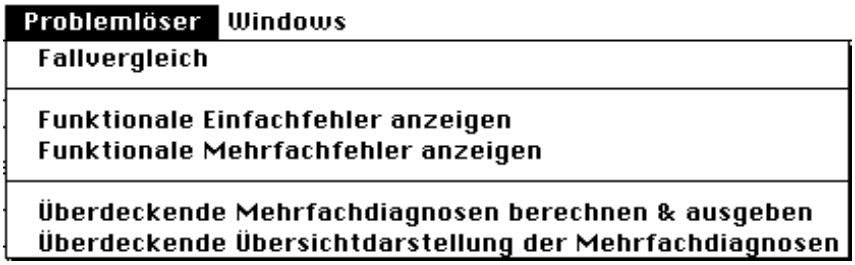
2.1 Dateneingabe
2.2 Fallprotokoll und Generierung von Dokumenten
2.3 Fallsuche und Statistik
2.4 Fallbasierte Diagnostik und Erklärung
2.5 Sichere und heuristische Diagnostik und Erklärung
2.6 Überdeckende Diagnostik und Erklärung
2.7 Funktionale Diagnostik und Erklärung
2.8 Tutorielle Nutzung
2.9 Übersicht über die Erklärungskomponente

Für den fortgeschrittenen Benutzer sind vor allem die Konfigurationsoptionen zu den Einzelfunktionen interessant, mit denen er sich die Benutzungsoberfläche entsprechend seinen Bedürfnissen optimieren kann.

Nach dem Abruf präsentiert sich die Wissensnutzungskomponente mit einer Menüzeile, mit der die verschiedenen Optionen aufgerufen werden. Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht über alle Optionen, die im folgenden ausführlicher besprochen werden.


Ablage Bearbeiten Fälle Dialog Erklärung Problemlöser Windows
Wissensbasis öffnen ⌘O
Neuer Fall ⌘U
Fall wiederholen
Fall abbrechen
Fall laden
Fall sichern
Fallinformation
Benutzereinstellungen
Dokumente löschen ...
Fenster schließen ⌘W
Papierformat ...
Fensterinhalt drucken ...
Fallprotokoll erstellen
Fallprotokoll drucken ... ⌘P
Wissenseingabe
Trainingsoberfläche
Bildsysteme erstellen
Batchmodus
Beenden ⌘Q
der Problemlöser
der Wissensnutzung
der Dialogauswahl
der Fallverwaltung
Wissenserwerb einstellen ...
Wissensrepräsentation einstellen
des Tabellendialogs
des Klappdialogs
des Standarddialogs
des Fallvergleichs
der Überdeckung
des Fallprotokolls
der Erklärungskomponente
des Trainers
der Bildsystemen
des Batchmodus
der Initialisierung
Einstellungen laden
Einstellungen sichern
Fälle Dialog Erklärung Problemlöser Fi
Fallspeicher laden
Ordner als Fallspeicher laden
Fallspeicher sichern
Fall suchen und Statistik
Fallprotokolle aus Fallspeicher
Symptominterpretationen neu berechnen
Statistiken auswerten
Bearbeiten Fälle Dialog
Widerrufen ⌘Z
Ausschneiden ⌘X
Kopieren ⌘C
Einsetzen ⌘V
Löschen
Diagnosehierarchie
Frageklassenhierarchie
Objekte suchen
Multimediakontrolle


Dialog Erklärung Problemlöser Windows
Weitere Frageklassen auswählen
Frageklassen verbessern
Informationsfenster anzeigen
Diagnosen setzen
Dialog wählen
Abgearbeitete Frageklassen
Fragen und Antworten
Symptominterpretationen mit Werten
Fragen/Symptominterpretationen mit Werten
Vollständigkeiten und Widersprüche
Erklärung Problemlöser Windows
Begründung der aktuellen Frageklasse
Begründung der aktuellen Frage
Heuristische Diagnosen
Verdachtsdiagnosen
Ausgeschlossene Diagnosen
Kontextdiagnosen
Begründungsgraph
Funktionale Modellsicht zeigen
Funktionale Fehlerursachen anzeigen
Überdeckende Einfachdiagnosen
Überdeckende Erklärung der Einfachdiagnosen
Überdeckender Bedeutungsgraph


Problemlöser Windows
Fallvergleich
Funktionale Einfachfehler anzeigen
Funktionale Mehrfachfehler anzeigen
Überdeckende Mehrfachdiagnosen berechnen & ausgeben
Überdeckende Übersichtdarstellung der Mehrfachdiagnosen

2.1 Dateneingabe

Die Dateneingabe wird mit dem Menüpunkt NEUER FALL im Menü ABLAGE aufgerufen. Normalerweise werden dann Fragen im Format des Standarddialoges aus Abb. 2.2 gestellt. Je nach Einstellung der DIALOGAUSWAHL (Untermenüpunkt zu BENUTZEREINSTELLUNGEN im Menü ABLAGE) können dieselben Fragen aber auch mit einem Einfragedialog (Abb. 2.1), einem Tabellendialog (Abb. 2.3) oder einem Klappdialog (Abb. 2.4) erscheinen. Im folgenden werden die wesentlichen Bedienelemente besprochen, die für alle Dialogtypen gleich sind.

Eine besonders einfache Form der Dateneingabe zeigt Abb. 2.1, bei der immer nur eine Frage gezeigt wird. Nach Beantwortung erscheint die nächste Frage. Zu jeder Frage kann der Benutzer Erläuterungen einholen (sofern entsprechende Informationen in der Wissenbasis vorhanden sind) und beliebige Kommentare in Freitext eingeben.



Abb. 2.1. Einfragedialog, in dem immer nur die gerade aktuelle Frage beantwortet wird.
1 = Frageklasse, zu der die Frage gehört
2 = Text der Frage
3 = Antwortalternativen, von denen der Benutzer eine auswählen muß (andere Fragetypen s. Abb. 2.2, Ziffern 8 und 9)
4 = Knopf, mit dem der Benutzer Kommentare in Freitext zu der Frage angeben kann.
5 = Knopf, mit dem die Antwort abgeschickt wird, woraufhin die nächste Frage erscheint.
7 = Knopf, mit dem Erläuterungen zur Frage angefordert werden können (der Knopf erscheint nur, wenn es auch Erläuterungen zu der Frage in der Wissensbasis gibt).
13 = Mit gedrückter Maustaste an dieser Stelle kann die Fenstergröße verändert werden.
14 = Scrollbalken zum Verschieben des Fensterinhaltes.

Der Standarddialog (Abb. 2.2) enthält dieselben Elemente wie der Einfragedialog, nur das mehrere zusammengehörige Fragen in einem Fenster dargestellt werden. Folgefragen werden unterhalb der Frage eingerückt, bei dessen Antwort sie aktiviert wurden.

Der Tabellendialog (Abb. 2.3) und der Klappdialog (Abb. 2.4) enthalten die gleichen Bedienelemente wie der Standarddialog, die deswegen nicht einzeln erläutert werden.

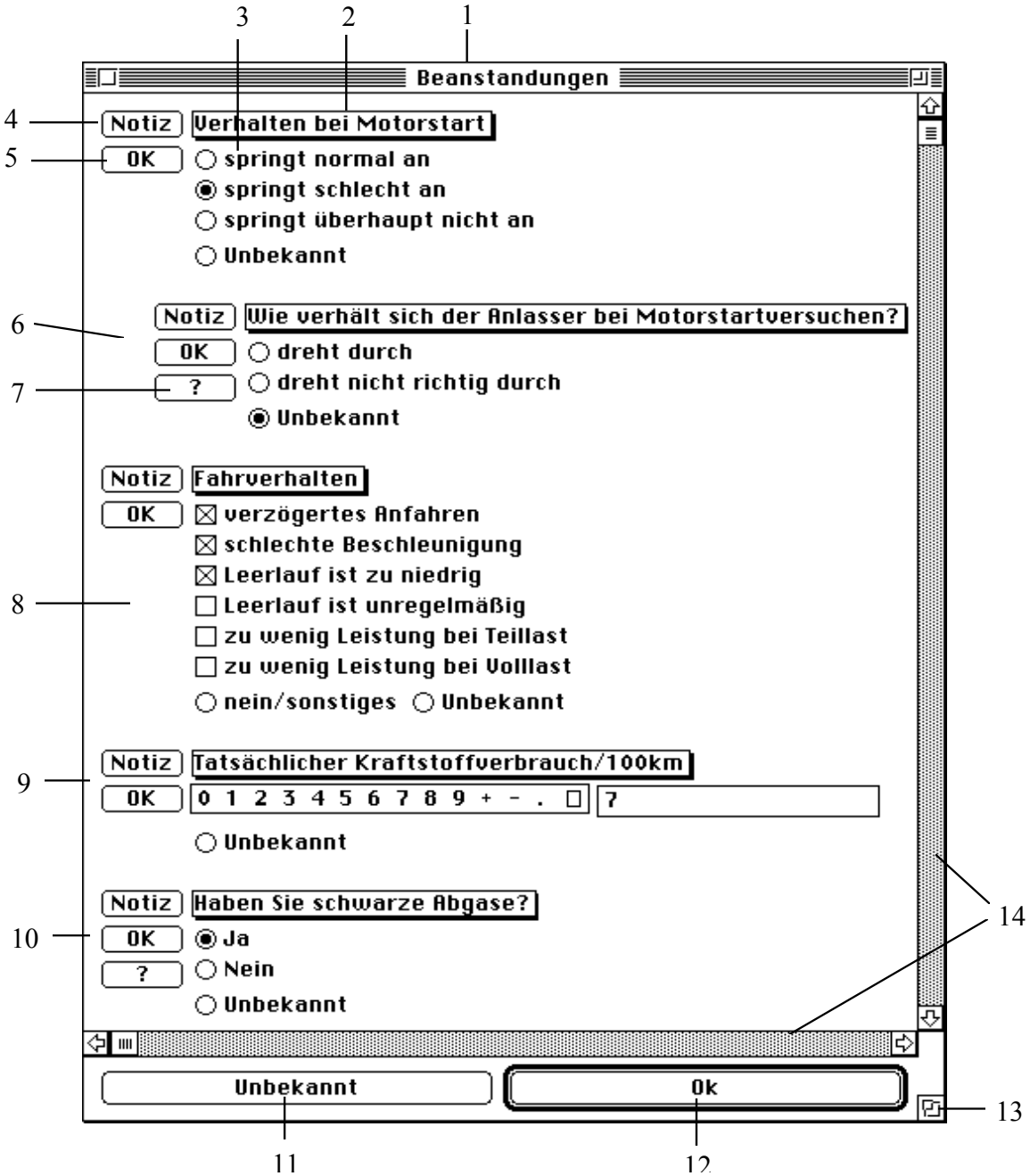


Abb. 2.2. Standarddialogoberfläche. Im Vergleich zum Einfragedialog können viele Fragen auf einmal beantwortet werden. Wenn eine Frage mit "OK" abgeschickt wird, dann "scrollt" das Fenster automatisch zur nächsten unbeantworteten Frage hoch, wobei Folgefragen dynamisch eingefügt werden. Die nicht bereits in Abb. 2.1 beschriebenen Ziffern bedeuten:

6 = Folgefragen sind durch Einrückung gekennzeichnet.
8 = Bei Multiple-Choice-Fragen können mehrere Antworten angekreuzt werden. Sie sind durch kleine Quadrate statt der Kreise zum Ankreuzen gekennzeichnet.
9 = Bei numerischen Fragen wird die Zahl durch Auswahl oder mit der Tastatur eingegeben.
10 = Ja/Nein-Frage (gleiches Format wie bei one-choice-Fragen wie bei Ziffer 3).
11 = Knopf, mit dem alle noch nicht beantworteten Fragen auf "unbekannt" gesetzt werden.
12 = Knopf, mit dem alle beantworteten Fragen abgeschickt werden (ähnliche Funktion wie 5.).

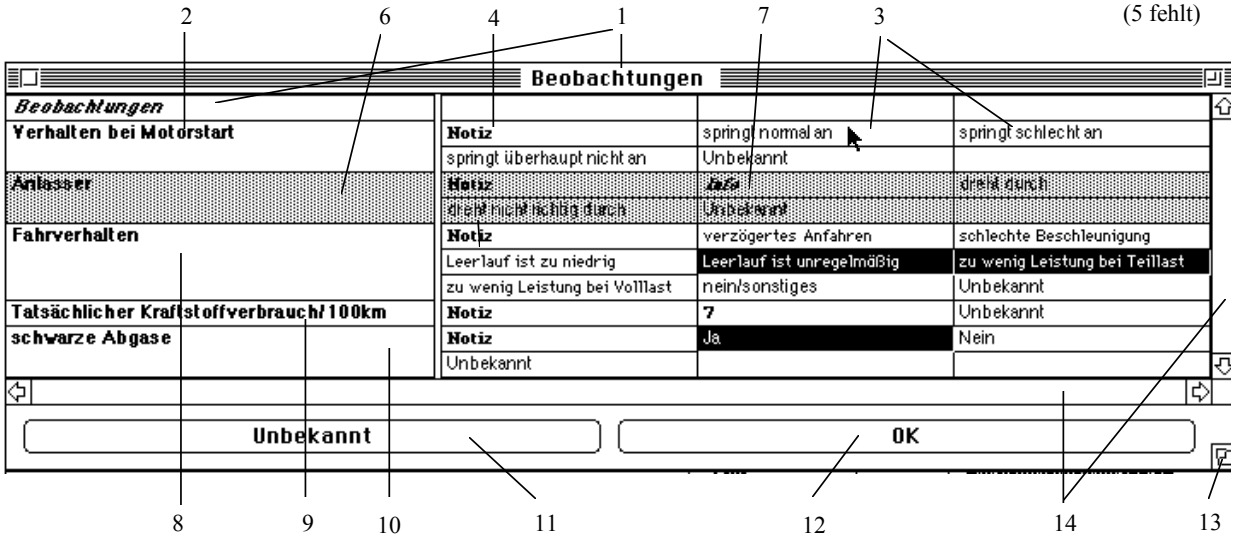


Abb. 2.3. Tabellenartige Dialogoberfläche. Die Antwortalternativen zu den Fragen erscheinen in den Kästchen einer Tabelle, zusammen mit den Knöpfen für "Notiz" und Erläuterungen ("?"). Folgefragen werden zunächst grau hinterlegt bis sie aufgrund der Beantwortung anderer Fragen aktiviert werden. Erläuterungen s. Abb. 2.1 und 2.2.

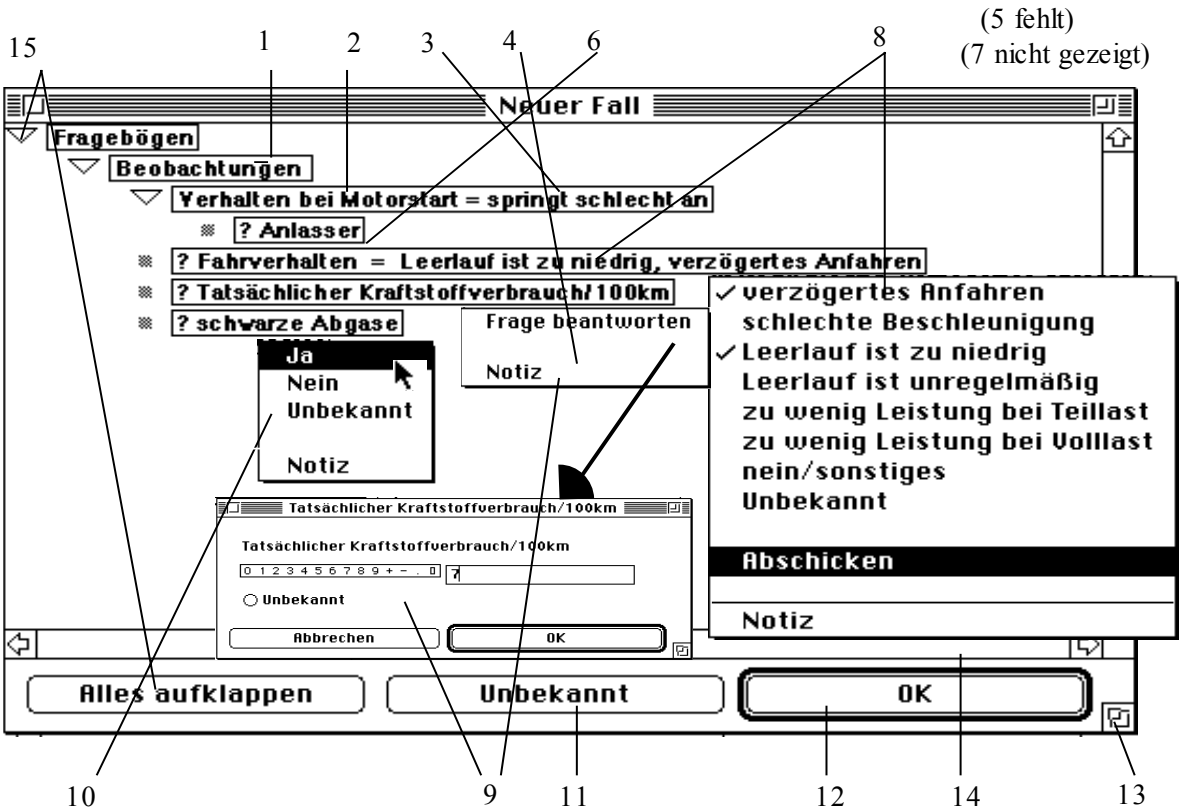


Abb. 2.4. Aufklappbare, hierarchische Dialogoberfläche. Die Antwortalternativen erscheinen als Pop-Up- Menü zur Frage. Erläuterungen s. Abb. 2.1 und 2.2. Neu ist das Bedienelement 15, mit dem der Benutzer das Auf- und Zuklappen der Hierarchie steuern kann. Multiple-Choice-Antworten (8) werden einzeln ausgewählt und durch "Abschicken" oder den "Ok"-Knopf abgeschickt.

Antwortalternativen können grundsätzlich durch Bilder illustriert werden. Dann kann der Benutzer eine Frage wahlweise durch Markierung einer Region im Bild oder durch textuelle Auswahl beantworten, wobei die jeweils andere Option automatisch markiert wird. Abb. 2.5 zeigt ein Beispiel für den Standarddialog (im Tabellen- und Klappdialog werden die Bilder nicht direkt gezeigt, sondern können über ein Tabellenfeld bzw. einen Menüpunkt im Pop-Up-Menü aufgerufen werden.

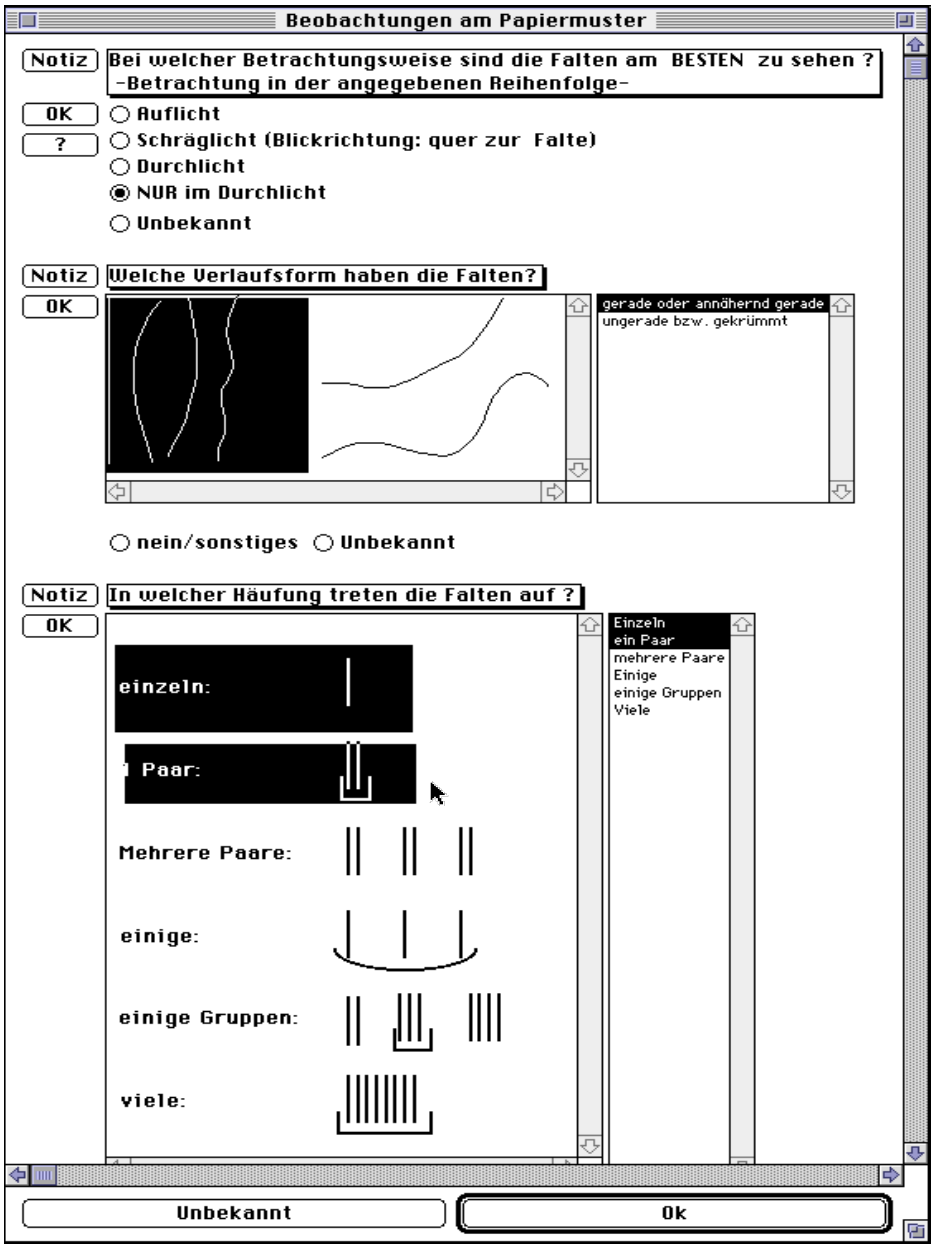


Abb. 2.5. Standarddialogoberfläche wie in Abb. 2.2, in der einige Antwortalternativen mit Skizzen illustriert sind. Der Benutzer kann wahlweise auf die zutreffenden Grafiken oder auf die Texte in dem rechten Teil klicken, um eine Frage zu beantworten.

Auswahl von Frageklassen durch den Benutzer

Normalerweise hat das Diagnosesystem die Initiative, d.h. es zeigt die Fragen, die beantwortet werden sollen. Jedoch kann der Benutzer jederzeit selbst die Initiative ergreifen und selbst die Fragen auswählen, die er als nächstes beantworten will. Während das im Klappdialog sehr einfach ist, da er nur die relevanten Frageklassen und Fragen aufklappen braucht, muß er beim Standard- und Tabellendialog erst die zugehörige Frageklasse auswählen. Dies geschieht über den Menüpunkt WEITERE FRAGEKLASSEN AUSWÄHLEN im Menü DIALOG. Daraufhin erscheint ein Fenster mit der aufklappbaren Frageklassenhierarchie, aus der der Benutzer sich eine oder mehrere[1] Frageklassen auswählen kann, die anschließend in gewohntem Format gezeigt werden.

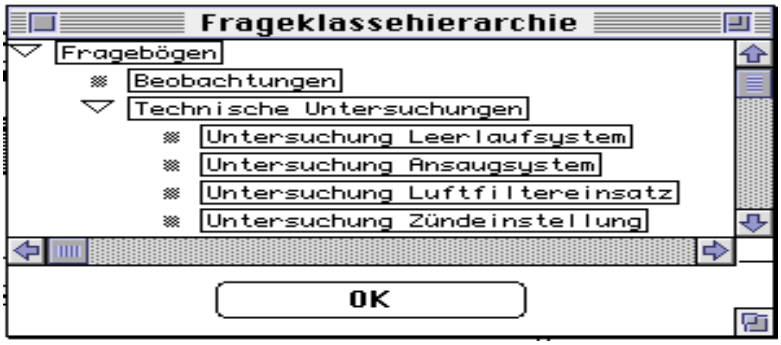


Abb. 2.6. Auswahl einer zusätzlichen Frageklasse mittels der Klapphierarchie (die Dreiecke links können durch Klick jeweils auf- bzw. zugeklappt werden).

Korrektur von Antworten

Ein ähnlicher Selektionsmechanismus ist auch erforderlich, wenn der Benutzer im Standard- oder Tabellendialog Fragen verbessern will, die nicht zu der aktuell bearbeiteten Frageklasse gehören. Dann muß er erst die Frageklasse der zu verbessernden Frage über den Menüpunkt FRAGEKLASSEN VERBESSERN aus dem Menü DIALOG auswählen, und darin dann die zugehörige Frage korrigieren.

Vorzeitiges Beenden eines Falles

Der Benutzer kann die Eingabe eines Falles jederzeit mit dem Menüpunkt FALL ABBRECHEN im Menü ABLAGE vorzeitig beenden. Bei vorzeitigem oder normalem Ende zeigen alle diagnostischen Problemlöser, die eingeschaltet sind (s.u.) ihre Ergebnisse in zusätzlichen Fenstern an.

[1] Zur Mehrfachauswahl muß die "Shift"-Taste gedrückt gehalten werden.

Abspeichern und Laden eines Falles

Abschließend sollte der Benutzer den Fall abspeichern. Dies geschieht mit dem Menüpunkt FALL SICHERN im Menü ABLAGE. Daraufhin erscheint das Fenster aus Abb. 2.7. Der wichtigste Eintrag dabei sind die tatsächlichen Lösungen. Darin sind die vom System hergeleiteten Diagnosen voreingetragen. Duch Doppelklick auf das leere Feld unterhalb der letzten voreingetragenen Diagnose kann der Benutzer neue Diagnosen aus der daraufhin erscheinenden Diagnosehierarchie hinzufügen. Durch Selektion einer Diagnose und Aufruf des Menüpunktes AUSSCHNEIDEN im Menü BEARBEITEN werden eingetragene Diagnosen gelöscht.

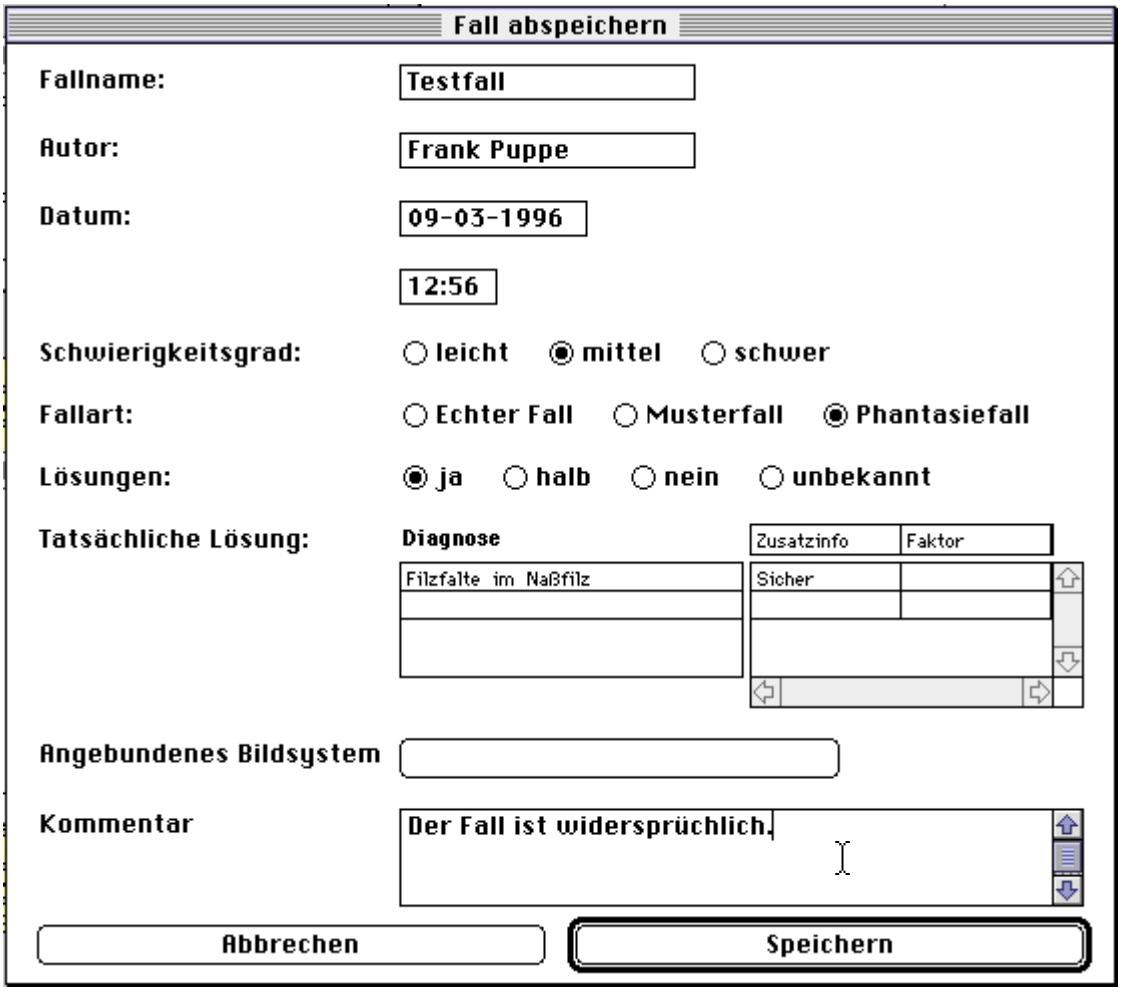


Abb. 2.7. Abspeichern der Daten. Dabei ist vor allem die Eingabe der tatsächlichen Lösung wichtig, die nicht mit der vom System hergeleiteten Lösung übereinstimmen muß. Weiterhin kann man zu einem Fall Bilddaten anbinden und Kommentare eingeben.

Einen abgespeicherten Fall kann man mit dem Menüpunkt FALL LADEN im Menü ABLAGE wieder aktivieren. Daraufhin werden die abgespeicherten Daten so verarbeitet, wie wenn ein neuer Fall mit den gleichen Daten eingegeben würde.

Konfigurierungsoptionen zur Dateneingabe

Im folgenden wird das Einstellen der verschiedenen Dialogtypen beschrieben. Die Auswahl des Dialogtyps geschieht mit der Option "Dialogauswahl" in BENUTZEREINSTELLUNGEN im Menü ABLAGE oder DIALOGAUSWAHL im Menü DIALOG. In einem zweiten Schritt können dann die Details des gewählten Dialogtyps konfiguriert werden (Abb. 2.8–2.10).

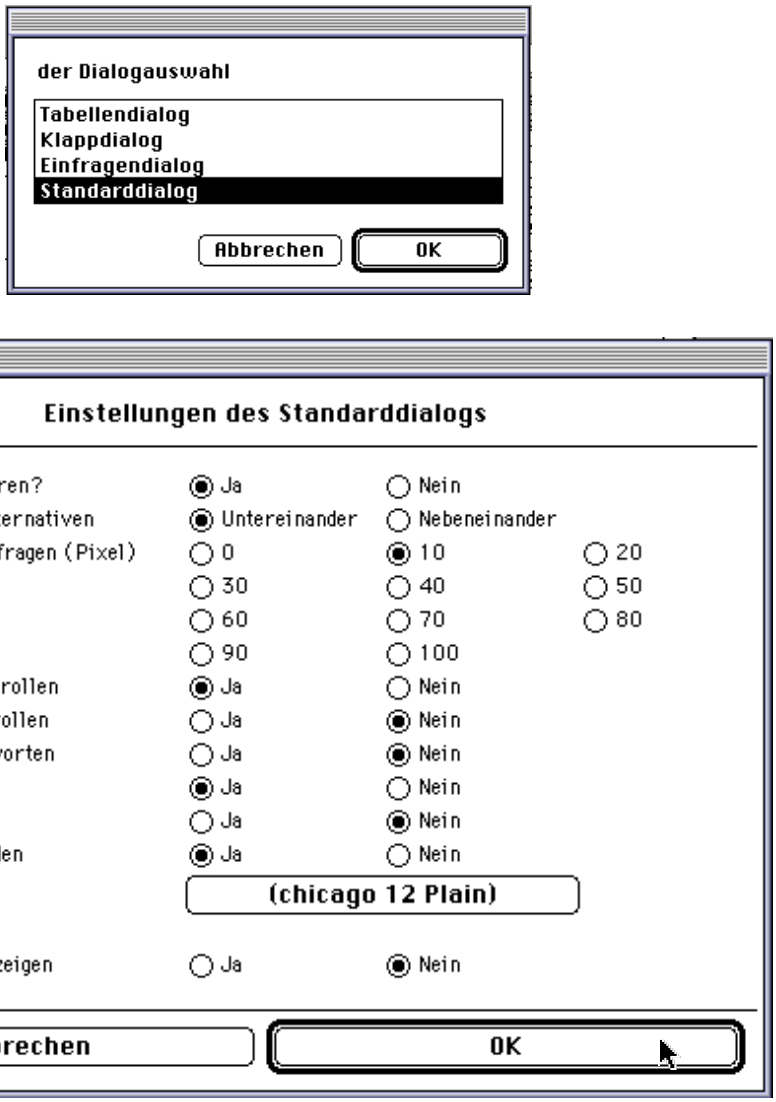


Abb. 2.8. Konfigurierungsmöglichkeiten zum Standarddialog (Aufruf über entsprechenden Unter-Menüpunkt in BENUTZEREINSTELLUNGEN). Die Optionen bestimmen, ob zu stellende Folgefragen unter die aufrufenden Fragen einsortiert oder hinten an den Fragebogen angefügt werden (1. Option) und um wieviel sie zur Hervorhebung eingerückt werden (3. Option), ob die Antwortalternativen untereinander oder – platzsparender, aber unübersichtlicher – nebeneinander angeordnet werden (2. Option), ob immer automatisch auf die oberste noch nicht beantwortete Frage hochgescrollt wird (4. Option; besonders bei kleinen Bildschirmen sehr nützlich) und ob der bei allen Fragen angegebene "OK"-Knopf nur die aktuelle Frage oder alle bereits beantworteten Fragen abschickt (7. Option) bzw. ob er gar nicht benötigt wird (6. Option).

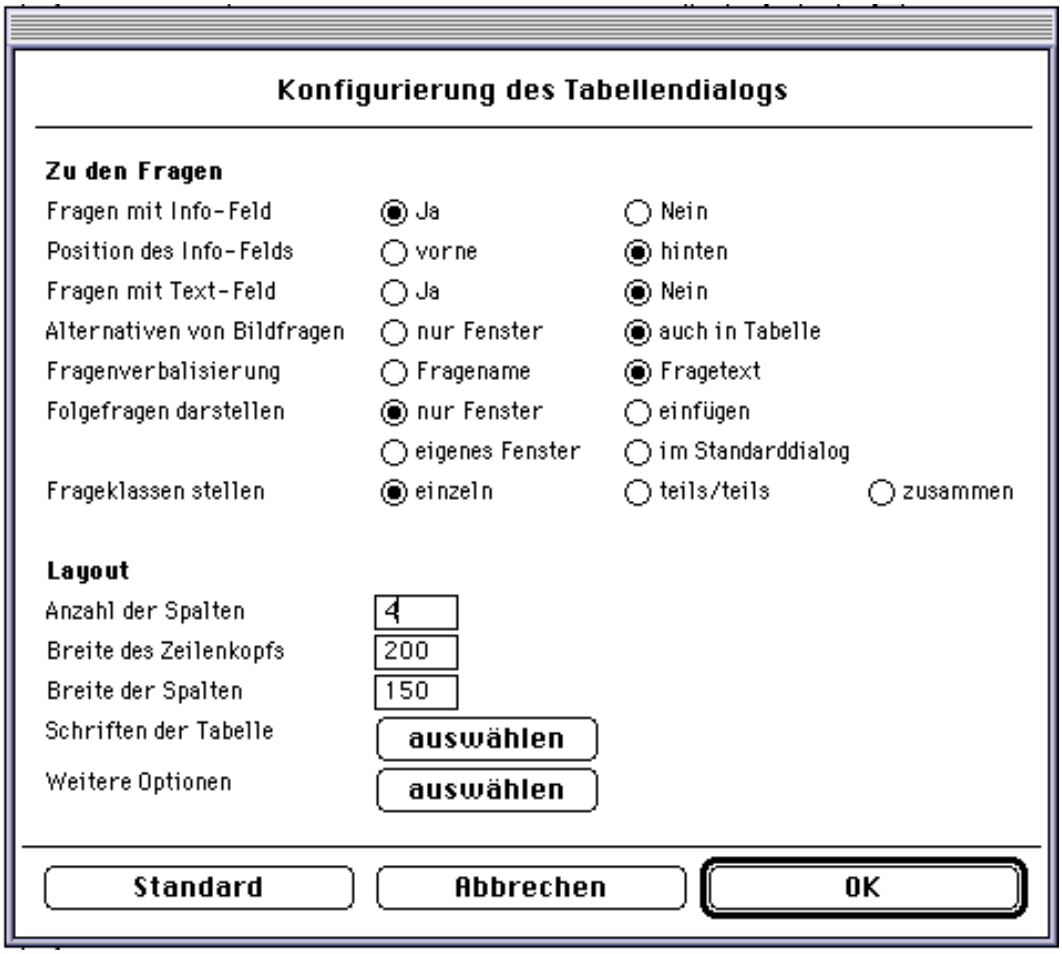


Abb. 2.9. Konfigurierungsmöglichkeiten zum Tabellendialog (Aufruf über entsprechenden Unter-Menüpunkt in BENUTZEREINSTELLUNGEN). Besonders wichtig für den Tabellendialog ist die Anzahl und Breite der Kästchen, die man mit den unter "Layout" angegebenen Optionen passend zur Wissensbasis-Terminologie und zur vorgesehenen Bildschirmgröße einstellen kann. Dazu dient auch die Option "Fragenverbalisierung", bei der der kürzere Fragename oder der längere Fragetext im Zeilenkopf bevorzugt werden kann (5. Option). Ebenso wie beim Standarddialog gibt es eine Option zum Umgang mit Folgefragen, ob alle in inaktiver Form gezeigt, ob sie nach Bedarf in die Tabelle eingefügt (schöner, aber ineffizienter) oder ob sie in einem eigenem zusätzlichen Fenster in Tabellenform oder in Form des Standarddialogs gezeigt werden (6. Option). Mit dem Tabellendialog kann man auch zusammen indizierte Frageklassen zusammen darstellen, während sie normalerweise einzeln gezeigt werden (7. Option).

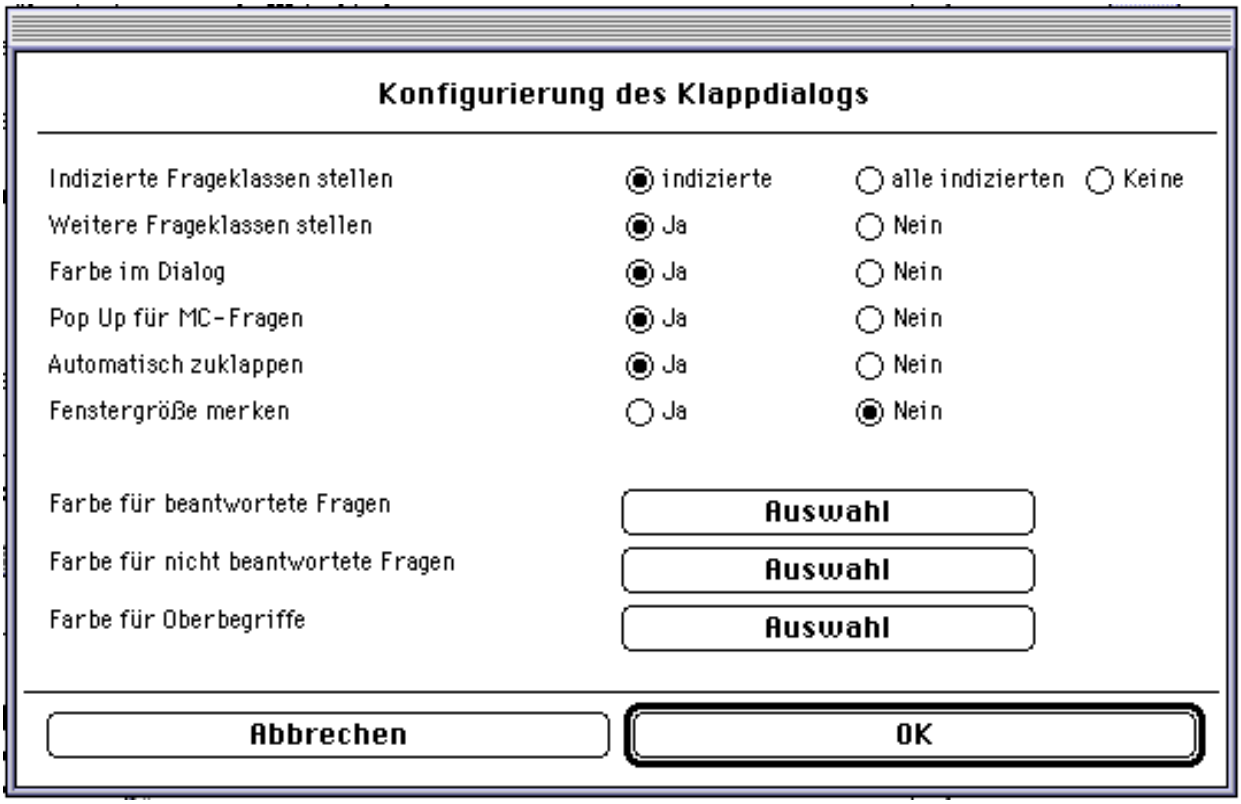


Abb. 2.10. Konfigurierungsmöglichkeiten zum hierarchischen Klappdialog (Aufruf über entsprechenden Unter-Menüpunkt in BENUTZEREINSTELLUNGEN). Mit den ersten beiden Optionen bestimmt man, wieviele Frageklassen erscheinen; in der angegebenen Einstellung werden alle Frageklassen gezeigt, wobei die gerade indizierte Frageklasse aufgeklappt ist.

2.2 Fallprotokoll und Generierung von Dokumenten

Der Benutzer kann sich jederzeit eine Übersicht über seine bisher eingegebenen Daten zeigen lassen. Dazu dient der Menüpunkt FRAGEN UND ANTWORTEN im Menü DIALOG.

Um sich das Fallprotokoll auf Papier ausdrucken zu lassen, muß es vorher in eine Datei geschrieben werden. Dazu dient der Menüpunkt FALLPROTOKOLL ERSTELLEN im Menü ABLAGE. Er bietet eine Menge von Wahlmöglichkeiten. Nach dem Aufruf erscheint folgendes Fenster:

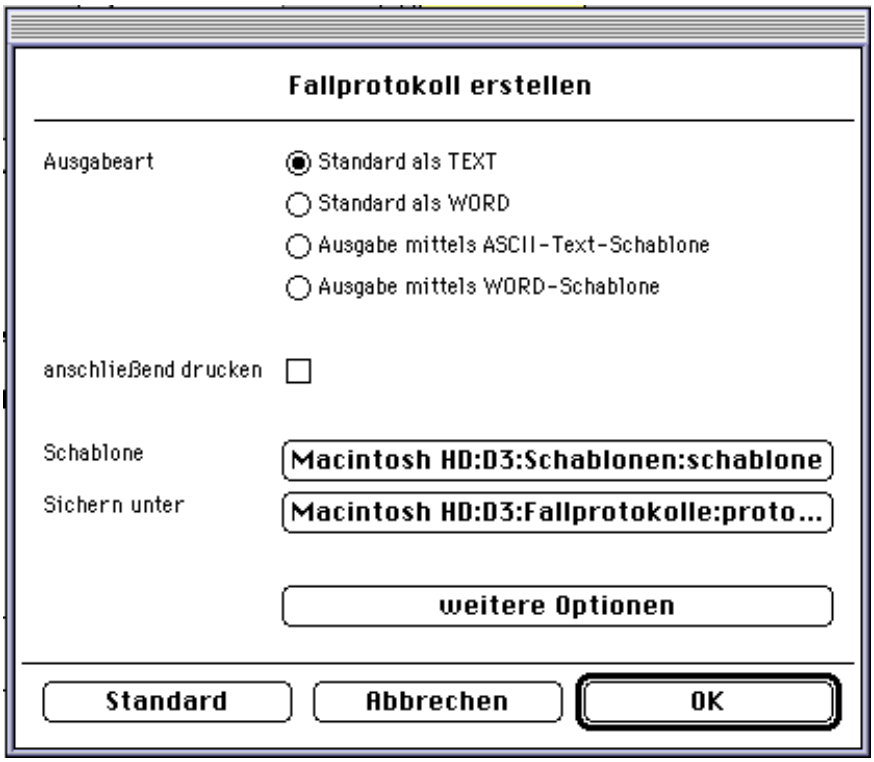


Abb. 2.11. Optionen beim Fallprotokoll erstellen.

Dabei gibt es vier Hauptalternativen, die als "Ausgabeart" bezeichnet werden: Die Wahl zwischen dem Ausdruck als einfache Textdatei oder als MS-WORD-Datei sowie die Wahl zwischen einer Standard-Ausgabe und einer Generierung eines Fallprotokolls mittels einer Wissensbasis-spezifischen Textschablone. MS-WORD-Dateien werden in dem Austauschformat RTF erzeugt und müssen anschließend in einen WORD-Editor geladen werden, mit dem sie weiterverarbeitet und ausgedruckt werden. Einfache Text (Ascii)-Dateien können auch direkt aus D3 heraus ausgedruckt werden. Auch dazu gibt es zwei Optionen: Entweder man kreuzt das Feld "anschließend drucken" an oder man ruft nach Erstellen der Datei den Menüpunkt FALLPROTOKOLL DRUCKEN im Menü ABLAGE auf. Wenn man den Text vor dem Ausdruck noch editieren will, kann man ihn auch mit dem Menüpunkt FENSTERINHALT DRUCKEN im Menü ABLAGE ausdrucken. Der Name der generierten Fallprotokoll-Datei wird kann durch Drücken des Knopfes "Sichern unter" eingege-

ben werden. Wenn man das nicht tut, erscheint das Fallprotokoll unter dem voreingestellten Namen "Protokoll" im Unterordner "Fallprotokolle" des Ordners "D3".

Beim Standardprotokoll gibt es wiederum viele Konfigurationsoptionen, die mit dem Knopf "weitere Optionen" eingestellt werden können. Abb. 2.12. zeigt die Auswahl:

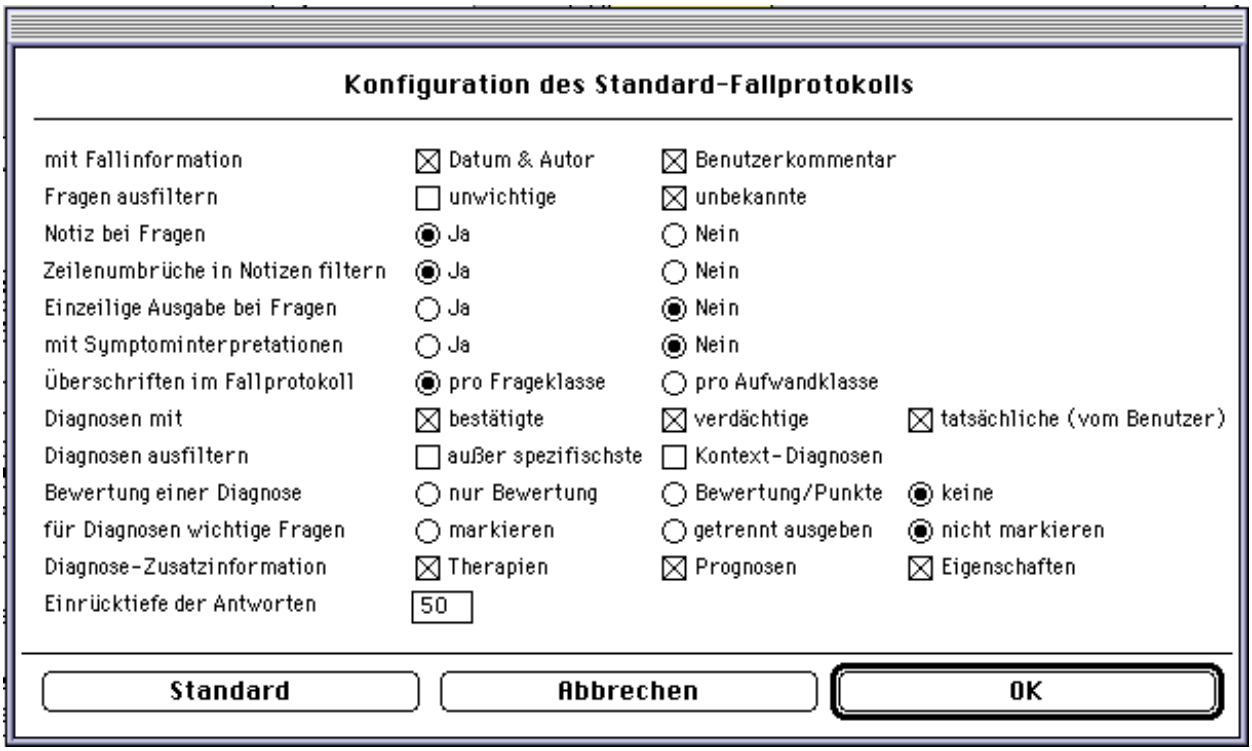


Abb. 2.12. Optionen zur Konfiguration des Standardprotokolls. Das Fenster zeigt die Defaulteinstellung. Der Benutzer kann sie überschreiben und mit der Option "Einstellungen sichern" in dem Menüpunkt BENUTZEREINSTELLUNGEN im Menü ABLAGE abspeichern.

Die Optionen bedeuten:

- mit Fallinformation: Die Fallinformationen stammen aus dem Formular "Fall abspeichern" (s. Abb. 2.7) und werden im Fallprotokoll mitausgedruckt, wenn die entsprechende Kästchen angekreuzt sind.
- Fragen ausfiltern: Diese Option dient zur Reduktion des Fallprotokolls auf die wesentlichen Symptome. Dabei können zum einen alle mit "unbekannt" beantworteten Fragen ausgefiltert werden. Zum anderen können unwichtige Fragen aussortiert werden, d.h. Fragen mit dem Gewicht "G0 = egal" bzw. Fragen, deren Antwort als "normal" (im Gegensatz zu verschiedenen Graden von "abnorm") gekennzeichnet wurde. Das entsprechende Wissen muß in der Wissensbasis definiert sein, ansonsten hat diese Option keinen Effekt.
- Notiz bei Fragen: Bei "ja" werden die Notizen, die der Benutzer zu jeder Frage eingeben kann, mitausgedruckt.

- Zeilenumbrüche in Notizen filtern: Bei "ja" werden eventuelle Zeilenumbrüche, die der Benutzer bei der Eingabe längerer Notizen macht, ausgefiltert und durch einen automatisch generierten Zeilenumbruch ersetzt.
- Einzeilige Ausgabe bei Fragen: Bei "nein" werden Antworten auf Fragen, die zu lang sind, um in eine Zeile zu passen, automatisch umgebrochen.
- mit Symptomintepretationen: Bei "ja" werden außer den vom Benutzer eingegebenen Fragen auch alle vom System hergeleiteten Symptominterpretationen mitausgedruckt (falls welche in der Wissensbasis vorhanden sind).
- Überschriften im Fallprotokoll: Die Option "pro Frageklasse" gibt mehr Überschriften aus, als die Option "pro Aufwandsklasse". Letztere funktioniert nur, wenn in der Wissensbasis Aufwandsklassen definiert wurden.
- Diagnosen mit: Dabei werden entsprechend den angekreuzten Optionen die vom System als "bestätigt" bzw. "verdächtigt" hergeleiteten Diagnosen sowie die vom Benutzer im Formular "Fall abspeichern" (s. Abb. 2.7) eingegebenen, "tatsächlichen" Diagnosen mit ausgedruckt.
- Diagnosen ausfiltern: Wenn "außer spezifischste" angekreuzt ist, dann werden alle Grobdiagnosen ausgefiltert, und wenn "Kontext-Diagnosen" angekreuzt ist, dann werden alle in der Wissensbasis als Diagnosen vom Typ "Kontext" markierten Diagnosen ausgefiltert.
- Bewertung einer Diagnose: Damit kann der Benutzer auch die interne heuristische Bewertung, die das System hergeleitet hat, mitausdrucken (wahlweise nur die Bewertungskategorie oder zusätzlich auch die interne Punktzahl).
- für Diagnosen wichtige Fragen: Damit können alle Fragen hervorgehoben werden, die das System zu Herleitung seiner "bestätigten Diagnosen" benutzt hat. Bei "getrennt ausgeben" werden die Fragen zu jeder bestätigten Diagnose zusätzlich aufgelistet, bei "markieren" werden sie nicht mehrfach ausgedruckt, sondern in dem Fallprotokoll mit einem "*" gekennzeichnet.
- Diagnose-Zusatzinformationen: Damit werden eventuell in der Wissensbasis angegebene Zusatzoptionen wie "Therapie", "Prognose" und Eigenschaften mitausgedruckt.
- Einrücktiefe der Antworten: Da das Protokoll zweispaltig erzeugt wird, kann man mit der Einrücktiefe angeben, wie groß der Abstand der ersten zur zweiten Spalte (der Antworten) sein soll. Der Abstand wird in Anzahl der Buchstaben gemessen, da eine Nicht-Proportionalschrift verwendet wird.

Zur Illustration zeigen wir zwei Abbildungen für ein Standardfallprotokoll (Abb. 2.13) und im Vergleich dazu in eine mittels Schablone generierte Protokollform (Abb. 2.14) – jeweils zu demselben Fall aus einer medizinischen Wissensbasis zur Mysthenia-Gravis-Befundung.

Adressat :	
Adressat/Anschrift :	K. und S. Musterarzt Hauptstraße 82 97218 Gerbrunn
Adressat/Geschlecht :	weiblich
Basisdaten:	
Name:	Ada Loveland
Geschlecht:	weiblich
Geburtsdatum:	1.1.1950
Wohnung:	Ringstraße 1 in 97070 Würzburg
Untersuchungsdatum:	1.9.96
Erstdiagnosedatum Myasthenia Gravis:	1.1.90
Datum Thymektomie:	1.1.92
Anamnese:	
Symptomatik:	stabilisiert
Geklagte Beschwerden:	Doppelbilder UND ein Absinken des Lides
Seitigkeit absinken des Lides:	beidseits
Häufigkeit der geklagten Beschwerden:	gelegentlich
Zusätzliche Symptome:	Kniebeschwerden
Automimmunerkrankungen:	rheumatische Polyarthritis
Aktuelle Medikation:	Urbason UND Imurek
Dosis Urbason:	150 mg/die
Dosis Imurek:	100 mg/die
Neurologischer Befund:	
Augen-Untersuchungen:	Nachweis von Doppelbildern im Rotglastest positiv UND Simsontest negativ UND Cogan Zeichen negativ
Mimische Muskulatur:	kräftig
Kieferöffnung und Kieferschluß:	leicht kraftgemindert
Sprache:	Verwaschene Sprache UND Hypohonie
Armvorhaltezeit:	120 Sekunden
Beinvorhaltezeit:	40 Sekunden
Kopfhaltezeit:	50 Sekunden
Vitalkapazität:	30 l
Myasthenie-Score nach Besinger und Toyka:	10
Reflexstatus, Koordinations- und Sensibilitätsprüfung:	unauffällig
Labor:	
Leukozyten:	5000 pro Mikroliter
Thrombozyten:	2000 pro Mikroliter
Hb:	6 g/dl
Differentialblutbild: %Stabkernige:	20
Differentialblutbild: %Segementkernige:	10
Differentialblutbild: %Lymphozyten:	10
Differentialblutbild: Lymphozyten absolut:	150 pro Mikroliter
Differentialblutbild: %Monozyten:	20
Zusammenfassende Beurteilung:	
Zusammenfassung der Symptomatik:	Stabilisierung
Fortsetzung Therapie:	Urbason UND Imurek
Neue Dosis Urbason:	150 mg/die
Neue Dosis Imurek:	50 mg/die
Wiedervorstellung in Monaten:	6

Abb. 2.13. Generierter Standardbericht mit frei erfundenen Patientendaten (links Merkmale, rechts Ausprägungen)

KLINIKUM DER UNIV. WÜRZBURG
NEUROLOGISCHE KLINIK

97080 Würzburg, den 08.09.1996
Josef-Schneider-Str. 11
Müller/Maier
Durchwahl: 0931/111-1111

Praxis
K. und S. Musterarzt
Hauptstraße 82
97218 Gerbrunn

Sehr geehrte Frau Kollegin,

wir berichten über unsere gemeinsame Patientin Frau Ada Loveland, geboren am 1.1.1950, wohnhaft Ringstraße 1 in 97070 Würzburg, die sich am 1.9.96 ambulant in unserer Myasthenieambulanz bei uns vorstellte.

Diagnose: Myasthenia gravis ED 1.1.90
Z.n. Thymektomie am 1.1.92

Anamnese: Laut Angabe der Patientin habe sich die Symptomatik zwischenzeitlich stabilisiert. Sie habe gelegentlich Doppelbilder und ein Absinken des Lides beidseits bemerkt. An zusätzlichen Symptomen seien Kniebeschwerden aufgetreten. Autoimmunerkrankungen: rheumatische Polyarthritis. Aktuelle Medikation: Urbason 150 mg/die. Imurek 100 mg/die.

Neurologischer Befund: Nachweis von Doppelbildern im Rotglastest positiv. Simpsontest negativ. Cogan Zeichen negativ. Mimische Muskulatur kräftig. Kieferöffnung und Kieferschluß leicht kraftgemindert. Sprache: Verwaschene Sprache und Hypohonie. Armvorhaltezeit: 120 Sekunden (Norm über 180 Sekunden), Beinvorhaltezeit: 40 Sekunden (Norm über 45 Sekunden), Kopfhaltezeit: 50 Sekunden (Norm über 90 Sekunden), Vitalkapazität: 30 l (Norm über 31 l bei Frauen). Myasthenie-Score nach Besinger und Toyka 10/21. Reflexstatus, Koordinations- und Sensibilitätsprüfung unauffällig.

Labor: Leukozyten: 5000 pro Mikroliter. Thrombozyten: 2000 pro Mikroliter. Im Differentialblutbild 20% Stabkernige, 10% Segmentkernige, 10% Lymphozyten entsprechend einer absoluten Lymphozytenzahl von 150 pro Mikroliter, 20% Monozyten. Übrige Routinelaborparameter im Normbereich.

Zusammenfassende Beurteilung: Zusammenfassend läßt sich eine Stabilisierung der Symptomatik feststellen. Wir empfehlen eine Fortsetzung der Therapie mit Urbason 150 mg/die. Imurek 50 mg/die. Die Cortisonmedikation sollte nach dem mitgegebenem Schema weiter ausgeschlichen werden. Eine Wiedervorstellung ist in 6 Monaten vorgesehen, bei Verschlechterung jederzeit auch früher.

Mit freundlichen kollegialen Grüßen

Prof. Dr. A. Müller
Dr. B. Maier

Abb. 2.14. Mittels Schablone generierter Bericht mit den identischen Daten wie in Abb. 2.13.

2.3 Fallsuche und Statistik

Wenn der Benutzer eine Menge von Fällen eingegeben hat, kann er anhand von Fallkriterien nach bestimmten Fällen suchen oder sich Statistiken über die Häufigkeit und die Korrelation von Symptomen und Diagnosen ausgeben lassen.

Voraussetzung dafür ist, daß die Fälle zu einem sogenannten Fallspeicher zusammengefaßt sind und der Fallspeicher geladen ist. In D3 können Fälle wahlweise als Einzeldateien oder als Fallspeicher verwaltet werden. Die entsprechende Einstellung findet sich unter dem Menüpunkt BENUTZEREINSTELLUNGEN in dem Unterpunkt "der Fallverwaltung" im Menü ABLAGE. Mit dem Menüpunkt ORDNER ALS FALLSPEICHER LADEN im Menü FÄLLE können eine Menge von Einzeldateien zu einem Fallspeicher zusammengefaßt werden. Mit FALLSPEICHER LADEN und FALLSPEICHER SICHERN im Menü FÄLLE werden Fallspeicher geladen und gespeichert.

Die eigentliche Fallsuche wird durch den Menüpunkt FALL SUCHEN UND STATISTIK im Menü FÄLLE aktiviert. Daraufhin erscheint ein Fenster in dem die Suchkriterien spezifiziert werden. Es enthält in einer Klapphierarchie alle Symptome und Diagnosen der Wissensbasis sowie Optionen zur Selektion von Autoren, der Art des Falles und dem Suchzeitraum, die aus dem Formular zum Fall abspeichern (Abb. 2.7) übernommen sind. Ein Symptom wird ausgewählt, indem man es anklickt und in dem dann erscheinenden Pop-Up-Menü einen Wert selektiert. Wenn man die Wertselektion mit einem anderen Wert wiederholt, werden die Symptome mit "oder" verknüpft. Bei multiple-choice-Fragen kann man mit der Option "und" im Unterpunkt des Menüs "Wechsel zu" auch eine logische Und-Verknüfpung erreichen. Bei numerischen Fragen wählt man zunächst den Operator (>, >=, <, <=, von .. bis) und gibt dann die entsprechenden Zahlen ein. Die ausgesuchten Einzelkriterien können in dem obersten Knoten der Klapphierarchie mit "und", "oder" oder "mindestens <Zahl>" verknüpft werden, wobei die letzte Option bedeutet, daß von den Einzelkriterien mindestens die angegebene Zahl zutreffen muß.

Falls es keinen Fall mit allen gesuchten Symptom-und Diagnosekriterien gibt, kann man diese unspezifischer machen, indem man in dem obersten Eintrag der Klapphierarchie angibt, daß nur eine Mindestanzahl der Kriterien zutreffen soll. Abb. 2.15 zeigt eine typische Fallanfrage und Abb. 2.16 das Ergebnis, nachdem die Anfrage mit dem Knopf "OK" abgeschickt wurde.

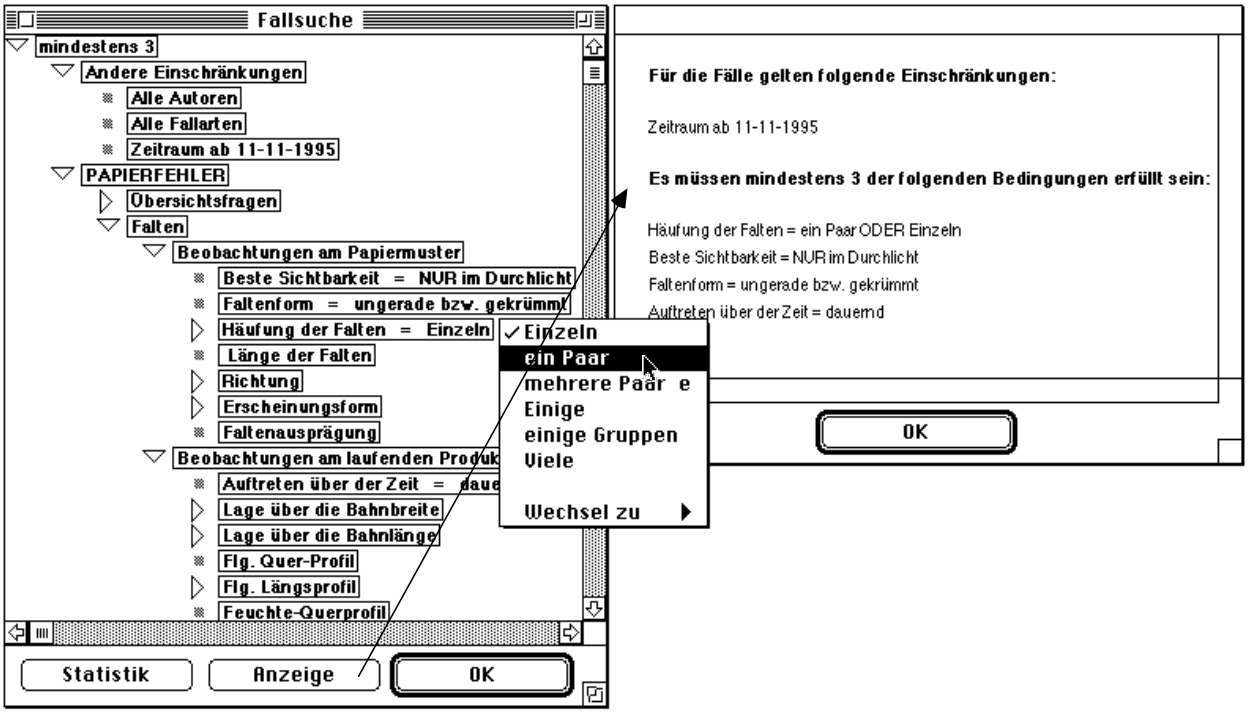


Abb. 2.15. Beispiel einer einfachen Fallanfrage: Gesucht sind alle Fälle seit dem 11-11-1995, in denen mindestens 3 der 4 angegebenen Merkmale erfüllt sind. Die Eingabe erfolgt über eine aufklappbare Merkmals- und Lösungshierarchie und Auswahl der Antwortalternativen aus Pop-Up-Menüs. Als Ergebnis wird eine Liste der passenden Fälle präsentiert, zu denen man sich dann genauere Informationen anschauen kann (Knopf "OK", Abb 2.16). Weiterhin kann man sich eine Statisitik zu den ausgewählten Merkmalen anzeigen lassen (Knopf "Statistik", Ergebnis in Abb. 2.17).

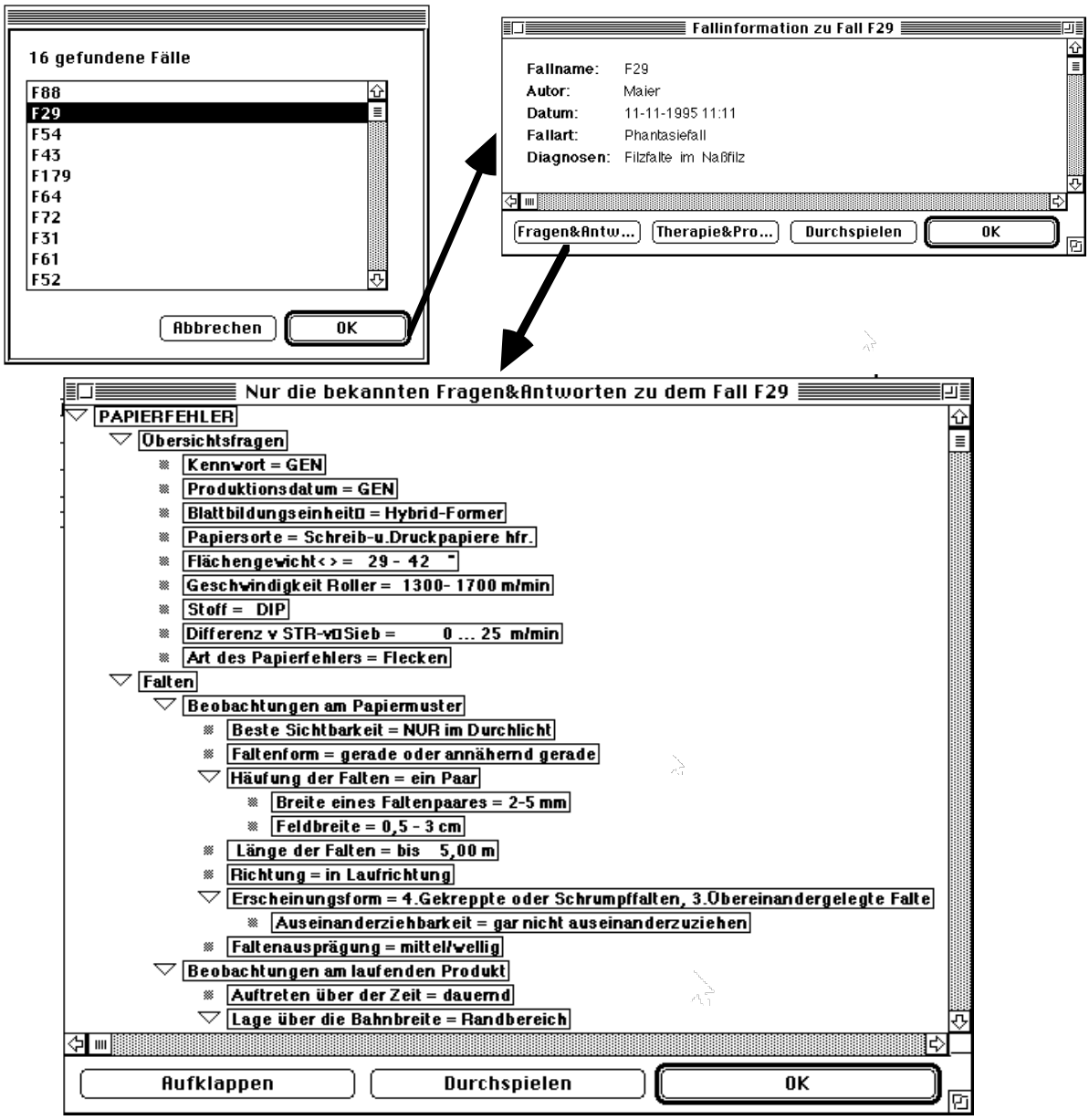


Abb. 2.16. Ergebnis der Anfrage von Abb. 2.15. Gezeigt wird eine Liste von Fällen (links oben), zu denen man sich eine Übersicht (rechts oben) sowie genauere Informationen anschauen kann (unten). Mit dem Knopf "Durchspielen" wird der Fall mit der aktuellen Wissensbasis interpretiert.

Eine Statistik über die absolute und relative Häufigkeit der ausgewählten Symptome und Diagnosen (falls keine Diagnose gewählt wurde, werden automatisch alle Diagnosen der Wissensbasis genommen) sowie die Korrelation der Symptome und der Diagnosen wird mit dem Knopf "Statistik" in Abb. 2.15 generiert. Das Ergebnis zeigt Abb. 2.17.

Wenn häufig dieselben Symptome und Diagnosen statistisch ausgewertet werden sollen, dann kann man sich auch in der Wissensbasis entsprechende Tabellen definieren. Sie werden mit dem Menüpunkt STATISTIKEN AUSWERTEN aus dem Menü FÄLLE aktiviert.

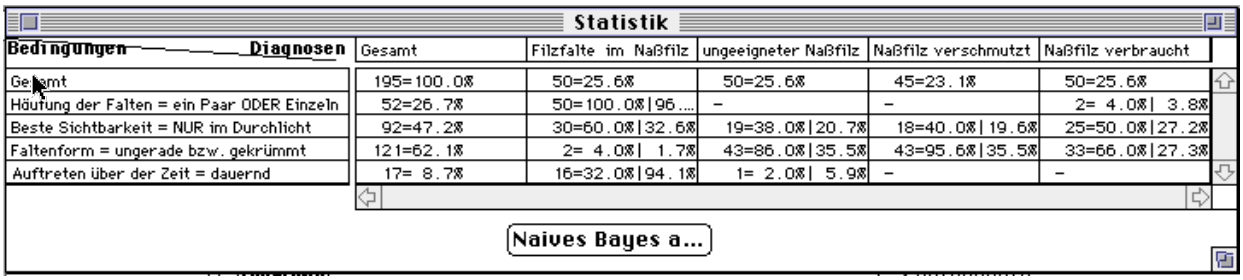
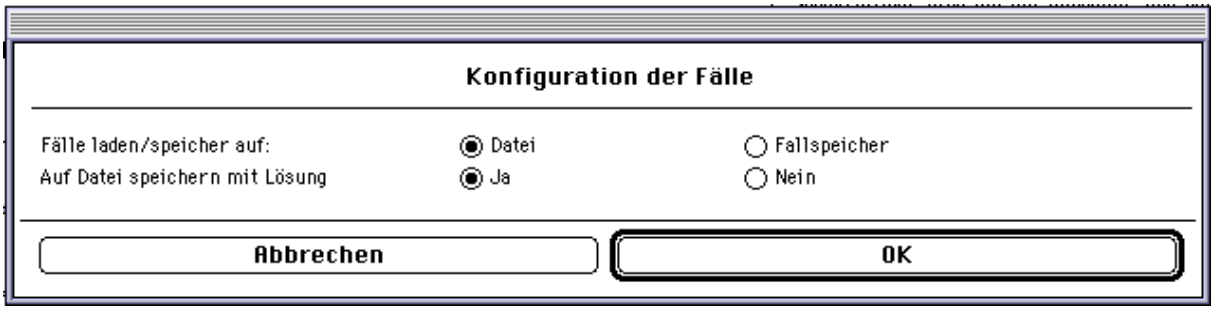


Abb. 2.17. Eine Statistik mit vier Diagnosen und vier Bedingungen entsprechend der Anfrage in Abb. 2.15. Für alle Diagnosen und Bedingungen werden die Gesamthäufigkeiten und Apriori-Wahrscheinlichkeiten P(Diagnose) bzw. P(Bedingung) sowie die bedingten Häufigkeiten und Wahrscheinlichkeiten P(Bedingung/Diagnose) bzw. P(Diagnose/Bedingung) angegeben. So zeigt das Kästchen in der ersten Spalte der dritten Zeile an, daß "Beste Sichtbarkeit [der Falten] = NUR im Durchlicht" in 92 von 195 Fällen (d.h. in 47,2%) vorgekommen ist. Der Eintrag daneben bedeutet, daß in 30 Fällen die Diagnose "Filzfalte im Naßfilz" vorlag, d.h. die bedingte Wahrscheinlichkeit, wenn "Filzfalte = Naßfilz", dann "Beste Sichtbarkeit = NUR im Durchlicht" beträgt 60%, während die umgekehrte bedingte Wahrscheinlichkeit wenn "Beste Sichtbarkeit = NUR im Durchlicht", dann "Filzfalte = Naßfilz" nur 32,6% ist. Mit dem Knopf "Naives Bayes anwenden" kann man zu dem aktuellen Fall die wahrscheinlichste Diagnose gemäß der einfachen Anwendung des Theorem von Bayes auf die Wahrscheinlichkeiten aus der Tabelle berechnen lassen.

Fallverwaltung

Wenn man häufig einen Fallspeicher benötigt, dann kann man die Fälle auch direkt in dem Fallspeicherformat abspeichern und daraus laden, so daß der Schritt des Zusammenfassen von einem Ordner voller Einzelfälle zu einem Fallspeicher entfällt. Der Fallspeicher ist als eine Art Hauptspeicherdatenbank implementiert und benötigt daher zusätzlichen Speicherplatz. Als grobe Richtlinie für den Hauptspeicherbedarf kann etwa 1 Megabyte pro 1000 Fälle gelten, wobei der tatsächliche Bedarf natürlich stark von der Anzahl der Merkmale pro Fall abhängt. Der Fallspeicher enthält zur Beschleunigung der Fallsuche auch Indexierungen für alle Merkmale und Lösungen. Das Umschalten wird über den Menüpunkt BENUTZEREINSTELLUNGEN mit der Option "der Fallverwaltung" im Menü ABLAGE aufgerufen. Wenn bei "Fälle laden/speichern auf" die Option "Fallspeicher" angekreuzt wird, wird das "Fall sichern" und "Fall laden" entsprechend umgestellt.



2.4 Fallbasierte Diagnostik und Erklärung

Eine vage Fallanfrage besteht ebenfalls aus der Angabe von Merkmalswerten, jedoch sollen nicht nur die genau passenden Fälle als Lösung gezeigt werden, sondern alle ähnlichen Fälle. Die Anfrage ist ein normaler Dialog zur Dateneingabe wie in Abb. 2.1–2.5. Damit ein Ergebnis erscheint, muß ein Fallspeicher geladen sein (s. Kap. 2.3) und der fallbasierte Problemlöser eingestellt sein. Dies erreicht man im Menüpunkt BENUTZEREINSTELLUNGEN, Unterpunkt "der Problemlöser" im Menü ABLAGE. Dabei können auch mehrere Problemlöser gleichzeitig gewählt werden, sofern für sie jeweils Wissen vorhanden ist. Falls mehrere Problemlöser aktiv sind, dann muß einer ausgewählt werden, der die globale Dialogsteuerung (Frageklassengenerierung) übernimmt. Die Problemlöser können auch die Dialogoberfläche mitgestalten, indem sie ihre Zwischenergebnisse während der Problemlösung laufend in dafür vorgesehenen Fenstern aktualisieren, was ebenfalls konfiguriert werden kann.

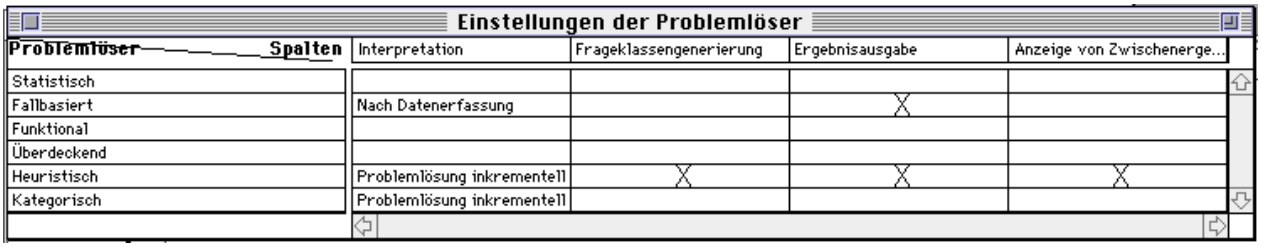


Abb. 2.18: Einfache Konfigurierung einiger Problemlöser und der Ergebnisausgabe. Die erste Spalte gibt an, ob der Problemlöser aktiv ist und ob er inkrementell arbeitet (also z.B. die Informationsfenster aus Abb. 2.20 laufend aktualisiert) oder erst nach Abschluß des Dialogs seine Lösungen berechnet. Die zweite Spalte gibt an, welcher Problemlöser für die Frageklassenaktivierung zuständig ist, wobei nur genau einer ausgewählt werden kann. In der dritten und vierten Spalte wird eingestellt, zu welchen Problemlösern Zwischen- und Endergebnisse gezeigt werden sollen. Da der fallbasierte Problemlöser aus Effizienzgründen nicht-inkrementell implementiert ist, darf bei ihm in der 2. und 4. Spalte nichts angekeuzt sein. Er arbeitet hier zusammen mit dem heuristischen Problemlöser, was aber auch wegkonfiguriert werden kann. Nur der kategorische Problemlöser sollte immer eingeschaltet sein.

Der fallbasierte Problemlöser benutzt auch kategorisches Wissen. Falls eine Lösung damit sicher hergeleitet werden konnte, wird er nicht aktiviert und gibt stattdessen die Meldung aus:



In diesem Fall oder wenn der Benutzer es wünscht, kann er jederzeit selbst den fallbasierten Problemlöser aktivieren, indem er den Menüpunkt FALLVERGLEICH im Menü PROBLEMLÖSER wählt. Das Ergebnis einer Anfrage, das bei den entsprechenden Einstellungen und dem Fehlen einer sicheren Lösung auch automatisch kommt, zeigt Abb. 2.19.

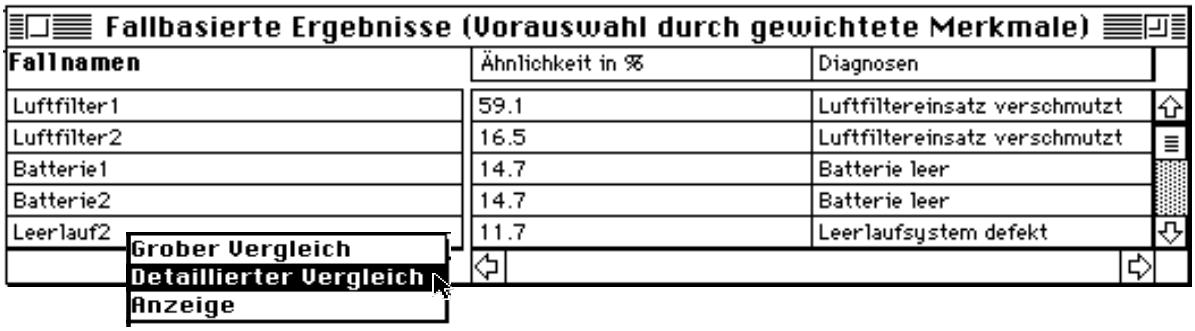
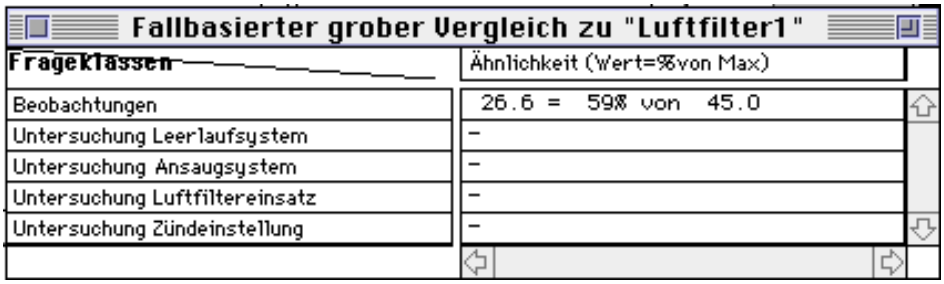


Abb. 2.19: Ergebnisübersicht der fallbasierten Problemlöser. Erklärungen zum Ergebnis bekommt man, indem man auf einen Fallnamen klickt.

Als Erklärung (s. Pop-Up-Menü in Abb. 2.19) gibt es außer der Fallanzeige, die der in Kap. 2.3 entspricht, zwei Optionen:

- Grober Vergleich: Dabei wird summarisch gezeigt, welche Frageklassen wie zum Gesamtergebnis beigetragen haben. Angegeben werden die erreichten Ähnlichkeitspunkte aller Symptome der Frageklasse, deren Prozentzahl im Vergleich zu den erreichbaren Punkten, sowie die erreichbaren Punkte, d.h. die Maximalpunktzahl der Frageklasse.



- Detaillierter Vergleich: Dabei wird der Beitrag jedes Symptoms zum Ähnlichkeitsvergleich gezeigt.



In der Spalte "Aktueller Wert" stehen die Ausprägungen im neuen Fall, in der Spalte "Fallwert" die entsprechenden Ausprägungen im Vergleichsfall "Luftfil-

ter1". Die letzte Spalte zeigt die prozentuale Ähnlichkeit zwischen aktuellem Wert und Fallwert sowie das Gewicht des Merkmals. So ist z.B. das Merkmal "Bewertung Kraftstoffverbrauch" mäßig wichtig (8 Punkte), die Ähnlichkeit der Ausprägungen beträgt 20%, weswegen es mit 1,8 Punkten bewertet ist. Die Gesamtähnlichkeit von 59,11% errechnet sich aus der Summe der realisierten Punkte (26,60) im Verhältnis zu den möglichen Punkten (45; s. Überschrift des Fensters).

In beiden Erklärungsfenstern kann man jeweils auf die Objekte in der ersten Spalte klicken und bekommt dann ein Pop-Up-Menü mit verfügbaren Informationen zu den Objekten selbst (s. Kap. 2.9).

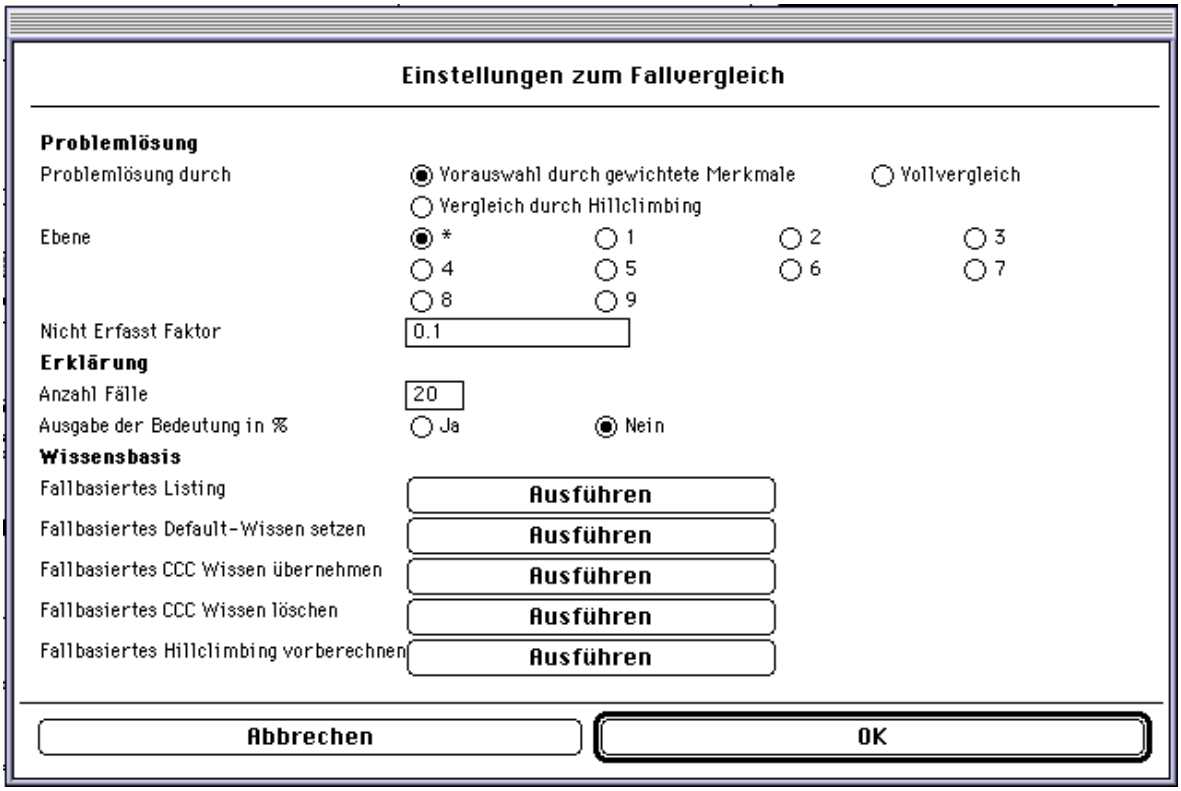
Einstellungen zum Fallvergleich

Während das Ähnlichkeitsmaß der fallbasierten Klassifikation in der Wissensbasis definiert wird, bleiben noch einige Freiheitsgrade, mit denen man globale Parameter beim Fallvergleich einstellen kann. Dazu gehört vor allem, wie effizient der ähnlichste Fall gefunden wird, wobei der Effizienzgewinn auf heuristischen Funktionen beruht, die nicht garantieren können, alle sehr ähnlichen Fälle zu finden. Der ähnlichste Fall wird aber fast immer gefunden.

- Vollvergleich mit allen Fällen: Der Rechenaufwand steigt proportional zur Anzahl und Größe der Fälle an.
- Vorauswahl von Fällen auf der Basis der wichtigen Merkmale des neuen Falles. Wesentlich effizienter als der Vollvergleich, aber ebenfalls mit annähernd linearer Progession bei wachsender Anzahl der Vergleichsfälle.
- Hill-Climbing über Fallnachbarschaften: Bei kleinen Fallmengen umständlich, aber bei sehr großen Fallmengen ist der Rechenaufwand kaum noch abhängig von der Anzahl der Vergleichsfälle. Für diese Methode sind Vorberechnungen erforderlich, die man bei erstmaliger Nutzung in den Einstellungen durchführen muß und die bei kontinuierlicher Benutzung automatisch weitergeführt werden.

Weiterhin kann man in den Einstellungen auswählen, welche Merkmale in den Fallvergleich eingehen sollen, so daß z.B. Vergleiche auf verschiedenen Abstraktionsebenen oder aus verschiedenen Sichten heraus möglich sind (welche Merkmale zu welcher Ebene gehören, ist in der Wissensbasis enthalten). Ein Problem beim Fallvergleich stellt die Bedeutung von solchen Merkmalen dar, die in einem Fall bekannt und im anderen Fall unbekannt oder nicht erfaßt sind. Das Gewicht dieser Merkmale wird entsprechend einem einstellbaren Faktor abgewertet. Da man sich meist nur für die ähnlichsten Fälle interessiert, kann man auch die Anzahl der angezeigten Fälle begrenzen.

Wenn man kein Wissen zum Ähnlichkeitsvergleich eingegeben hat, kann man Defaultwissen automatisch eintragen lassen. Eine Übersicht über die Einstellungen zeigt folgendes Fenster:



Von den fünf Knöpfen ist der Knopf "Fallbasiertes Default-Wissen setzen" der nützlichste für den Normalbenutzer. Er ermöglicht auch dann eine Benutzung des fallbasierten Schließen, wenn kein Wissen über das Ähnlichkeitsmaß vorhanden ist, indem die entsprechenden Attribute auf Standardwerte gesetzt werden. Zusätzlich müssen die Fälle als Fallspeicher geladen und der fallbasierte Problemlöser aktiv sein (s.o.). Allerdings ist die Trefferquote deutlich höher, wenn explizites Wissen zum Ähnlichkeitsmaß in der Wissensbasis vorhanden ist.

Mit dem Knopf "fallbasiertes Listing" bekommt man eine Auflistung der Fallbasierten Attribute in ihrer internen Repräsentation (nur für Wissensbasis-Entwickler interessant). Die beiden Knöpfe "Fallbasiertes CCC-Wissen übernehmen und löschen" dienen zur Kompatibilität mit einer früheren Programmversion und werden normalerweiser nicht gebraucht.

Der Knopf „fallbasiertes Hillclimbing vorberechnen“ muß einmal gedrückt werden, falls in der oberen Einstellung "Problemlösung durch" die Option "Vergleich durch Hillclimbing" gewählt wird.

2.5 Heuristische Diagnostik und Erklärung

Bei der heuristischen Diagnostik wird mit heuristischen Regeln von den Symptomen - eventuell über Zwischenstufen - auf die Diagnosen geschlossen. Als ein Spezialfall kann man die kategorische Diagnostik auffassen, bei der nur sichere (kategorische) Regeln zugelassen sind.

Im Gegensatz zur fallbasierten Diagnostik bekommt der Benutzer nach Eingabe jeden neuen Symptoms die aktuelle Diagnoseliste präsentiert. Dazu dienen die Informationsfenster über "bestätigte Diagnosen" und "Verdachtsdiagnosen" (Abb. 2.20).

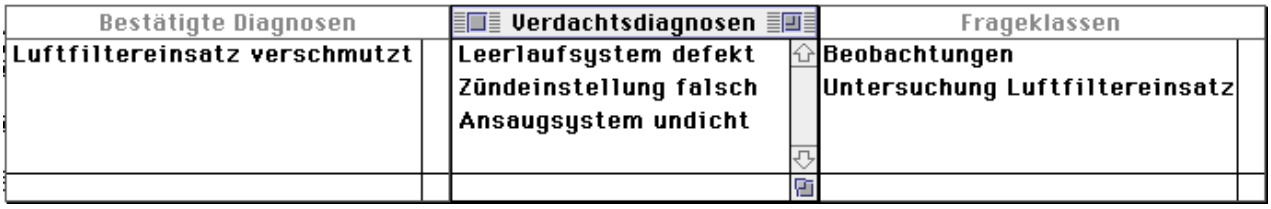


Abb. 2.20. Informationsfenster über den Zwischenstand der Problemlösung bei der heuristischen Diagnose (ersten beiden Fenster) und über die aktuelle und die zu stellenden Fragenklassen (Fenster ganz rechts).

Man kann sich diese Informationen in einer etwas ausführlicheren Form (mit Punktbewertungen) auch mit den Menüpunkten HEURISTISCHE DIAGNOSEN und VERDACHTSDIAGNOSEN im Menü ERKLÄRUNG anzeigen lassen. Weitere allgemeine Optionen sind AUSGESCHLOSSENE DIAGNOSEN und KONTEXTDIAGNOSEN, wobei letztere eher den Status von Hilfsdiagnosen haben.

Eine nützliche Erklärungsoption ist der Menüpunkt BEGRÜNDUNGSGRAPH im Menü ERKLÄRUNG, (s. Abb. 2.23), der für alle bestätigten Diagnosen die vollständigen Ableitungspfade in grafischer Form anzeigt. Er ist nur auf großen Bildschirmen oder hoher Bildschirmauflösung gut sichtbar.

Die heuristische Bewertung ergibt sich entsprechend einem einfachen Verrechnungsschema aus der Verknüpfung von Regelevidenzen. Diese sind zu Kategorien in geometrischer Reihenfolge gruppiert, d.h. die Verknüpfung von jeweils zwei Kategorien der unteren Stufe entspricht einer Kategorie der höheren Stufe. Eine Diagnose mit mindestens 10 Punkten (= p3) wird als verdächtigt, und eine Diagnose mit mindestens 42 Punkten (> p5) wird als bestätigt eingestuft.

(p = für die Lösung; n = gegen die Lösung)

p7 = immer: ≈ 100%	n7 = immer: ≈ –100%
p6 = fast immer: ≈ 95% (80 Punkte)	n6 = fast immer: ≈ –95% (–80 Punkte)
p5 = weitaus meistens: ≈ 80% (40 Punkte)	n5 = weitaus meistens: ≈ –80% (–40 Punkte)
p4 = mehrheitlich: ≈ 60% (20 Punkte)	n4 = mehrheitlich: ≈ –60% (–20 Punkte)
p3 = häufig: ≈ 40% (10 Punkte)	n3 = häufig: ≈ –40% (–10 Punkte)
p2 = manchmal: ≈ 20% (5 Punkte)	n2 = manchmal: ≈ –20% (–5 Punkte)
p1 = selten: ≈ 10% (2 Punkte)	n1 = selten: ≈ –10% (–2 Punkte)

Zu allen Diagnosen kann sich der Benutzer Erklärungen anzeigen lassen. Dazu klickt man auf die Diagnose und wählt aus dem erscheinenden Pop-Up-Menü eine Erklärungsoption. Die wichtigsten sind (eine ausführliche Übersicht über alle Erklärungsoptionen findet sich in Kap. 2.9):

- "heuristischer Wert und Begründung" (Abb. 2.21): ausführliche Begründung.
- "hinweisende Symptome" (Abb. 2.22): abstrahierte Begründung.
- "heuristischer Herleitungsgraph" (Abb. 2.23): grafische Darstellung.
- "heuristische nicht realisierte Herleitung" (Abb. 2.24): "Warum-nicht"-Frage.

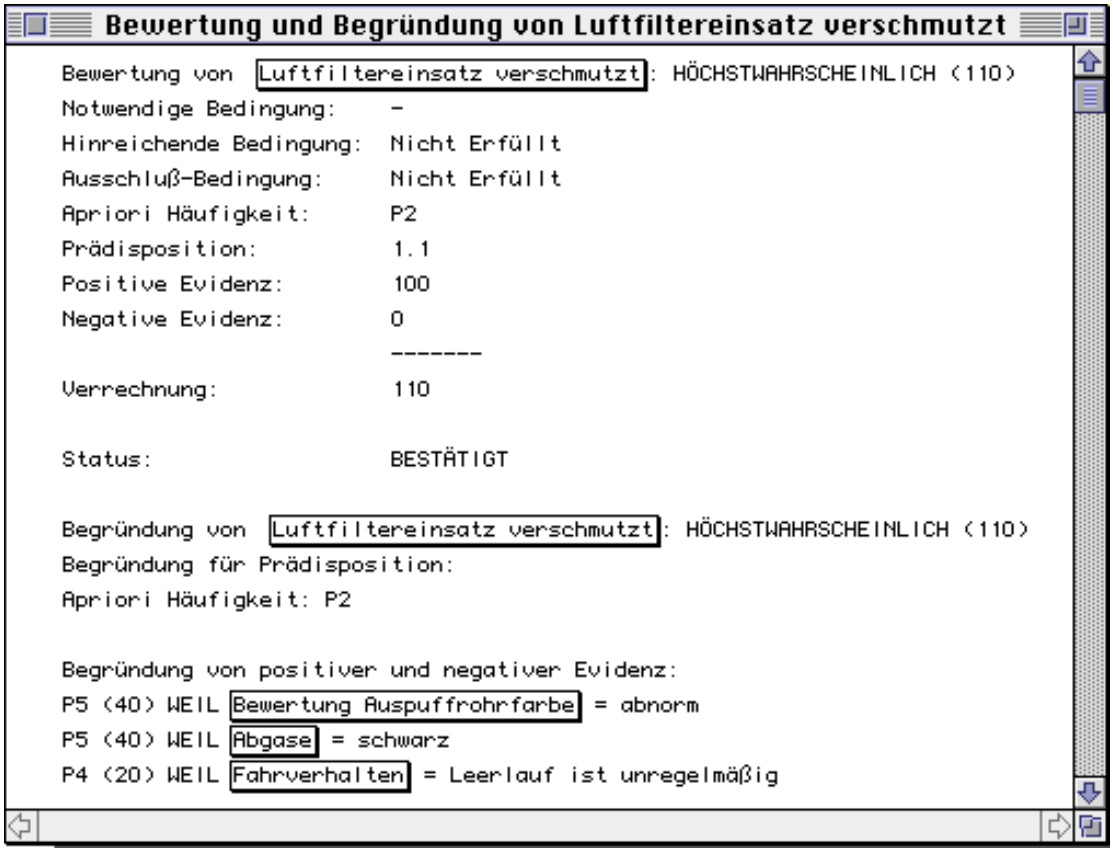


Abb. 2.21: Diese Übersicht zeigt im oberen Teil, wie sich die heuristische Gesamtbewertung der Diagnose zusammensetzt, und im unteren Teil die gefeuerten Rgeln. Durch Klick auf jedes umrandete Objekt kann man Erklärungsoptionen zur Herleitung dieses Objektes bekommen (s. Kap. 2.9).

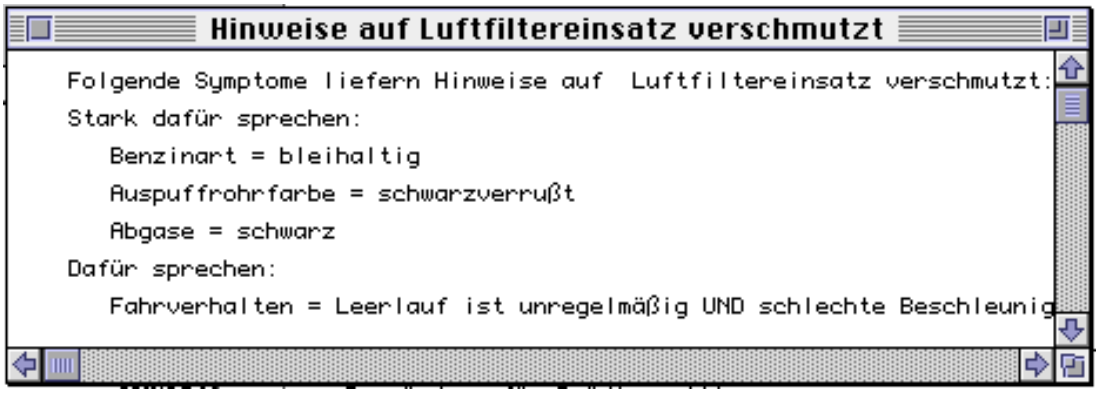


Abb. 2.22: Diese abstrahierte Gesamtübersicht zeigt nur an, welche Symptome zur Herleitung der Diagnose benutzt wurden, aber nicht die zugehörigen Regeln.

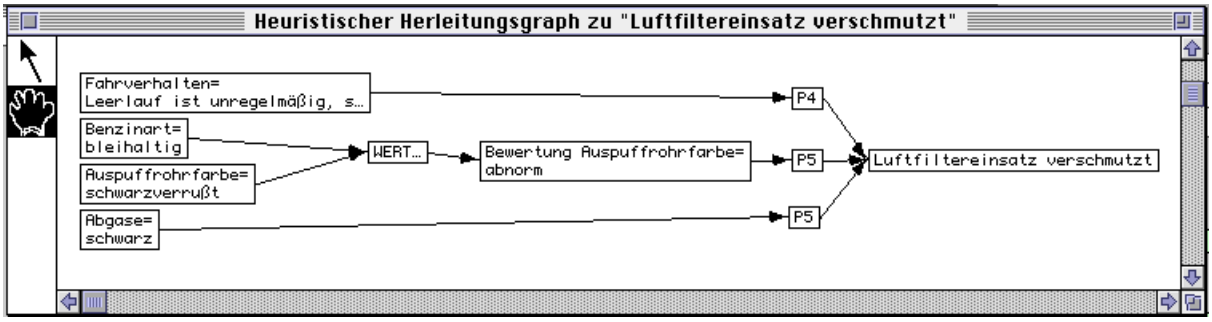


Abb. 2.23: Diese grafische Übersicht zeigt den gesamten Herleitungspfad einschl. aller Zwischenstufen von den Symptomen zu den Diagnosen.

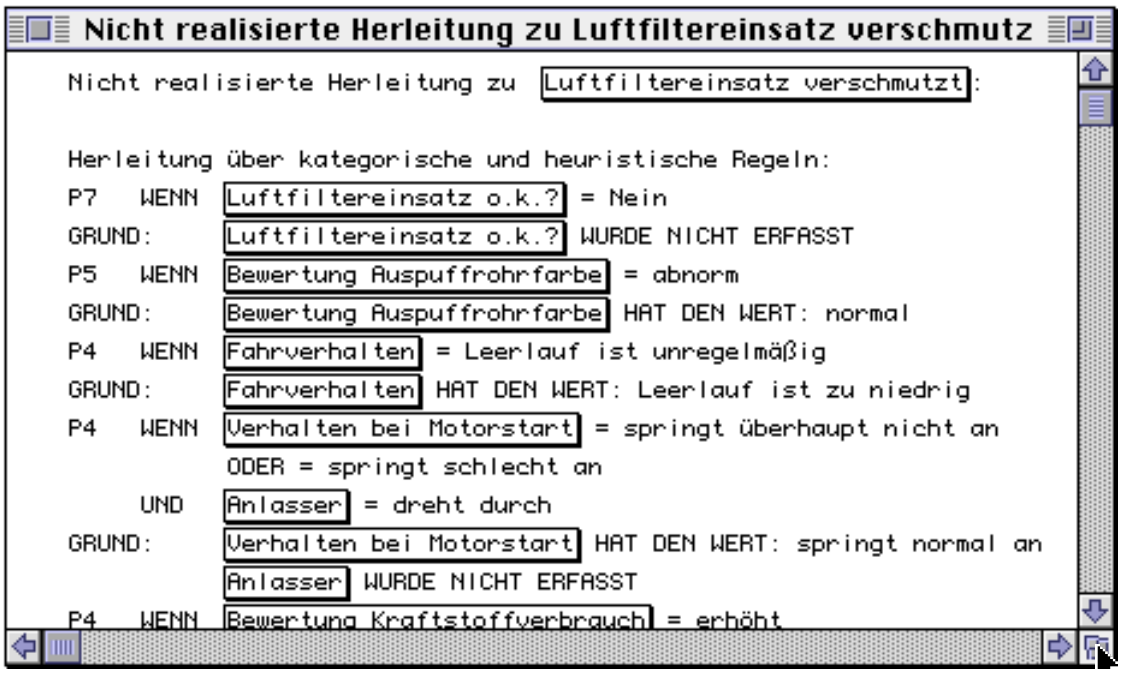


Abb. 2.24: Übersicht zur Frage "Warum nicht?": Gezeigt wird, welche Regeln warum nicht ("Grund") zur Herleitung der Diagnose gefeuert haben.

2.6 Überdeckende Diagnostik und Erklärung

Bei der kausal-überdeckenden Diagnostik wird die Diagnose oder Diagnosemenge gesucht, die gemäß der Diagnose->Symptom-Regeln alle beobachteten Symptomausprägungen und möglichst keine nicht beobachteten Symptomausprägungen überdeckt. Damit sie in D3 aktiviert wird, muß zum einen entsprechendes Wissen in der Wissensbasis vorhanden sein, und zum anderen muß es in den Benutzereinstellungen entsprechend konfiguriert sein (vgl. Abb. 2.18).

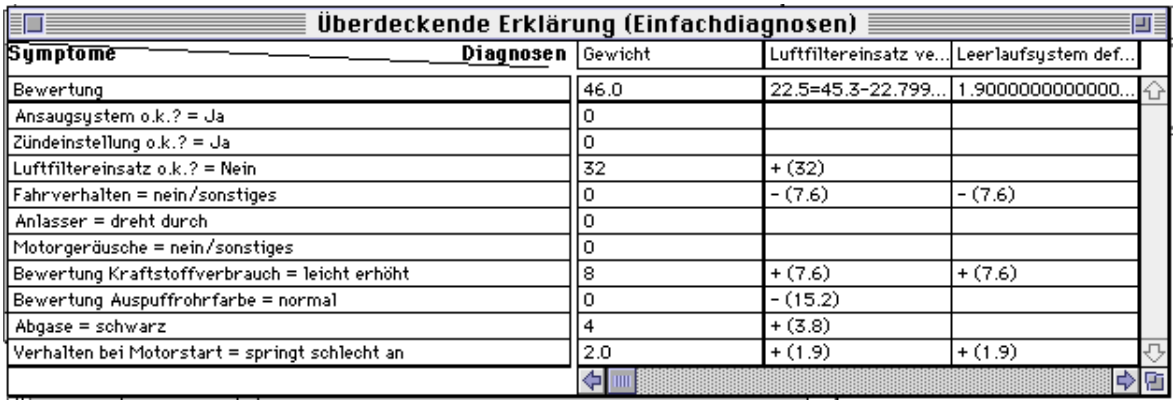
Auch zur überdeckenden Diagnostik kann man sich, wie zur heuristischen Diagnostik, Zwischenergebnisse anzeigen lassen, die immer eine aktuelle Liste der Einzeldiagnosen zeigen, die nach dem Umfang der von ihnen überdeckten Symptome geordnet sind. Da die Berechnung von Mehrfachdiagnosen, die zusammen alle Symptome überdecken, aufwendig ist, wird sie nicht automatisch durchgeführt, sondern muß vom Benutzer initiert werden. Dazu dient der Menüpunkt ÜBERDECKENDE MEHRFACHDIAGNOSEN BERECHNEN UND AUSGEBEN im Menü PROBLEMLÖSER.

Die wichtigsten Erklärungsoptionen aus dem Menü ERKLÄRUNG sind:

- ÜBERDECKENDE EINFACHDIAGNOSEN: Zeigt eine geordnete Liste der Einfachdiagnosen zusammen mit der Gesamtpunktzahl der überdeckten Symptome. Für falsch vorausgesagte Symptome werden negative Punkte vergeben.



- ÜBERDECKENDE ERKLÄRUNG DER EINFACHDIAGNOSEN: Zeigt zusätzlich an, welche Symptome von welchen Einzeldiagnosen überdeckt werden.



Die Diagnose "Luftfiltereinsatz verschmutzt" kann zwar alle abnormen Symptome erklären (normale Symptome haben das Gewicht 0 und brauchen nicht

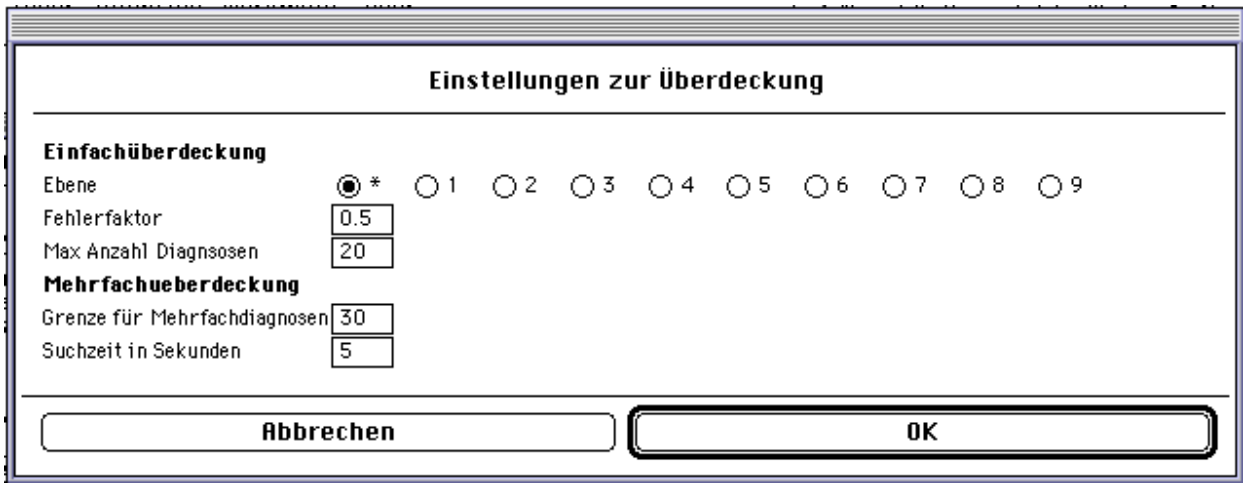
erklärt werden), aber sie sagt zwei Symptome falsch voraus und bekommt deswegen einen Punktabzug. Falls Überdeckungsrelationen mit Unsicherheiten behaftet sind, bekommt die Diagnose für diese überdeckten Symptome nicht die volle Punktzahl.

- ÜBERDECKENDER BEDEUTUNGSGRAPH: Zeigt die Überdeckungsrelationen grafisch an.

Während diese Optionen Erklärungen für alle Diagnosen anzeigen, was u.U. sehr unübersichtlich werden kann, kann man aus dem Pop-Up-Menü zu einer bestimmten Diagnose mit den Optionen "Überdeckende Bewertung und Begründung" und "Überdeckende Bedeutung" in derselben Darstellung nur genau ihre überdeckten Symptome in tabellarischer bzw. grafischer Form betrachten.

Einstellungen zur überdeckenden Diagnostik

Ähnlich wie beim Fallvergleich kann man in den Einstellungen zur überdeckenden Klassifikation auch auswählen, welche Merkmale überhaupt berücksichtigt werden sollen, und wieviele der besten Lösungen angezeigt werden sollen. Weiterhin kann man spezifizieren, wie schwerwiegend es ist, wenn eine Lösung bei einem Merkmal einen falschen Wert vorhersagt (überdeckt), was entsprechend dem "Fehlerfaktor" (verrechnet mit dem Gewicht des Merkmals) zu einem Punktabzug führt. Wenn der überdeckende Problemlöser eingeschaltet ist, werden inkrementell nur Einfachlösungen berechnet. Da das Berechnen von Mehrfachlösungen einen exponentiellen Zeitaufwand im Verhältnis zu der Anzahl der theoretisch möglichen Lösungen besitzt, wird es nur bei Bedarf ausgeführt. Es kann durch die Anzahl, aus wievielen Einzellösungen eine Mehrfachlösung bestehen darf, und durch eine vorgegebene Zeitschranke parametrisiert werden, bei deren Überschreiten die Berechnung abbricht und die bis dahin gefundenen besten Lösungen ausgegeben werden. Die folgende Abbildung zeigt die möglichen Einstellungen:



2.7 Funktionale Diagnostik und Erklärung

Die funktionale Diagnostik basiert auf der überdeckenden Diagnostik, ordnet aber die abstrakten Fehlerzustände der überdeckenden Diagnostik (physikalischen) Komponenten zu. Insbesondere, wenn die Komponenten und Materialien bildhaft illlustriert sind, kann sie sehr schöne Erklärungen liefern. Abb. 2.25 (links oben) zeigt das Ergebnisfenster (das man auch mit dem Menüpunkt ALLE FEHLERURSACHEN ANZEIGEN im Menü ERKLÄRUNG bekommen kann) der funktionalen Diagnostik zusammen mit einigen daraus aufrufbaren Erklärungsoptionen. Während die Pop-Up-Menü-Option "Begründung" eine textuelle Erklärung liefert, wird bei der Option "Auswirkungen zeigen" eine grafische Erklärung gezeigt.

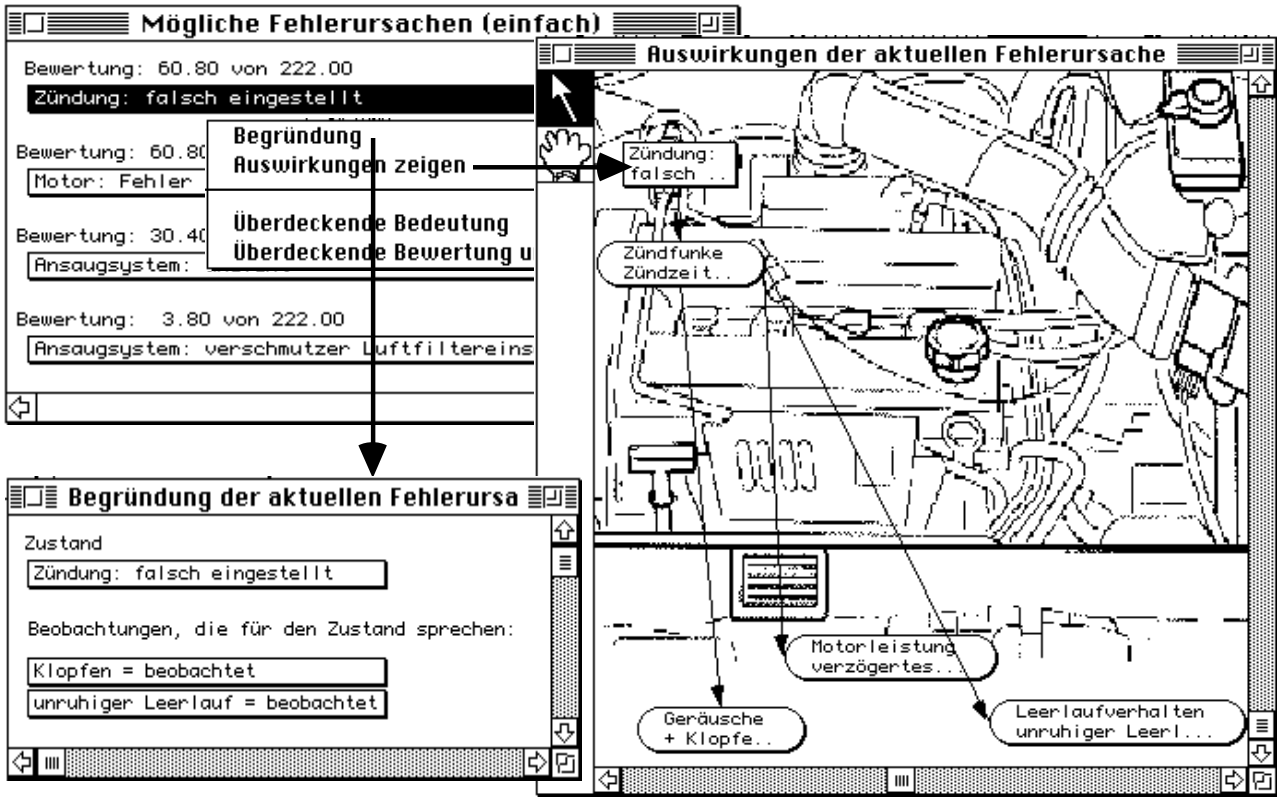


Abb. 2.25. Erklärungsoptionen für die funktionale Diagnostik: Ausgehend von dem Ergebnisfenster der funktionalen Diagnostik links oben kann man sich durch die beiden oberen Optionen des Pop-up-Menüs die beiden anderen Fenster als Begründungen anzeigen lassen. Die beiden unteren Optionen des Pop-Up-Menüs sind mit denen der überdeckenden Diagnostik (s. Kap. 2.6) identisch.

Eine grafische Übersicht über alle Fehlerursachen zeigt der Menüpunkt KOMPLETTE MODELLSICHT ANZEIGEN im Menü ERKLÄRUNG (s. Abb. 2.26). Mit dem Knopf "Andere Möglichkeit" kann man sich nacheinander alle Fehlerursachen illustrieren lassen, die in Abb. 2.25 (links oben) als Liste angegeben sind.

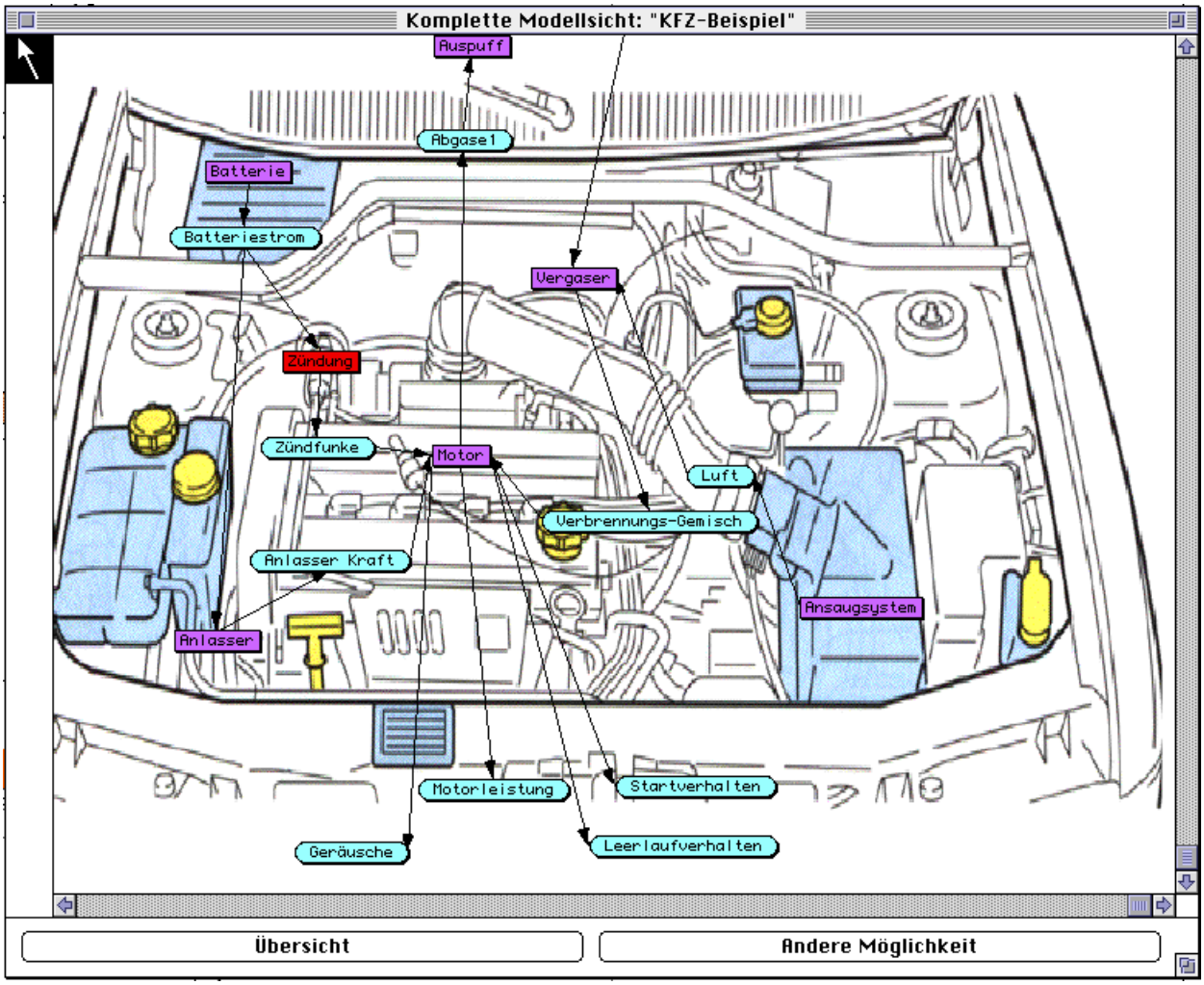


Abb 2.26. Funktionale Fehlerübersicht aus einer Kfz-Demo-Wissensbasis (die fehlerhaften Komponenten sind im Original farbig hervorgehoben).

Ähnlich wie bei der überdeckenden Diagnostik muß man sich auch bei der funktionalen Diagnostik die Mehrfachfehler durch einen expliziten Aufruf berechnen lassen (Menüpunkt FUNKTIONALE MEHRFACHFEHLER BERECHNEN im Menü PROBLEMLÖSER).

2.8 Tutorielle Nutzung

Voraussetzung für die Benutzung des Trainingssystems ist das Vorhandensein von Fällen, die vom Expertensystem korrekt gelöst wurden. Das Trainingssystem präsentiert schrittweise die Symptome dieser Fälle, die der Benutzer selbständig löst. Im (system)geführten Dialog muß der Benutzer nur Diagnosen, im ungeführten Dialog zusätzlich Tests zu deren Absicherung herausfinden. Seine Diagnosen, Tests und deren Begründungen werden vom System kommentiert, indem sie mit dem jeweiligen Problemlösungsstatus des Systems verglichen werden. Wenn sich die Domäne dafür eignet, können die Fälle auch multimedial präsentiert werden, d.h. in Form von Bildern, auf denen der Benutzer zunächst Symptome erkennen muß, bevor er sie diagnostisch interpretiert. Im folgenden wird die tutorielle Nutzung zunächst am Beispiel der Neurologiediagnostik und dann mit multimedialer Fallpräsentation am Beispiel der Pflanzenklassifikation demonstriert. Der Aufruf erfolgt über den Menüpunkt TRAININGSOBERFLÄCHE im Menü ABLAGE. Daraufhin wechselt die Menüzeile und die vier Menüpunkte TRAINING, OPTIONEN, FALL-BILDER (nur bei eingestellten Bildsystemen) und WINDOWS erscheinen:



TRAINING

- FALL STARTEN: Ein Dateiauswahl öffnet sich und der ausgewählte Fall wird in dem eingestellten Modus durchgespielt.
- FALL ABBRECHEN: Der aktuelle Fall wird unterbrochen und alle Fenster geschlossen.
- EINSTELLUNGEN DES TRAINERS: Einstellungen, wie auch in der Dialogoberfläche unter Benutzereinstellungen des Trainers.
- ZURÜCK ZUM DIALOG: Der aktuelle Fall wird abgebrochen und in die Dialogoberfläche gewechselt.

OPTIONEN

- ALLE DATEN ZEIGEN: Wenn dieser Menüpunkt angehakt ist, werden alle Daten unabhängig von ihrer Abnormität dargestellt. Ist dieser Punkt nicht abgehakt werden Symptome mit normalen Werten ausgefiltert und nur die abnormen Werte des Falls angezeigt. Durch Auswahl dieses Menüpunkt wird die Darstellung geändert.
- GEFÜHRTER TEST: Schnelle Variante, um von dem geführten Test in den freien Test zu wechseln und umgekehrt. Ist gerade der geführte Test gewählt ist dieser Menüpunkt markiert. Um den Modus wechseln zu können darf kein Fall aktiv sein, d.h. wenn ein Fall aktiv ist, wird er nach Rückfrage abgebrochen.
- ZUSATZINFORMATION ZUM FALL: Zu manchen Fällen wurde ein Kommentar eingegeben, den man sich mit diesen Menüpunkt ansehen kann.
- GESAMTKRITIK DER BILDER: Ist ein Bildsystem zu den aktuellen Fall verfügbar, kann hier eine Kritik über alle in diesem Bildsystem erkennbaren Symptome abgerufen werden. Im Unterschied zu der Einzelkritik aus dem Trainerablauf werden hier auch noch nicht eingegebene Symptome aufgelistet.
- KORREKTE BILDWERTE EINTRAGEN: Ist ein Bildsystem zu dem aktuellen Fall verfügbar, können über diesen Menüpunkt die gesamten, korrekten, in dem Bildsystem erkennbaren Symptomwerte in die Hierarchie eingetragen werden.

FALL-BILDER
Hier werden alle Bilder des Bildsystems, die schon einmal während des aktuellen Falls geöffnet waren als Menüpunkte bereitgestellt, um wieder schnell auf sie zugreifen zu können. Ein Bild wird geöffnet oder in den Vordergrund gebracht, wenn der entsprechende Menüpunkt ausgewählt wird.

WINDOWS
Alle im Moment geöffneten Fenster werden aufgelistet und durch Auswahl des Menüpunktes in den Vordergrund gebracht.

Nachdem jetzt die Menüs erklärt wurden, werden die einzelnen Schritte eines Tutorfalls besprochen. Man wählt nun den Menüpunkt FALL STARTEN aus dem Menü TRAINING.

Wenn man im nicht-geführten Modus arbeitet, erscheint dann ein Fenster wie in Abb. 2.27 mit Basis-Symptomen des Patienten. Nachdem sich der Benutzer durch Auf- und Zuklappen in der Hierarchie alle Symptome angesehen hat, kann er eine Verdachtsdiagnose stellen und weitere Tests zur Klärung wählen. Diese Aktionen kann er sich auch kommentieren lassen (Abb. 2.28 und Abb. 2.29). Falls er weitere Tests wählt, dann bekommt er deren Ergebnisse gezeigt (sofern in dem Fall dazu Ergebnisse vorliegen). Wenn der Benutzer genügend Daten gesammelt hat, um seine Enddiagnose zu stellen, beendet er den Fall.

Im geführten Modus entfällt der Schritt zur Auswahl von Tests, d.h. der Benutzer muß nur seine Verdachtsdiagnosen eingeben, nach denen er in vorbestimmten Intervallen gefragt wird (z.B. nach der Anamnese, dem Untersuchungsbefund, den Labordaten und den technischen Untersuchungen). Daher enthält die Buttonzeile in Abb. 2.30 nur einen Aktions-Knopf "Weiter", bei dessen Drücken der Benutzer automatisch nach seiner Verdachtsdiagnose ähnlich wie in Abb. 2.28 gefragt wird und dann ebenfalls automatisch neue Daten präsentiert bekommt.

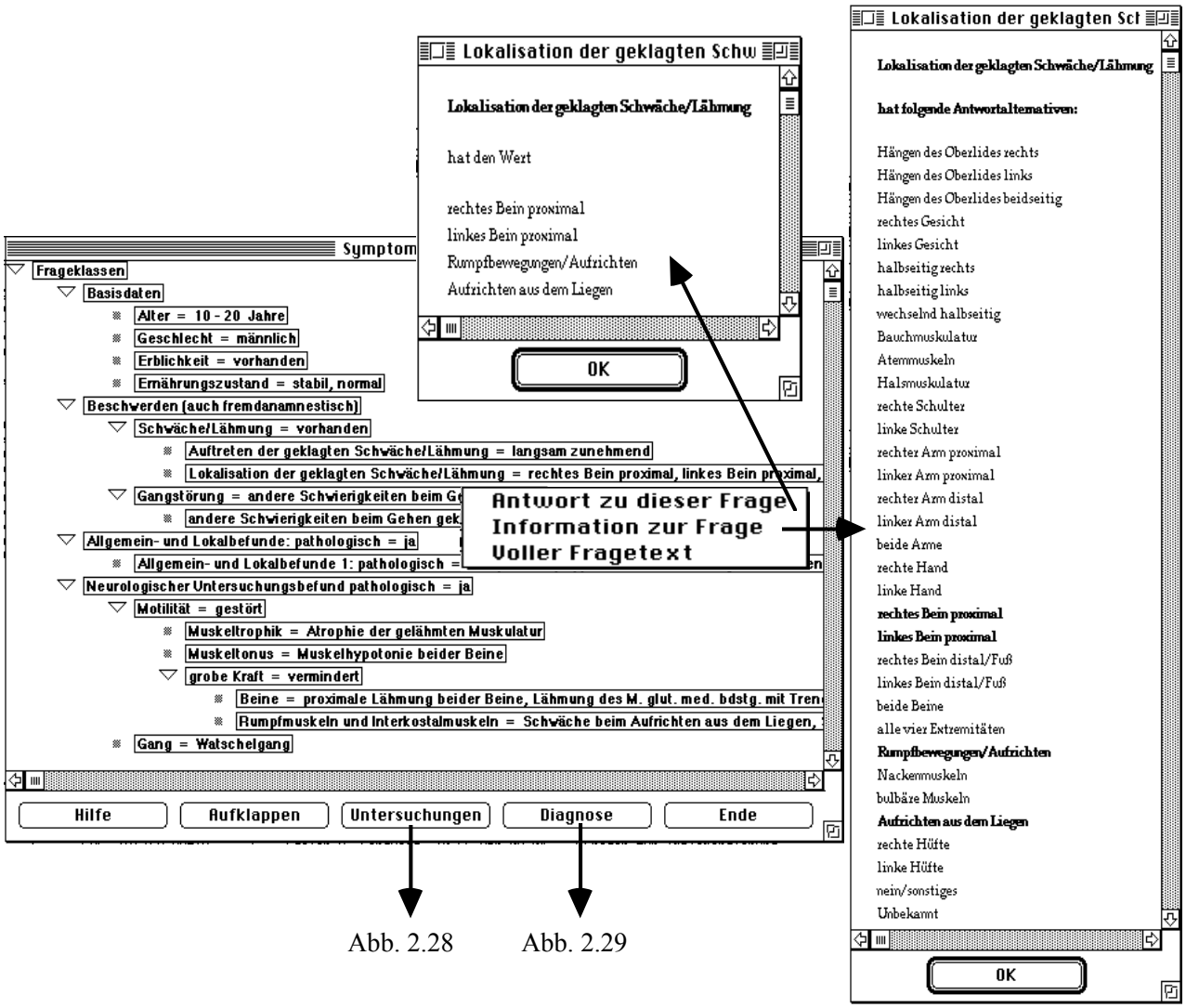


Abb. 2.27. Präsentation der Basissymptome eines Falles in einer Klapphierarchie. Durch Klick auf ein Symptom kann sich der Benutzer zusätzliche Eigenschaften des Symptoms anzeigen lassen (sofern in der Wissensbasis vorhanden, auch Erläuterungen und Bilder, die in dem Beispiel fehlen).



Abb. 2.28. Auswahl einer Verdachtsdiagnose durch den Benutzer mit Feedback vom System.

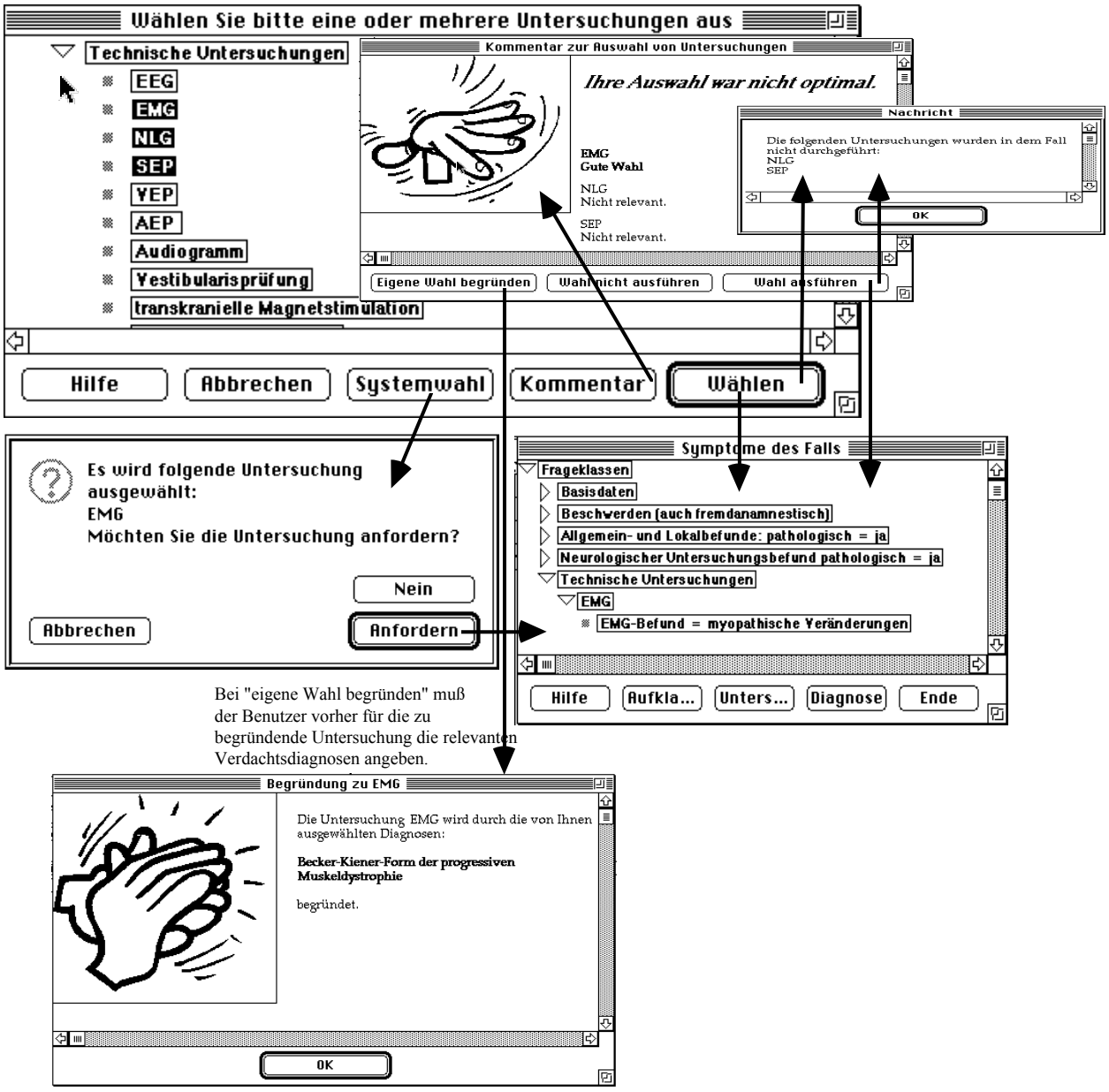


Abb. 2.29. Auswahl von Tests durch den Benutzer mit Feedback vom System und Präsentation der Ergebnisse der Tests.

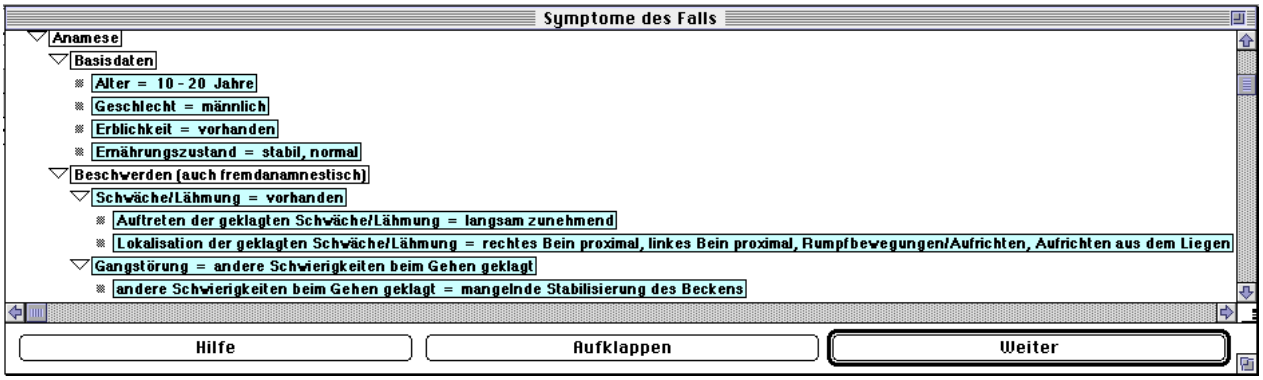


Abb. 2.30. Im geführten Modus wird der Benutzer nach Drücken des Knopfes "Weiter" nach seinen Verdachtsdiagnosen gefragt und bekommt dann neue Symptome präsentiert.

Jederzeit, spätestens aber am Ende des Falles, nachdem dem Benutzer alle Symptome bekannt sind, soll er seine gewählten Diagnosen begründen. Dazu muß er die zur Herleitung der Diagnose wichtigen Symptome angeben, wozu er anschließend einen Kommentar bekommt (Abb. 2.31).

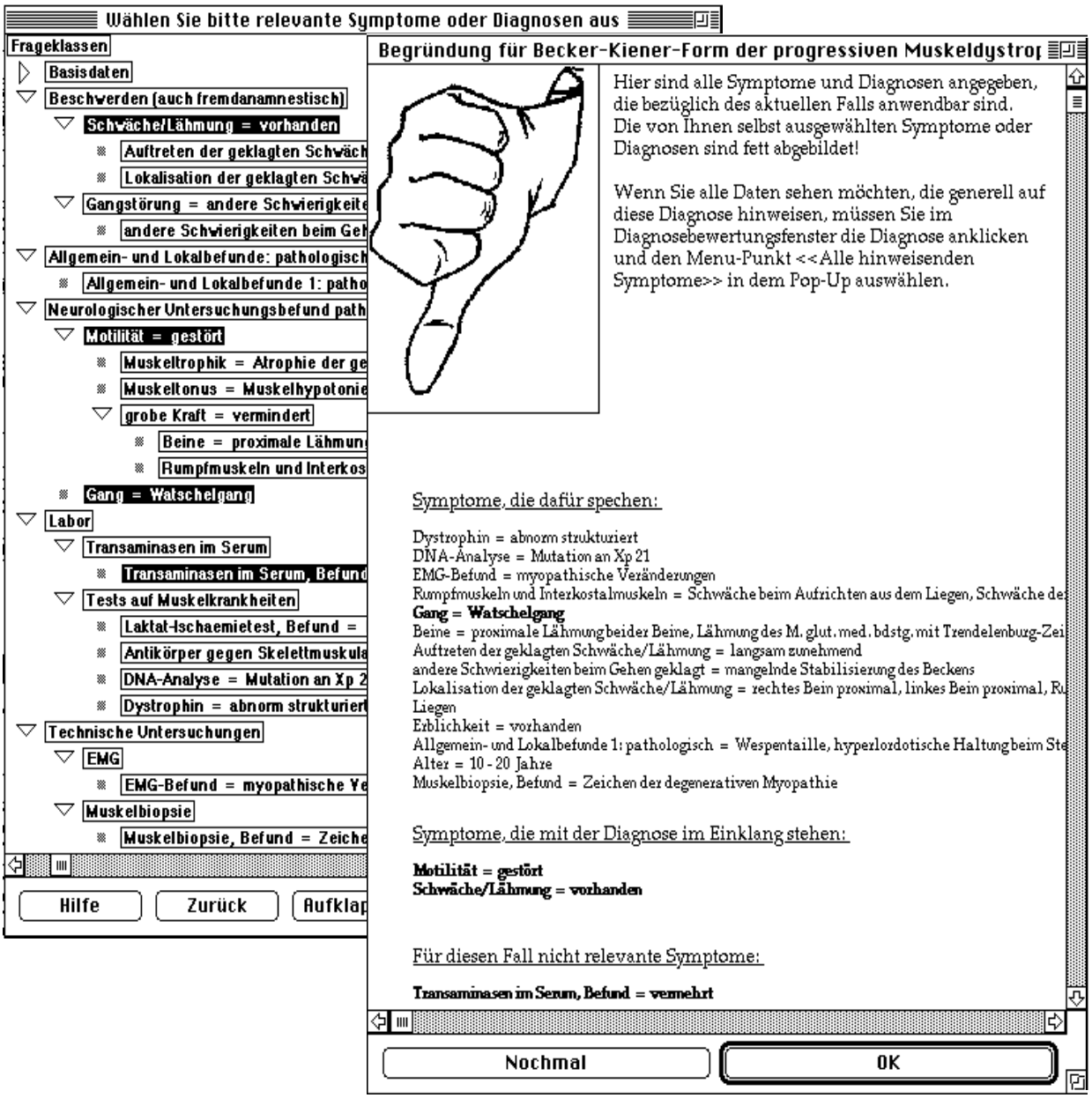


Abb. 2.31. Der Benutzer begründet eine Diagnose, indem er aus der Liste aller Symptome des Falles diejenigen markiert, die er für die Herleitung der Diagnose für relevant hält. Den Kommentar dazu zeigt der rechte Teil der Abbildung.

Wenn sich die Domäne dazu eignet, können die Merkmale statt nur in Textform auch multimedial präsentiert werden. Ein Beispiel aus der Pflanzenerkennung zeigt

Abb. 2.32. Zunächst wird nur das Übersichtsbild der Pflanze gezeigt (in Abb. 2.32 ganz links). Durch Klick auf entsprechende Regionen kann der Benutzer weitere Bilder anfordern (restliche Bilder in Abb. 2.32). Seine Beobachtungen gibt er dann mit einer aufklappbaren Hierarchie (s. o. Abb. 2.4) ein. Merkmale des Falles, die nicht multimedial dargestellt werden können, sind in der Klapphierarchie vorausgefüllt. Die weitere Interpretation der Daten verläuft dann wie bereits beschrieben weiter. Bei der Kritik der Benutzereingaben berücksichtigt das Trainingssystem jetzt auch, welche Merkmale der Benutzer richtig bzw. falsch erkannt hat (Abb. 2.33).

Dabei kann entweder eine generelle Kritik über das Menü OPTIONEN und GESAMTKRITIK ALLER BILDER (nicht erkannte Symptome werden angezeigt) oder über die Buttons „Symptomkritik“ in Präsentations- und Bewertungsfenster (nur eingegebene Symptome werden bewertet) erfolgen. Im Bildfenster erscheinen die zusätzlichen Buttons „Kritik“ und „Lösung“, die nur die Symptome betrachten, die man in diesem Fenster erkennen kann. Der Menüpunkt KORREKTE BILDWERTE EINTRAGEN ersetzt alle Eingaben des Benutzers durch die richtigen Werte und auch alle noch nicht eingegeben Symptome werden mit den korrekten Werten belegt.

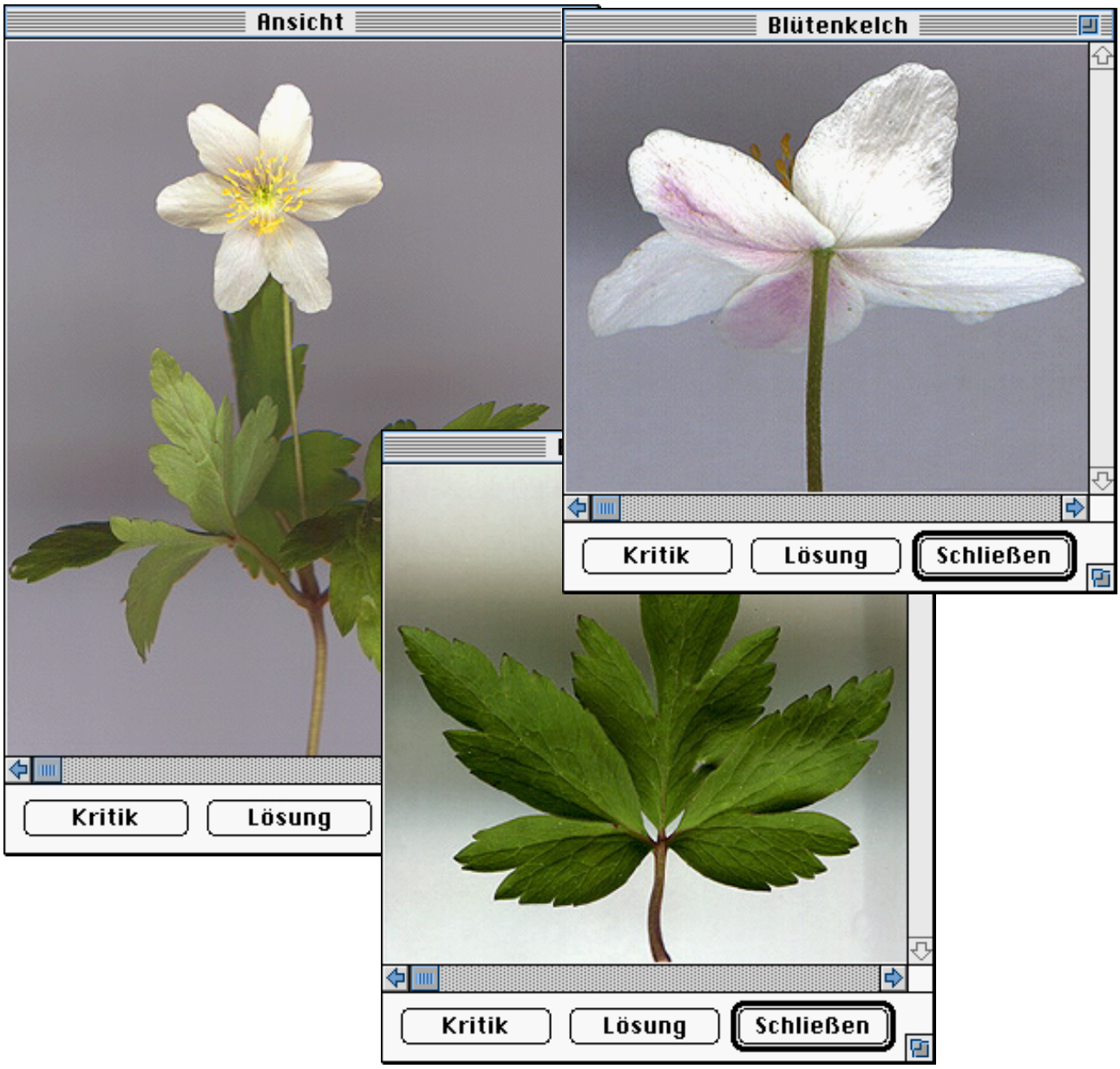


Abb. 2.32. Multimediale Darstellung eines Falls mit einem Hypertextsystem.

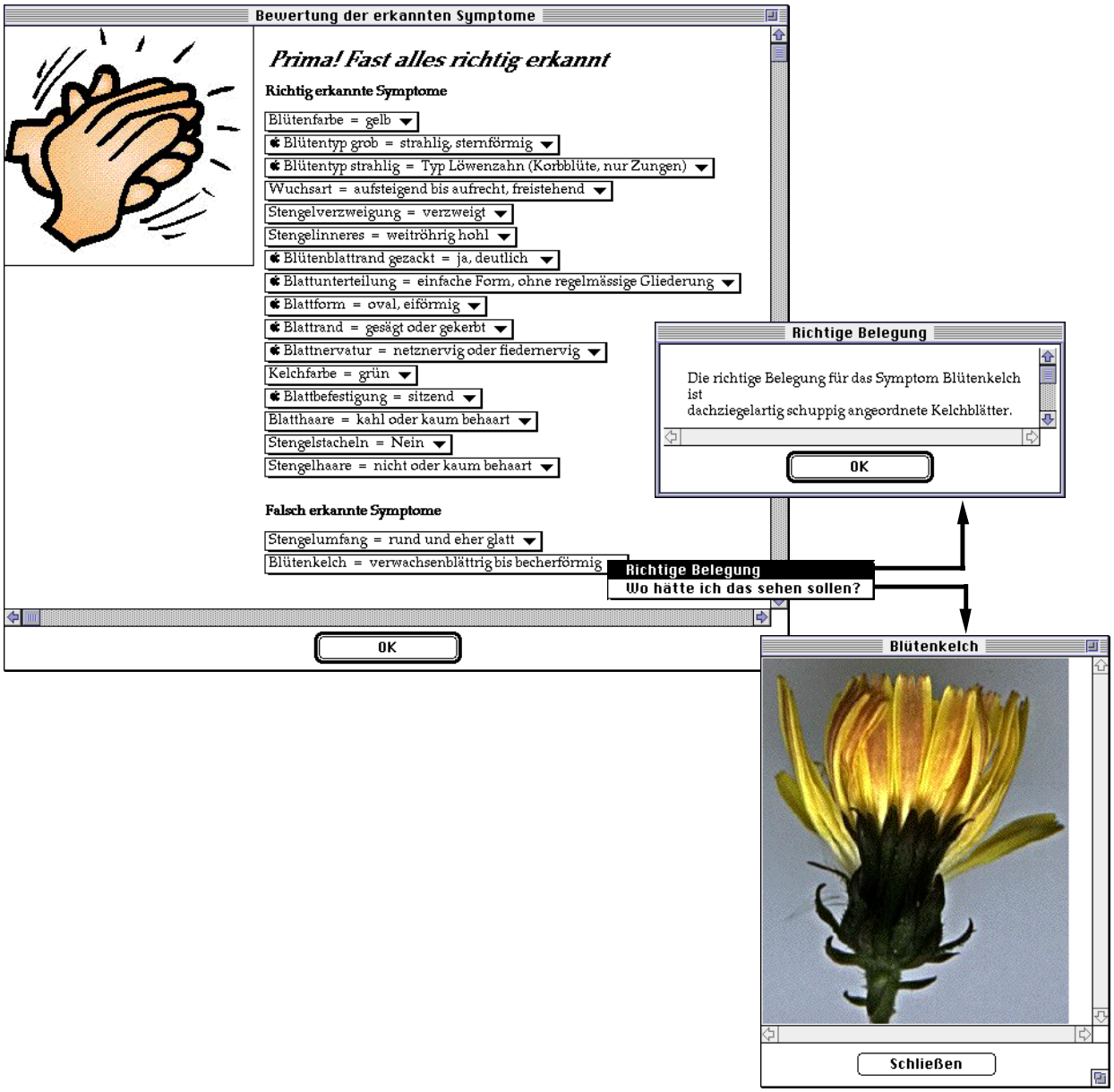


Abb. 2.33. Kritik der Merkmalserkennung. Zu falsch erkannten Merkmalen kann sich der Benutzer die "richtige Belegung" und den zugehörigen Bildausschnitt zeigen lassen.

In den Benutzereinstellungen des Trainers kann man vor allem bestimmen, wie ausführlich ein Fall präsentiert werden soll und wie detailliert das Feedback bei der Kritik von Benutzerlösungen sein soll (Abb. 2.34).

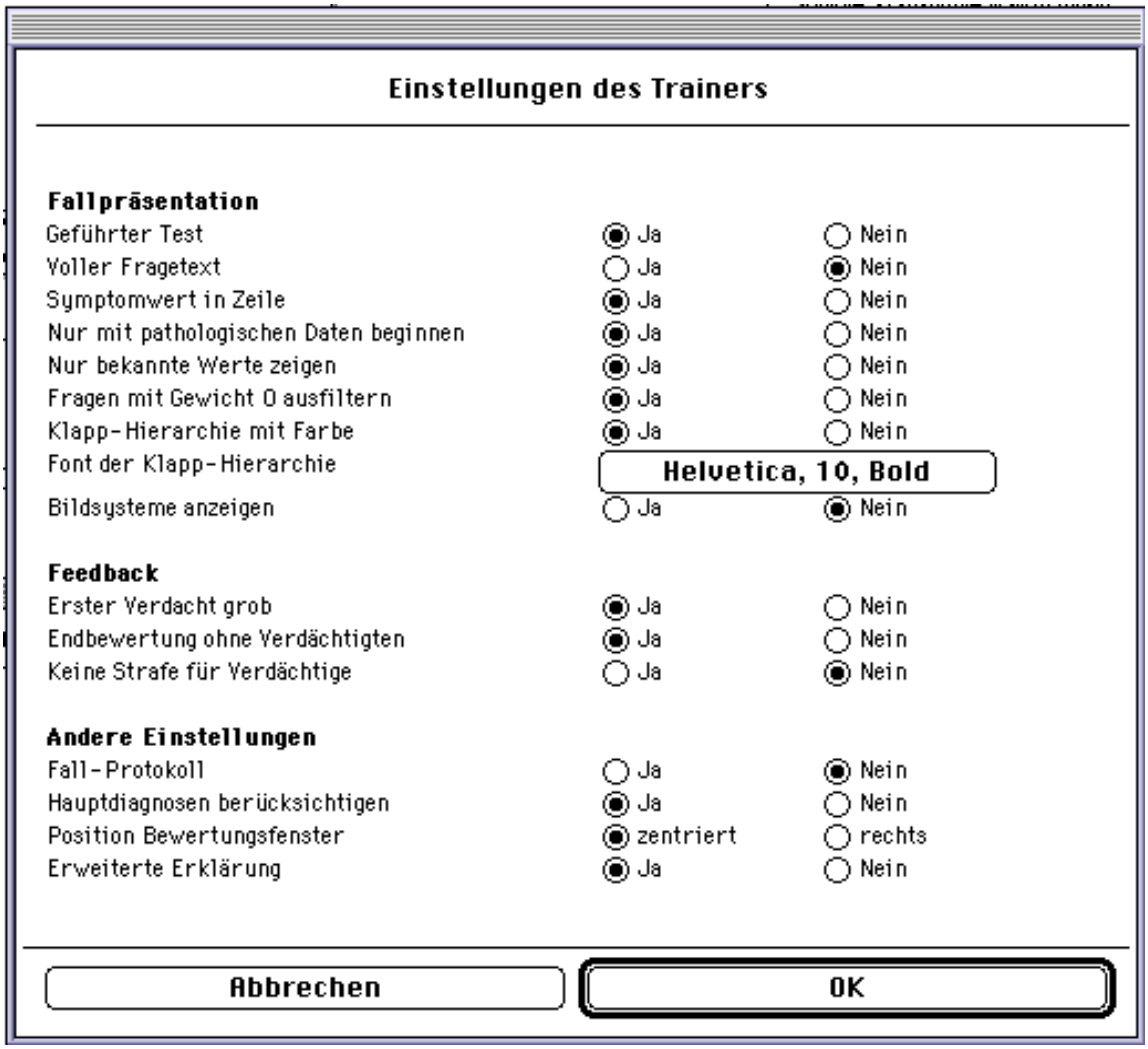


Abb. 2.34. Einstellungen zur Trainingsoberfläche (Erläuterung im Text)

Im folgenden sind die wichtigsten Optionen der Trainer-Einstellungen beschrieben.

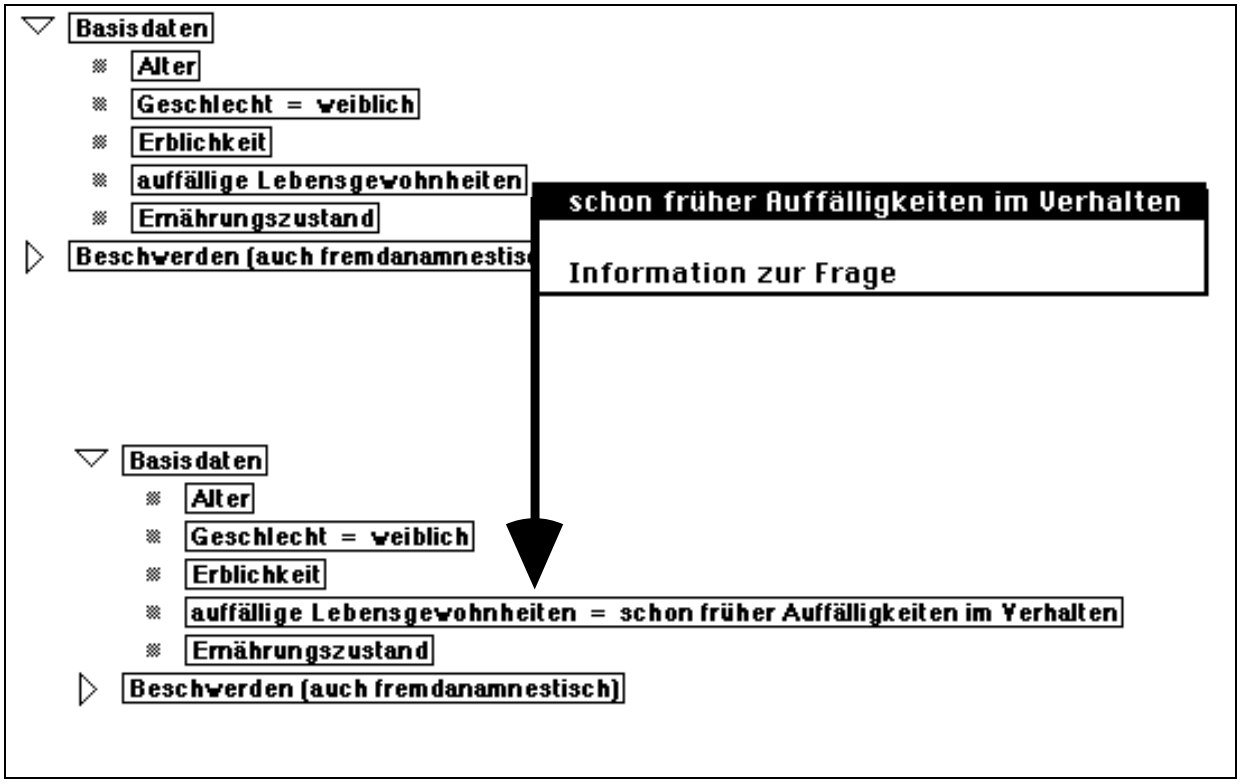
Fallpräsentation:

Die beiden Pole bei der Fallpräsentation sind, den Trainer mit möglichst wenigen vorgegebenen Informationen – was länger dauert, aber der realen Problemsituation ähnlicher ist – oder möglichst schnell durchzuspielen. In dem Teil Fallpräsentation kann dies eingestellt werden. Die Spalte "ja" steht für die schnelleren Varianten, wohingegen die Einstellungen "nein" die realistischeren sind. Dabei ist aber jede Mischung der Varianten erlaubt.

*Geführter Test:*Bei "ja" wird die Fallsymptomatik vom Trainer schrittweise präsentiert, wobei der Benutzer nur Verdachtsdiagnosen auswählt, während bei "nein" (ausführlicher Test) der Benutzer die relevanten Untersuchungen selbst anfordern muß.

*Symptomwert in Zeile:*Bei "ja" wird der Wert eines Symptoms direkt in die Zeile geschrieben (siehe Abbildung unten rechts). Wird "nein" gewählt, muß auf jedes Symptom geklickt wer-

den, bevor der Wert sichtbar wird. Diese Variante entspricht dem expliziten Nachfragen einzelner Befunde (siehe Abbildung).



*Nur mit pathologischen Daten beginnen:*Jeder Patient hat normale und pathologische Befunde. Die realistischere Einstellung wäre also mit "nein" zu beginnen, was bewirkt, daß sowohl pathologische als auch Normalbefunde angezeigt werden. Dies kann mitunter sehr unübersichtlich werden. Mit "ja" werden nur die pathologischen Befunde angezeigt, was zwar weniger realistisch, aber übersichtlicher ist. In den Fenstern zur Anzeige dieser Befunde kann jederzeit zwischen den zwei Modi gewechselt werden.

*Nur bekannte Werte zeigen:*Wenn Untersuchungen nicht durchgeführt wurden, erhalten sie den Wert "Unbekannt". Wenn man trotzdem alle Untersuchungen sehen möchte, muß "nein" gewählt werden. Diese Option ist vor allem in Verbindung mit *Symptomwert in Zeile* "nein" sinnvoll.

Klapphierarchie mit Farbe: Bei "ja" werden abnorme Merkmale farblich hervorgehoben.

Bildsysteme anzeigen: Bei "ja" wird der Fall multimedial präsentiert, d.h. es werden Bilder gezeigt, auf denen der Benutzer die Merkmale erst erkennen muß, bevor er sie diagnostisch interpretieren kann. Voraussetzung dafür ist, daß der Experte entsprechende Bildsysteme zu den Fällen eingegeben hat. Einstellungen zu den Bildsystemen sind in Abb. 2.35 beschrieben.

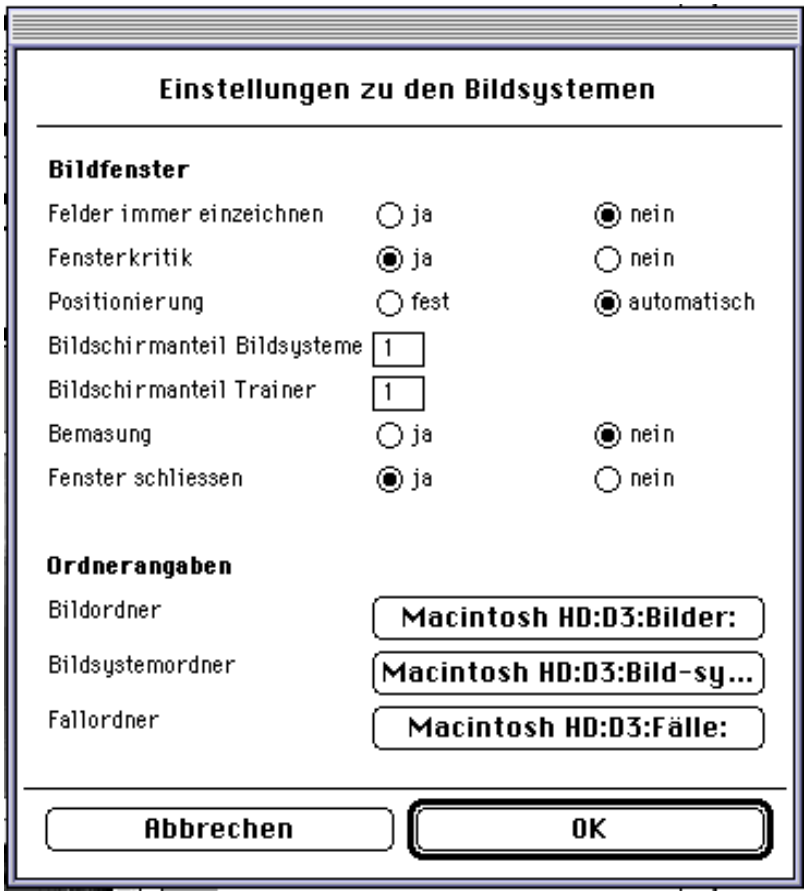


Abb. 2.35. Einstellungen zum Bildsystem (erreichbar über Menüpunkt BENUTZEREINSTELLUNGEN Unterpunkt "zu Bildsystemen" im Menü ABLAGE). Die Optionen bedeuten:

Felder immer einzeichnen: Bei "ja" werden die relevanten Regionen in den Fenstern immer markiert.

Fensterkritik: Bei "ja" bekommt der Benutzer eine gesonderte Kritik, wie gut er die Symptome eines einzelnen Fensters erkannt hat (die normale Kritik bezieht sich immer auf alle zu dem Fall gehörende Bilder bzw. die darauf zu erkennenden Symptome). Diese Kritik kann über den zusätzlichen Button KRITIK aus dem Bild heraus aufgerufen werden. Außerdem gibt es einen weiteren Button LÖSUNG, der die nur für das Bild spezifizierten Symptome anzeigt.

Positionierung: Bei "automatisch" werden Bilder vom System auf den Bildschirm positioniert, bei "fest" erscheinen die Fenster an der Stelle, an der sie sich beim Abspeichern befunden haben (macht nur Sinn, wenn der Benutzer die gleiche Bildschirmauflösung wie der Entwickler hat).

Bildschirmanteil Bildsystem und Trainer: Die beiden Zahlen geben das Verhältnis an, wieviel Platz den Bildern bzw. dem Klappdialog zukommt. Mit letzterem gibt man an, was man auf den Bildern erkannt hat.

Bemasung: Bei "ja" bekommt man ein Werkzeug, mit dem man man Aspekte des Bildes ausmessen kann, falls das erforderlich ist (z.B. bei der EKG-Interpretation).

Fenster schließen: Bei "ja" wird beim Öffnen eines neuen Bildes ein anderes, offenes Bild geschlossen, so daß höchstens 2 Bilder gleichzeitig sichtbar sind.

In den Ordnerangaben können die Defaulteinstellungen überschrieben werden, wo die Ordner mit Bildern, Bildsystemen und Fällen auf dem Rechner zu finden sind.

Feedback:

Erster Verdacht grob: Im Schnelltest muß nach jeder Fragegruppe (Anamnese, Untersuchungsbefund, Labor und technische Untersuchungen) ein Diagnoseverdacht gestellt werden. Bei der Option "ja", wird der Diagnoseverdacht des Benutzers nach der Anamnese nur grob kritisiert.

Endbewertung ohne Verdächtigte: Der Trainer klassifiziert Diagnosen als *bestätigt*, *verdächtigt*, *unklar* oder *ausgeschlossen*. Auf diese Einteilung bezieht sich die Kritik der vom Benutzer ausgewählten Diagnosen. Bei der Option "ja" werden bei der letzten Diagnosekritik im *geführten Test* nur bestätigte, also als sicher angesehene Diagnosen betrachtet.

Keine Strafe für Verdächtigte: Ähnlich wie *Endbewertung ohne Verdächtigten* kann auch generell ausgeschlossen werden, daß verdächtigte Diagnosen zur Beurteilung von ausgewählten Diagnosen herangezogen werden. Bei der Option "ja" werden generell nur bestätigte Diagnosen berücksichtigt.

Andere Einstellungen:

*Hauptdiagnosen berücksichtigen:*Bei "ja" wird bei der Kritik berücksichtigt, daß bei Vorliegen von Mehrfachdiagnosen manche Diagnosen wichtiger als andere sind. Die Bedeutung der Diagnosen muß vorher als relativer Faktor im Fenster beim Abspeichern der tatsächlichen Lösungen eines Falles spezifiziert werden (s. Abb. 2.7).

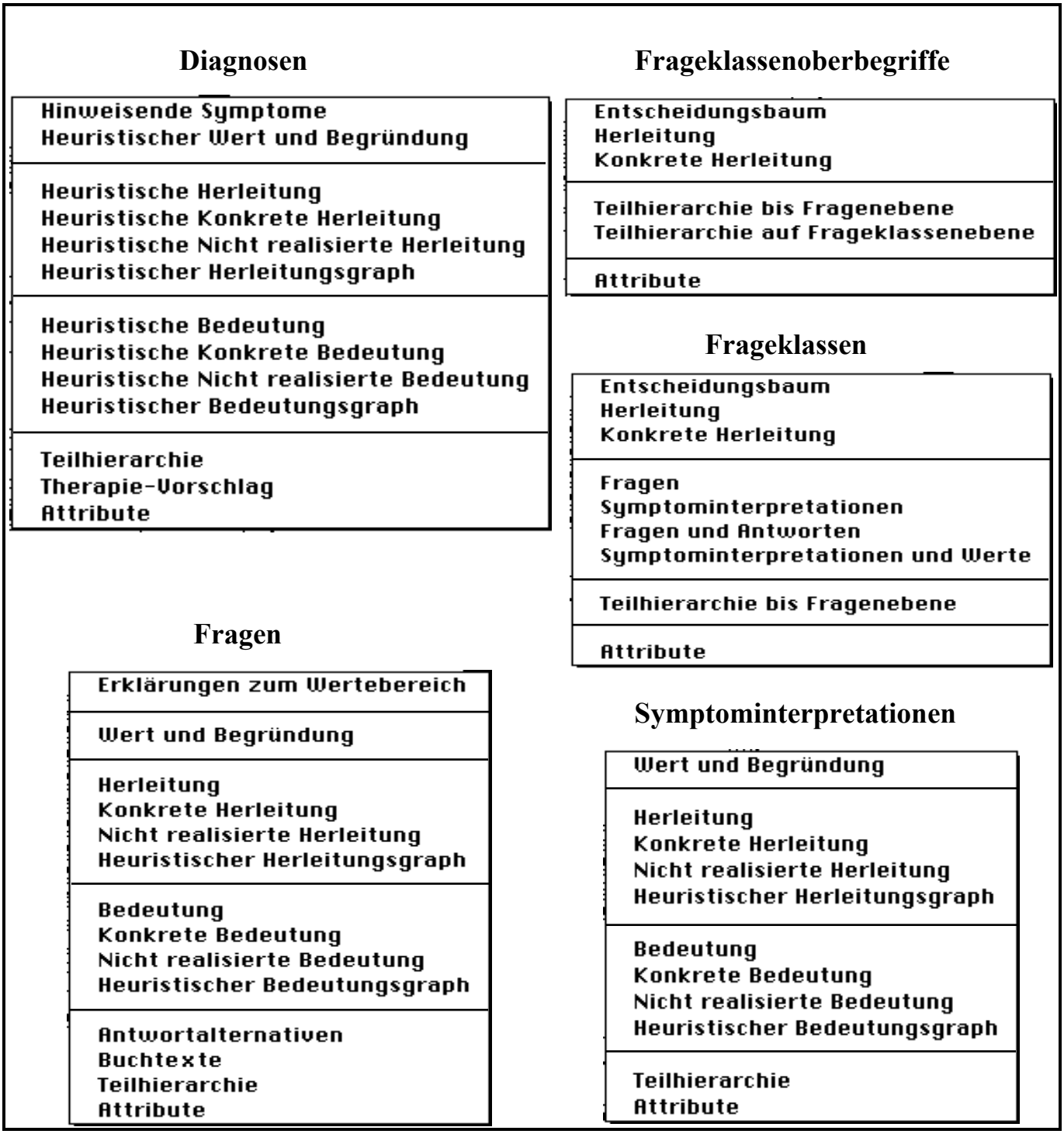
Erweiterte Erklärung: Da der Benutzer Lösungen nur durch Angaben der dafür relevanten Merkmalswerte begründen kann, werden bei der Erklärung durch das System normalerweise auch nur diese Merkmalswerte angezeigt. Bei der Option "ja" werden Funktionen der Erklärungskomponente verfügbar gemacht, in denen auch der diagnostische Mittelbau angezeigt wird.

2.9 Übersicht über die Erklärungskomponente

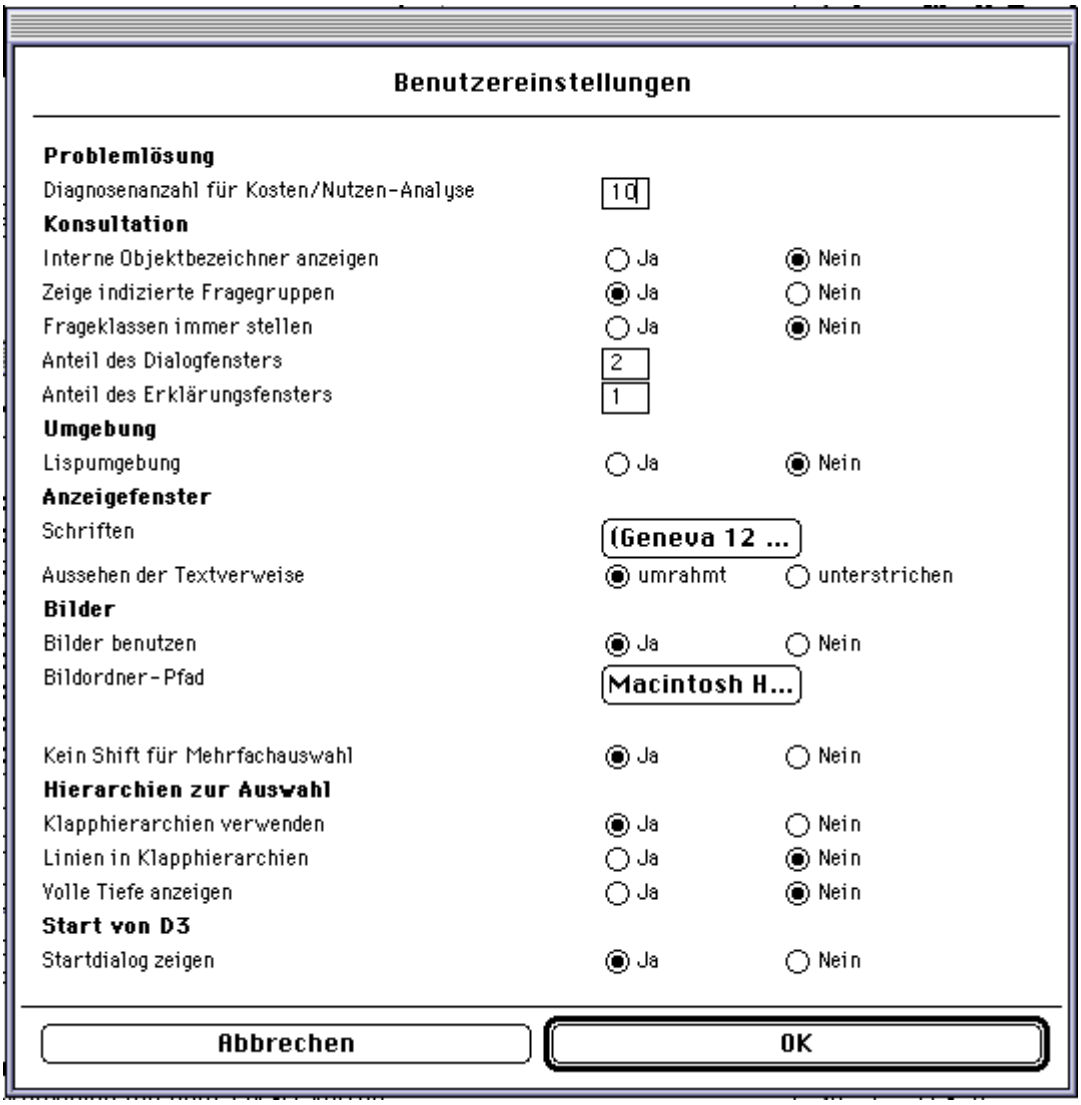
Die Erklärungskomponente baut auf einer hypertextartigen Verknüpfungsstruktur auf, bei der man sich zu jedem Begriff auf dem Bildschirm zusätzliche Informationen anzeigen lassen kann. Die Optionen, die im Kontext der jeweiligen Funktionen größtenteils bereits vorgestellt wurden, lassen sich in drei Bereiche aufteilen:

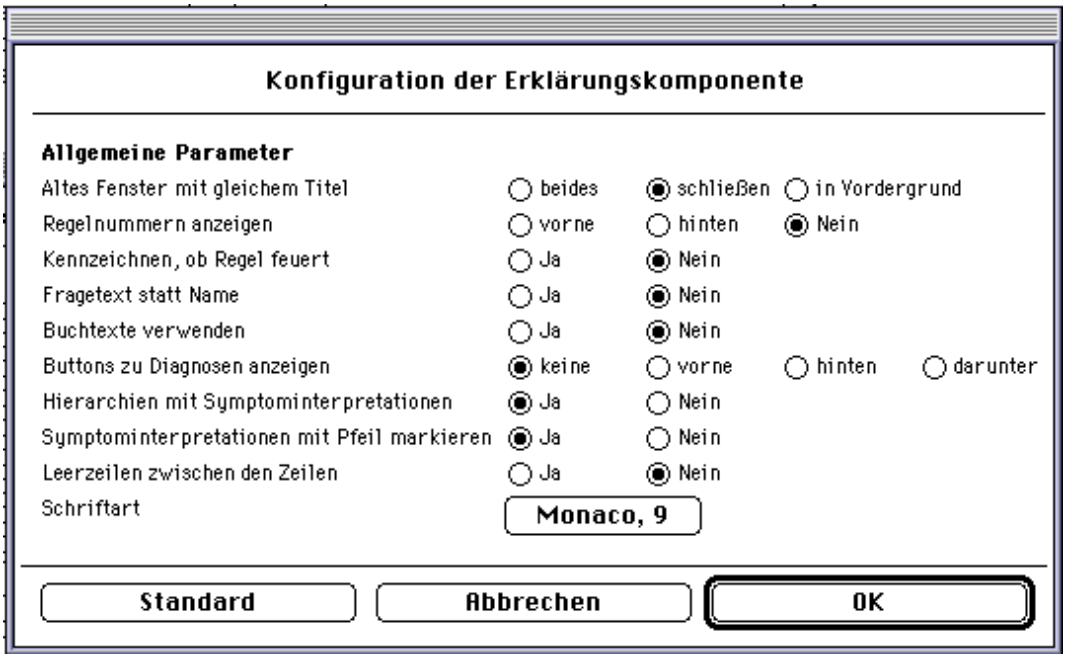
- Fallbezogene, dynamische Erklärungen zu allen Wissensarten. Dazu gehören z.B. die Begründungen, warum Lösungen, Tests oder Merkmalsabstraktionen hergeleitet wurden, aber auch, warum sie nicht hergeleitet wurden, d.h. welche Regeln aus welchem Grund nicht gefeuert haben. Umgekehrt kann sich der Benutzer die Bedeutung von Merkmalen und Lösungen zur Herleitung von anderen Objekten anzeigen lassen.
- Fallunabhängiges, formales Wissen zu allen Wissensarten. Dabei wird alles Wissen angezeigt, das zur Problemlösung verfügbar ist, z.B. alle Regeln zur Herleitung einer Lösung oder Merkmalsabstraktion.
- Informelles Zusatzwissen. Dazu gehören z.B. textuelle oder bildhafte Erläuterungen zu Fragen und Antwortalternativen, die bei der Datenerfassung hilfreich sind. Zum informellen Zusatzwissen gehört auch alles Wissen, was in Lehr- und Handbüchern, Bildarchiven usw. vorhanden ist.

Die folgende Übersicht gibt an, welche Erklärungsoptionen zu welchen Objekttypen verfügbar sind. Dabei spielt es keine Rolle, in welchem Kontext die Objekttypen gezeigt werden. Meist (außer in Tabellen) sind die anklickbaren Objekte eingerahmt. Durch Klick bekommt man ein Pop-Up-Menü, aus der man sich die gewünschten Informationen auswählen kann.



Es gibt auch allgemeine Einstellungen zur Erklärungskomponente und zur Wissensnutzung, die jedoch hauptsächlich für den Experten bei der Wissensbasisentwicklung nützlich sind. Aus Gründen der Vollständigkeit werden sie hier auch aufgeführt:


Benutzereinstellungen
Problemlösung
Diagnosenanzahl für Kosten/Nutzen-Analyse
10
Konsultation
Interne Objektbezeichner anzeigen
Ja
Nein
Zeige indizierte Fragegruppen
Ja
Nein
Frageklassen immer stellen
Ja
Nein
Anteil des Dialogfensters
2
Anteil des Erklärungsfensters
1
Umgebung
Lispumgebung
Ja
Nein
Anzeigefenster
Schriften
(Geneva 12 ...
Aussehen der Textverweise
umrahmt
unterstrichen
Bilder
Bilder benutzen
Ja
Nein
Bildordner-Pfad
Macintosh H...
Kein Shift für Mehrfachauswahl
Ja
Nein
Hierarchien zur Auswahl
Klapphierarchien verwenden
Ja
Nein
Linien in Klapphierarchien
Ja
Nein
Volle Tiefe anzeigen
Ja
Nein
Start von D3
Startdialog zeigen
Ja
Nein
Abbrechen
OK


Konfiguration der Erklärungskomponente
Allgemeine Parameter
Altes Fenster mit gleichem Titel
beides
schließen
in Vordergrund
Regelnummern anzeigen
vorne
hinten
Nein
Kennzeichnen, ob Regel feuert
Ja
Nein
Fragetext statt Name
Ja
Nein
Buchtexte verwenden
Ja
Nein
Buttons zu Diagnosen anzeigen
keine
vorne
hinten
darunter
Hierarchien mit Symptominterpretationen
Ja
Nein
Symptominterpretationen mit Pfeil markieren
Ja
Nein
Leerzeilen zwischen den Zeilen
Ja
Nein
Schriftart
Monaco, 9
Standard
Abbrechen
OK

3 Wissenseingabe

3.1 Allgemeine Konventionen beim Aufbau von Wissensbasen

Die Wissenserwerbskomponente von D3 zeichnet sich vor allem durch ihre durchgängig grafischen Wissenseditoren aus. Bevor die Wissenseingabe in den folgenden Kapiteln im Detail beschrieben wird, geben wir hier ein paar allgemeine Hinweise:

- Meist kann man denselben Sachverhalt auf verschiedene Weise eingeben. Das ist zwar für den Anfänger verwirrend, aber beim Aufbau großer Wissensbasen sehr hilfreich, da man immer den jeweils bequemsten bzw. übersichtlichsten Editor wählen kann.
- Die lokalen Attribute eines Objektes können grundsätzlich sowohl in Formularen (Kap. 3.3.3) als auch in Attributtabellen (Kap. 3.3.4) eingegeben werden. Eher seltene Attribute können jedoch nur in Attributtabellen eingegeben werden, weil sonst die Formulare zu groß geworden wären.
- Die Bearbeitung von Objekten bei der Wissenseingabe erfolgt oft dadurch, daß man erst ein Objekt selektiert (schwarz markiert) und dann aus der Menüzeile dazu ein Kommando auswählt. Eine Ausnahme ist nur der Entscheidungsbaumeditor (Kap. 3.3.2), bei dem wie in der Wissensnutzung ein Pop-Up-Menü mit allen Kommandos erscheint, wenn man auf ein Objekt klickt.
- Wenn man ein Kommando im Wissenserwerb zu mehreren Objekten ausführen will oder mehrere Objekte von einem Editor in einen anderen übertragen will, kann man mehrere Objekte gleichzeitig selektieren. Dazu muß die Shift-Taste beim Selektieren gedrückt gehalten werden.
- Oft werden Texte in Tabellen oder Felder abgeschnitten, da sie zu lang sind. Denn vollen Text bekommt man meistens, wenn man die Alt-Taste beim Klicken auf das Objekt gedrückt hält.

- Wenn man in einem Editor etwas eingibt, hat das oft Auswirkungen auf Wissensinhalte in anderen Editoren. Da das ständige Aktualisieren aller Editoren zu zeitaufwendig ist, wird dies nicht automatisch durchgeführt, sondern der Benutzer muß dies durch expliziten Aufruf des Menüpunktes AKTUALISIEREN im BEARBEITEN-Menü selbst tun.
- Trotz großer Sorgfalt beim Testen kann es gelegentlich zu System-Abstürzen kommen. Wenn sich dann ein Fenster mit der Überschrift "Listener 1" öffnet, kann man meistens weiter arbeiten, nachdem man mit der Tasten-Kombination "Apfel" und "." den Listener wieder geschlossen hat. Wenn der Fehler reproduzierbar ist, sind wir für einen Hinweis per Mail dankbar.
- Wenn unerklärliche Abstürze in der Wissensnutzung passieren, dann ist die Ursache meist eine inkonsistente Wissensbasis (z.B. wegen eines vorherigen Absturzes im Wissenserwerb). In diesem Fall hilft oft der Menüpunkt WISSENSBASIS RESTAURIEREN im Menü ABLAGE. Da dabei auch potentiell nützliche Teile der Wissensbasis gelöscht werden, sollte man vor dem Restaurieren die Wissensbasis abspeichern und dann mit der restaurierten Version vergleichen (sehr effektiv dafür ist die Option WISSENSBASIS MIT FÄLLEN TESTEN im Menü INFO). Kritisch sind vor allem partiell definierte Objekte, da beim Restaurieren nicht erkannt werden kann, ob diese fehlerhaft oder nur unvollständig sind. Deswegen gibt es drei Restaurationsoptionen: Das „einfache Restaurieren“ löscht keine Objekte, das „Restaurieren mit Löschen defekter Objekt“ eliminiert alle, die höchstwahrscheinlich defekt sind, und das „Restaurieren mit Löschen aller unvollständigen Objekte“ soll alle syntaktisch inkorrekten Objekte löschen, auch solche, deren Bearbeitung vom Benutzer begonnen, aber nicht abgeschlossen ist. Vor dem Ausliefern einer Wissensbasis sollte man diese letzte Option benutzen, aber danach noch Tests auf inhaltliche Korrektheit durchführen.
- D3 unterstützt einen schnellen Wechsel zwischen Wissenseingabe und Wissensnutzung zum Testen des Wissens: Wenn der Experte beim Durchspielen eines Falles einen Fehler findet und mit der Erklärungskomponente lokalisiert hat, kann er mit dem Menüpunkt WISSENSEINGABE im Menü ABLAGE in den Wissenseingabemodus wechseln, dort den Fehler beheben und mit dem Menüpunkt FALL WIEDERHOLEN im Menü ABLAGE überprüfen, ob der Fehler mit denselben Falldaten, aber geändertem Wissen jetzt verschwunden ist.

3.2 Wissensarten

In diesem Kapitel wird besprochen, welches Wissen für welche Zwecke benötigt wird. Für die Eingabe des Wissens wird auf die entsprechenden Grafikeditoren in Kap. 3.3[2] verwiesen. Dabei wird vorausgesetzt, daß das konzeptuelle Hintergrundwissen über die verschiedenen Wissensarten bereits bekannt ist.[3] Da sich dasselbe Wissen oft mit mehreren Grafikeditoren formulieren läßt, werden außerdem Empfehlungen angegeben, unter welchen Bedingungen welcher Editor vorzuziehen ist. Der gründliche Leser sollte bei der Einarbeitung in D3 also jeweils die entsprechenden Unterkapitel im Buch, in diesem Kapitel über Wissensarten und im nächsten Kapitel über Wissenseditoren im Zusammenhang betrachten.

Da D3 verschiedene diagnostische Problemlösungsmethoden und Wissensarten anbietet, beschreiben wir zunächst, welches Basiswissen für alle Wissensarten erforderlich ist (3.2.2) und dann die Besonderheiten für jede Wissensart (3.2.3). Einen besonders schnellen Einstieg zur Entwicklung einfacher, aber voll funkionsfähiger Wissensbasen sind Entscheidungsbäume, deren Aufbau wir deswegen als erstes und auch unabhängig vom Basiswissen beschreiben (3.2.1). Schließlich werden in den Kapiteln 3.2.4 – 3.2.6 die Anbindung von Informationssystemen, der Aufbau von Bildsystemen zur multimedialen Tutor-Fallpräsentation und die Eingabe von Schablonen zur Fallprotokollierung besprochen.

---

[2] Im folgenden geben wir Kapitelverweise nur durch die Kapitelnummer an. So bedeutet z.B. 3.3 einen Verweis auf das Kap. 3.3.

[3] s. Kap. 4 in: Puppe, F., Gappa, U., Poeck, K. und Bamberger, S.: Wissensbasierte Diagnose- und Informationssysteme, Springer-Verlag, 1996. Verweise auf bestimmte Kapitel im Buch beginnen zur Abgrenzung zu interen Verweise mit einem P. So bedeutet z.B. P4.3 einen Verweis auf das Kapitel 4.3 im Buch.

3.2.1 Entscheidungsbäume

Ein Entscheidungsbaum wird als Frageklasse repräsentiert und besteht aus einer Reihe von Fragen mit Antwortalternativen, Folgefragen, Diagnosen und Verweisen auf andere Entscheidungsbäume (Frageklassen). Da ein reiner Entscheidungsbaum keine unsicheren oder kombinierten Regeln enthält und auch keine Symptominterpretationen benutzt, diese Eigenschaften aber manchmal doch nützlich sind, können sie im Entscheidungsbaumeditor durch Aufruf der entsprechenden Funktionen aus dem Basis- bzw. Problemlösungswissen angesprochen werden.

Zur Vorbereitung der Eingabe von Wissen mit Entscheidungsbäumen müssen nur die Namen der beteiligten Diagnosen in der Diagnosehierarchie (3.3.1) und die der zu erstellenden Entscheidungsbäume in der Frageklassenhierarchie (3.3.1) definiert werden. Weiterhin ist es nützlich einen Entscheidungsbaum als Startfrageklasse in dem Formular zur Wissensbasis (3.3.3) zu definieren. Alles andere Wissen kann dann im Entscheidungsbaumeditor (3.3.2) selbst definiert werden. Das Ergebnis ist bereits eine voll funktionsfähige Wissensbasis.

Wegen der Mächtigkeit des Entscheidungsbaumeditors ist es häufig vorteilhaft, damit grundsätzlich Fragen, Antwortalternativen und Folgefragen einzugeben (vgl. 3.2.2.2).

3.2.2 Diagnostisches Basiswissen

Zum Diagnostischen Basiswissen gehören:

- die Eingabe der Namen aller Fachbegriffe (Diagnosen, Frageklassen, Fragen, Symptominterpretationen) und deren allgemeine Eigenschaften (vor allem die Wertebereiche von Fragen und Symptominterpretationen),
- das Wissen zur Datenerfassung (wann wird welche Frage gestellt, wie kann man Widersprüche bei den Antworten erkennen, welche Hilfen kann man dem Benutzer bei der Beantwortung der Fragen anbieten)
- das Wissen zur Datenabstraktion (wie werden die Werte der Symptominterpretationen hergeleitet)
- sowie das Wissen zur globalen Dialogsteuerung (wann wird welche Frageklasse gestellt).

3.2.2.1 Formalisierung von begrifflichem Wissen

Die Namen der Objekte werden in Hierarchien (3.3.1) eingegeben, d.h. jedes Objekt muß als Nachfolger von einem bereits vorhandenen Objekt definiert werden. In D3 gibt es zwei getrennte Hierarchien mit jeweils einem vordefinierten Basisobjekt, nämlich die Symptom- und die Diagnosehierarchie, die die Eingabe bzw. Ausgabe des Diagnosesystems reflektieren. Während die DIAGNOSEHIERARCHIE (3.3.1) nur Diagnosen enthält, besteht die SYMPTOMHIERARCHIE aus Frageklassenoberbegriffen, Frageklassen, Fragen und Symptominterpretationen. Da sie gewöhnlich sehr viele Objekte umfaßt, gibt es Spezialhierarchien, die nur bestimmte Objekttypen anzeigen: die FRAGEKLASSENHIERARCHIE (3.3.1) enthält nur Frageklassenoberbegriffe und Frageklassen, die FRAGEHIERARCHIE (3.3.1) enthält zusätzlich alle Fragen und die SYMPTOMHIERARCHIE (3.3.1) umfaßt alle Objekte, also zusätzlich auch die Symptominterpretationen.

Zu jedem Objekt werden dann seine lokalen Eigenschaften definiert. Notwendig ist nur der Wertebereich bei Symptomen (d.h. bei Fragen und Symptominterpretationen); alle anderen Eigenschaften von Symptomen und den anderen Objekttypen (Diagnosen, Frageklassen und Frageklasseoberbegriffe) sind optional. Die Eigenschaften können grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten eingegeben werden: in Formularen für jeweils ein einzelnes Objekt (3.3.3) sowie in Attributtabellen, in denen die Eigenschaften vieler Objekte zusammen eingegeben werden können (3.3.4). Insbesondere, wenn man nachträglich Eigenschaften bei vielen Objekten hinzufügen will, sind Attributtabellen wesentlich effektiver als Formulare. Im folgenden werden die Eigenschaften zu den verschiedenen Objekttypen aufgelistet und kurz erläutert.

Diagnosen (Lösungen)

- **Name:** ein Text. Der Name muß schon bei der Definition des Objektes in der Hierarchie eingegeben werden, kann aber im Formular oder der Attributtabellen

oder auch direkt in der Hierarchie geändert werden. Es dürfen keine zwei Objekte mit gleichem Namen existieren.

- **Typ:** {Standard, Kontext, Tutorkontext}. Diagnosen vom Typ Kontext werden nicht in der normalen Ergebnisausgabe, sondern nur in dem Menüpunkt "Kontextdiagnosen" angezeigt; Diagnosen vom Typ Tutorkontext (Hilfsdiagnose) werden darüber hinaus dem Benutzer auch im Tutorsystem nicht angezeigt. Alle Typen können jedoch ohne Einschränkungen in den Regeln benutzt werden.
- **Apriori-Häufigkeit:** {extrem selten, sehr selten, selten, relativ selten, durchschnittlich, relativ häufig, häufig, sehr häufig, extrem häufig}. Die Apriori-Häufigkeit wird derzeit nur bei der heuristischen Bewertung einer Diagnose (P 4.3.3) ausgewertet.
- **Vorgänger:** Liste von Diagnosen. Die Vorgänger/Nachfolger-Beziehung wird in der Diagnosehierarchie angezeigt und manipuliert.
- **zur_Klärung:** Liste von Frageklassen. Frageklassen, die aktiviert werden, wenn die Diagnose verdächtigt, aber noch nicht bestätigt ist. Der Nutzen wird bei allen Fragenklassen mit einem Defaultwert (10 Punkte) angesetzt. In der Dialogsteuerungs-Übersichtstabelle wird dieses Attribut im Abschnitt "zur_Klärung_von" eingegeben, und dort kann zusätzlich die Punktzahl modifiziert werden. Das Attribut wird in der Kosten-Nutzen-Indikation von Frageklassen benutzt, auf die in Kap. 3.2.2.4 eingegangen wird.
- **nach_Bestätigung:** Liste von Frageklassen. Frageklassen, die aktiviert werden, wenn die Diagnose bestätigt ist. In der Dialogsteuerungs-Übersichtstabelle wird dieses Attribut im Abschnitt "nach_Bestätigung_von" eingegeben. Das Attribut wird in der Routine-Indikation von Frageklassen benutzt, auf die in Kap. 3.2.2.4 eingegangen wird.
- **Eigenschaften:** Frageklasse. Diese Frageklasse enthält Symptome, die Eigenschaften der Diagnose beschreiben, z.B. Schweregrad, Dauer, Typ usw. Falls unter den Symptomen bisher noch nicht gestellte Fragen sind, werden diese im Dialog gestellt, sobald die Diagnose bestätigt ist. Die Eigenschaften können bei der Ausgabe der Endergebnisse mitausgegeben werden (falls entsprechend konfiguriert).
- **Vorschlag:** Text oder Programmaufruf. Der Text enthält einen Vorschlag, was bei dieser Diagnose zu tun ist (z.B. Therapie oder Reparaturvorschlag). Er kann bei der Ergebnisausgabe mitausgegeben werden.
- **Prognose:** Text. Der Text beschreibt die Prognose, die sich aus dieser Diagnose ergibt (z.B. über Risiken und Kosten). Er kann bei der Ergebnisausgabe mitausgegeben werden.
- **Kommentar:** Text. Dieser Text dient nur als Gedankenstütze für den Wissensbasisentwickler und ist dem Benutzer unzugänglich.

Symptome (erfragte und hergeleitete Merkmale)

- **Name:** ein Text. Der Name muß schon bei der Definition des Objektes in der Hierarchie eingegeben werden, kann aber im Formular oder der Attributtabellen oder auch direkt in der Hierarchie geändert werden. Es dürfen keine zwei Objekte mit gleichem Namen existieren.

- **Wertebereichstyp (Antworttyp):** ja/nein, one-choice, multiple-choice, numerisch, Zeitpunkt, Text. Auswirkungen s. Wertebereich. Ein einmal definierter Wertebereichstyp kann nicht mehr geändert werden.
- **Wertebereich:** Bei allen Typen gibt es zusätzlich zu den im folgenden aufgelisteten Angaben standardmäßig den Wert "unbekannt". Die Zusatzangaben hängen vom Wertebereichstyp ab:
  ja/nein: keine Zusatzangaben. Der Benutzer bekommt im Dialog die Antworten: "ja", "nein" (und "unbekannt").
  one-choice: Liste von Werten (Texten). Der Benutzer kann genau einen der angegeben Werte auswählen.
  multiple-choice: Liste von Werten (Texten). Zusätzlich zu den angegeben Antwortalternativen gibt es standardmäßig noch den Wert "nein/sonstiges", der mit dem Attribut **"Text für nein/sonstiges"** auch umbenannt werden kann. Der Benutzer kann keinen der angegebenen Werte, d.h. "nein/sonstiges", einen oder mehrere Werte des Wertebereichs ankreuzen.
  numerisch: Unter- und Obergrenze (zwei Zahlen; optional). Der Benutzer muß eine (reelle) Zahl eingegeben, die zwischen der Unter- und Obergrenze – falls vorhanden – liegen muß. Die Einheit der Zahl wird in dem zusätzlichen Attribut **"Einheit"** als Text eingegeben.
  Text: eine Angabe über die Länge des zu erwartenden Textes. Der Benutzer kann einen beliebigen Text eingeben. Allerdings können dazu keine Regeln formuliert werden.
  Zeitpunkt: keine Angabe erforderlich. Der Benutzer kann einen Zeitpunkt im Format ..... eingeben.
- **Gewicht:** {G0, G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7}. Das Gewicht gibt an, wie wichtig das Symptom ist: G0 = egal, G1 = unwichtig, ... , G7 = extrem wichtig. Das Gewicht wird mit Zahlen in geometrischer Reihenfolge umgesetzt, d.h. G0 = 0, G1 = 1, G2 = 2, ... , G7 = 64. Es wird vor allem bei dem fallbasierten und überdeckenden Problemlöser benötigt.
- **Abschnitte:** (nur bei numerischem Wertebereichstyp): Folge von Zahlen. Die durch die Zahlen gebildeten Intervalle sollen typische Interpretationen vor allem bei der Regeleingabe erleichtern.
- **Abnormität:** {A0, A1, A2, A3, A4, A5}. Für jeden Wert des Wertebereichs bzw. bei numerischem Wertebereich für jedes Intervall der "Abschnitte" eine Angabe, wie abnorm der Wert ist: A0 (irrelevant), A1 (normal), ... , A5 (abnorm). Der Defaultwert ist A5 (abnorm). Beim fallbasierten und überdeckenden Problemlöser wird die Abnormität mit dem Gewicht multipliziert, wobei A0 = 0, A1 = 1/16, A2 = 1/8, ... , A5 = 1/1 repräsentiert. Weiterhin können irrelevante und normale Symptomwerte (A0 oder A1) durch entsprechende Einstellungen im Fallprotokoll oder in der tutoriellen Fallpräsentation ausgeblendet werden.
- **Abnormität nein/sonstiges**: {A0, A1, A2, A3, A4, A5}. Angabe der Abnormität für den Wert "nein/sonstiges", der nur beim Wertebereichstyp „multiple-choice“ und „ja-nein“ vorkommt.

- **Relevanz:** (Liste von Zahlen oder "*"). Die Relevanz gibt beim überdeckenden und fallbasierten Problemlöser an, in welchen Sichten das Symptom benutzt werden kann. "*" bedeutet, daß das Symptom immer relevant ist.
- **Vorgänger:** Liste von Frageklassen oder Symptomen. Die Vorgänger/Nachfolger-Beziehung wird in der Symptomhierarchie angezeigt und manipuliert.

Nur bei Fragen (erfragte Merkmale):

- **Fragetext:** ein Text. Er wird dem Benutzer statt des Namens im Dialog angezeigt.
- **Erläuterung zum Fragetext:** ein Text. Er wird dem Benutzer im Dialog auf Nachfrage angezeigt. Im Dialog erscheint nur ein Knopf "Info", und wenn der Benutzer darauf klickt, bekommt er die Erläuterung.
- **Erläuterung zum Wertebereich** (nur bei one-choice und multiple-choice): für jeden Wert ein Text. Er wird dem Benutzer im Dialog auf Nachfrage angezeigt. Im Dialog erscheint nur wie bei der "Erläuterung zum Wertebereich" der Knopf "Info", und wenn der Benutzer darauf klickt, bekommt er die Erläuterung.
- **Bild zum Wertebereich** (nur bei ja/nein, one-choice und multiple-choice): Das Bild dient dazu, daß der Wertebereich durch Zeichnungen oder Bildelemente illustriert wird und der Benutzer die Frage auch durch Anklicken der zugehörigen Bildregion beantworten kann.

Nur bei Symptominterpretationen (hergeleitete Merkmale):

- **Auswertungsschema:** Folge von Zahlen (nur wenn der Wertebereich one-choice ist, aber die Regeln numerische Werte für die Symptominterpretation herleiten). Es dient dazu, die für die Symptominterpretation hergeleitete Punktzahl in einen Wert des Wertebereichs umzusetzen. Die Anzahl der Zahlen muß um 1 kleiner sein als die Anzahl der Werte im Wertebereich. Die Umsetzungsvorschrift ist: Wenn die hergeleitete Punktzahl kleiner als die erste Zahl der Zahlenfolge ist, dann gilt die erste Alternative des Wertebereichs, wenn sie größer oder gleich als die erste Zahl, aber kleiner als die zweite Zahl ist, dann gilt die zweite Alternative des Wertebereichs, usw. und wenn die Punktzahl größer oder gleich als die letzte Zahl der Zahlenfolge ist, dann gilt die letzte Alternative im Wertebereich.

Frageklassen

- **Name:** ein Text. Der Name muß schon bei der Definition des Objektes in der Hierarchie eingegeben werden, kann aber im Formular oder der Attributtabelle oder auch direkt in der Hierarchie geändert werden. Es dürfen keine zwei Objekte mit gleichem Namen existieren.
- **Frageliste:** geordnete Liste von zu erfragenden Merkmalen. Sie wird in der Symptomhierarchie angezeigt und durch Anhängen von Fragen an eine Frageklasse manipuliert.
- **Erfassungstyp:** (Normal, Datenbankübertragung, Automatische Datenbankkopplung}. Bei den letzten beiden Optionen wird eine LISP-Funktion "db-trans" bzw. "ad-trans" mit der Frageklasse als Parameter aufgerufen, die die eigentli-

che Datenkopplung realisiert (s. 4.1.3.). Falls nicht zu allen Fragen Antworten geliefert werden, werden die übrigen Fragen im normalen Dialog gestellt.

- **Aufwandsklasse:** eine positive Zahl: 1 (gering), 2 (mäßig), .. , n (extrem hoch). Die Aufwandsklasse dient zur Bestimmung der Reihenfolge von Frageklassen, die sicher indiziert sind (Routine-Indikation von Frageklassen vgl. Kap. 3.2.2.4). Falls mehrere Frageklassen indiziert sind, werden diejenigen mit niedrigeren Aufwandsklassen vorgezogen. Weiterhin kann man die Aufwandsklassen zu Aufwandsgruppen zusammenfassen (s.u.; globale Attribute).
- **Kosten:** eine negative Zahl. Sie wird mit dem Nutzen von Frageklassen "zur_Klärung" von Diagnosen verrechnet und kann auch in der Frageklassenübersichtstabelle eingegeben werden. Das Attribut wird in der Kosten-Nutzen-Indikation von Frageklassen benutzt (Kap. 3.2.2.4).
- **Vorgänger:** Liste von Frageklasseoberbegriffen. Die Vorgänger/Nachfolger-Beziehung wird in der Symptom- oder in der Frageklassenhierarchie angezeigt und manipuliert.

Frageklassenoberbegriffe:

- **Name:** ein Text. Der Name muß schon bei der Definition des Objektes in der Hierarchie eingegeben werden und kann nur dort geändert werden. Es dürfen keine zwei Objekte mit gleichem Namen existieren.
- **Vorgänger:** Liste von Frageklassenoberbegriffen. Die Vorgänger/Nachfolger-Beziehung wird in der Symptom- oder in der Frageklassenhierarchie angezeigt und manipuliert.

Regeln

Wenn die *Bedingung* und der *Kontext* der Regel erfüllt ist und keine *Ausnahme* zutrifft, dann wird die *Aktion* der Regel entsprechend der *Bewertung* ausgeführt.

- **Regeltyp:** {Diagnosebewertung, Diagnoseprädisposition, Symptomwert, Symptompunkte, Stellen von Fragen, Indikation von Frageklassen, Kontraindikation von Frageklassen, Aufwandsbewertung einer Frageklasse, Plausibilitätskontrolle, Aufruf einer LISP-Funktion}
- **Regelart:** {einfach, komplex}. Bei einfachen Regeln besteht die Bedingung aus einer einfachen Verknüpfung von Aussagen, bei komplexen Regeln aus einer verschachtelten Verknüpfung von Aussagen.
- **Bedingung:** falls "Regelart" einfach: Liste von <Aussagen>
  <Aussage>: (<Prädikat> <Objekt> <Einschränkung>)
  <Prädikat>: a) numerische Prädikate: {=, >, <, >=, <=, innerhalb}
  b) symbolische Prädikate: {=, oder, und, bestätigt}
  c) allgemeine Prädikate: {bekannt, nicht-zutreffend, unbekannt}
  <Objekt>: Symptom oder Diagnose
  <Einschränkung>: Zusatzangabe bei manchen Prädikaten zur genauen Spezifikation der Objekte; z.B. bei numerischen Prädikaten (> Symptome-1 10), (innerhalb Symptom-2 10 20); bei symbolischen Prädikaten: (= Symptom-3 Wert-2), (oder Symptom-4 Wert-1, Wert-3). Die Prädikate "bestätigt" "bekannt",

"nicht-zutreffend" und "unbekannt" haben keine Zusatzangabe, z.B. (bestätigt Diagnose-5) (bekannt Symptom-6), (unbekannt Symptom-7).
falls Regelart komplex: Dann kann anstelle jeder Aussage wiederum eine Bedingung mit einem Konnektor stehen.

- **Konnektor der Bedingung:** {und, oder, n-aus-m}. Bei "und" müssen alle Aussagen der Bedingung zutreffen, bei "oder" mindestens eine der Aussagen und bei "n-aus-m" müssen zwei weitere Zahlen eingegeben werden, wobei die erste Zahl angibt, wieviele der Aussagen mindestens zutreffen müssen, und die zweite Zahl, wieviele Aussagen höchstens zutreffen dürfen.
- **Aktion** und **Bewertung:** abhängig vom Regeltyp:
  {Diagnosebewertung, Diagnoseprädisposition}: Diagnose mit Evidenzwert, der mit dem vorhandenen Evidenzwert der Diagnose verrechnet wird.
  Symptomwert: Symptominterpretation mit Angabe eines Wertes
  Symptompunkte: Symptominterpretation mit Angabe von Punkten oder einer Formel, deren Ergebnis ebenfalls eine Punktzahl ist, die zu dem vorhandenen Punktekonto der Symptominterpretation addiert wird.
  Stellen von Fragen: Liste von Fragen, die in der angegeben Reihenfolge gestellt werden.
  Indikation von Frageklassen: Liste von Frageklassen, die zunächst nach der Aufwandsklasse sortiert werden und bei gleicher Aufwandsklasse in der angegebenen Reihenfolge gestellt werden.
  Kontraindikation von Frageklassen: Liste von Frageklassen, die auf keinen Fall gestellt werden dürfen, selbst wenn sie mit anderen Regeln indiziert werden.
  Aufwandsbewertung von Frageklassen: Frageklasse mit Kostenbewertung, die zu den statischen "Kosten" einer Frageklasse (s.o.) addiert werden.
  Plausibilitätskontrolle: Hier wird als Aktion gemeldet, daß ein Widerspruch vorliegt und die zugehörige Bedingung angezeigt. Falls beim Attribut **Grund** eingegeben wurde, erscheint dabei ein Text zur Begründung des Widerspruchs.
  Aufruf einer LISP-Funktion: Hier kann eine LISP-Funktion angegeben werden, die bei Zutreffen der Bedingung ausgeführt wird. Es muß dann eine weitere Funktion angegeben werden, die bei Ungültigwerden der Bedingung aufgerufen wird.
- **Kontext:** Liste von Diagnosen. Die Diagnosen müssen erfüllt sein, bevor die Bedingung der Regel überprüft wird. Sie stellen daher eine Art Kontext dar, in der die Regelbedingung gültig ist.
- **Ausnahme:** Eine komplexe Bedingung. Wenn die Bedingung erfüllt ist, wird die Ausführung der Aktion blockiert, oder, falls die Aktion schon ausgeführt ist, sie zurückgenommen. Solange die Ausnahme-Bedingung nicht erfüllt ist, spielt sie für die Ausführung der Regel keine Rolle.
- **Erklärung:** Text. Der Text dient zur Erklärung der Regel für den Benutzer.
- **Kommentar:** Text. Der Text ist nur für den internen Gebrauch durch den Wissensbasisentwickler bestimmt.

Globale Attribute zur Wissensbasis:

- **Name:** Text. Der interne Name der Wissensbasis.
- **Information:** Text. Dieser Text soll die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Wissensbasis charakterisieren.
- **Eingangsfrageklassen:** Liste von Frageklassen. Diese Frageklassen werden bei Aufruf eines neuen Falles aktiviert (Kap. 3.2.2.4).
- **Bildordner:** Hier kann ein Ordner angegeben werden, wo die Bilddateien zu Symptomen (s.o.) lokalisiert sind. Der Defaultordner ist im Ordner "D3" der Ordner "Bilder".
- **Aufwandsgruppen:** Hier können die Aufwandsklassen zu Aufwandsgruppen zusammengefaßt werden, die im geführten Modus der Trainingsoberfläche erforderlich sind (s. Kap. xx).

3.2.2.2 Datenerfassung

Die Datenerfassung umfaßt das Stellen von Fragen und das Einlesen und Überprüfen der Antworten. Eine wichtige Eigenschaft von D3 ist, daß das Dialoglayout automatisch erzeugt wird - wobei D3 verschiedene Dialogtypen mit zahlreichen Konfigurationsoptionen anbietet (Kap. 2.1). Daher müssen keine Dialogmasken spezifiziert werden. Lediglich zur Illustration von Fragen kann man Erläuterungen und Bilder eingeben (s.o. bei Attributen von Symptomen die für erfragte Merkmale).

Dagegen ist Wissen zur Spezifikation von Folgefragen erforderlich, bei welchen Antworten auf Fragen gegebenenfalls nachgefragt werden soll (lokale Dialogsteuerung). Dazu dienen Regeln zum "Stellen von Fragen" (s.o. bei Regeltyp und -aktion), die mit folgenden Editoren eingegeben werden können:

- Im Entscheidungsbaumeditor (Kap. 3.3.2). Dies ist die einfachste Form. Sie eignet sich besonders, wenn die Regel nur genau eine Vorbedingung hat, d.h. der Art ist "Wenn bei Frage-X der Wert-Y zutrifft, dann stelle Folgefragen".
- Über die Symptomhierarchie mit Regelformular (Kap. 3.3.1 + 3.3.7). Dies ist ebenfalls ziemlich einfach, erfordert aber die zusätzliche Benutzung eines Regelformulars, in dem die beteiligten Objekte aus der Hierarchie bereits eingetragen sind.
- Mit der Dialogsteuerung-Folgefragentabelle (Kap. 3.3.9). Sie dient vor allem zur Übersicht, falls es sehr viele Regeln zum Stellen einer Folgefrage gibt, was aber eher selten der Fall sein dürfte.

Zum Überprüfen der Antwort dient bei numerischen Fragen die Angabe einer Unter- und Obergrenze des Wertebereichs (s. Attribute von Symptome). Weiterhin gibt es Plausibilitätsregeln, mit denen Widersprüche bei der Beantwortung unterschiedlicher Fragen erkannt werden können (s.o. bei Regeltyp und -aktion). Plausibilitätsregeln können im Regelformular (Kap. 3.3.7) oder in Regeldetailtabellen (Kap. 3.3.10) eingegeben werden.

3.2.2.3 Datenabstraktion

Die Datenabstraktion umfaßt die Herleitung von Symptominterpretationen aus Fragen und anderen Symptominterpretationen. Dazu dienen die oben genannten Regeln vom Typ Symptomwert und Symptompunkte. Diese Regeln können mit folgenden Editoren eingegeben werden:

- Über die Symptomhierarchie und das Regelformular (Kap. 3.3.1 + 3.3.7). Dies ist die einfachste Form, da in dem Regelformular die Hauptobjekte aus der Hierarchie bereits voreingetragen werden. Sie empfiehlt sich vor allem, wenn zur Herleitung einer Symptominterpretation nur eine oder sehr wenige Regeln verwendet werden.
- Über die Regel-Übersichtstabelle (Kap. 3.3.9). Dies ist am effektivsten bei vielen Regeln zur Herleitung einer Symptominterpretation, wobei die meisten Regeln nur eine Aussage in ihrem Bedingungsteil enthalten.
- Über die Regel-Detailtabelle (Kap. 3.3.10). Dies ist am effektivsten bei vielen Regeln zur Herleitung einer Symptominterpretation, wobei die meisten Regel mehrere Aussagen in ihrem Bedingungsteil enthalten.
- Über den N-Stufen-Regeleditor (Kap. 3.3.8). Dies empfiehlt sich nur, wenn die einzelnen Regeln sehr komplex sind und die Aussagen in dem Bedingungsteil mehrfach geschachtelt sind.
- Über das Regelformular (Kap. 3.3.7). Das ist die umständlichste Methode zur Eingabe von Regeln.

Ein wichtiger Teil des Wissens wird als lokales Wissen zur Symptominterpretation in ihrem Formular (Kap. 3.3.3) bzw. in der zugehörigen Attributtabelle (Kap. 3.3.4) spezifiziert, nämlich das Auswertungsschema, das die aufgrund von Regeln berechnete Gesamtpunktzahl einer Symptominterpretation in eine Alternative aus ihrem Wertebereich umwandelt (s. Attribute von hergeleiteten Merkmalen).

3.2.2.4 Testauswahl

Zur Testauswahl (globale Dialogsteuerung, d.h. Auswahl von Frageklassen) bietet D3 neben der Benutzerauswahl zwei unterschiedliche Mechanismen an: die Routine-Indikation und die Kosten-Nutzen-Indikation. Bei der Routine-Indikation werden Frageklassen unabhängig von Verdachtsdiagnosen mit kategorischem Wissen ausgewählt, während die Kosten-Nutzen-Indikation versucht, die nützlichste Frageklasse zur Überprüfung der aktuellen Verdachtsdiagnosen zu ermitteln. Da in vielen Anwendungsbereichen die Auswahl von Tests standardisiert ist, bietet sich dafür die Routine-Indikation an, während die Kosten-Nutzen-Indikation eher bei sehr variablen Situationen zum Einsatz kommt. Falls beide Mechanismen genutzt werden, dann werden erst die Tests aufgrund der Routine-Indikation ausgewählt, und wenn dabei keine Tests mehr vorgeschlagen werden, kommt die Kosten-Nutzen-Indikation zum Einsatz.

Alles im folgenden aufgeführte Wissen zur Indikation von Frageklassen kann in der "Dialog-Steuerung-Übersichtstabelle" (3.3.9) angezeigt und manipuliert werden, der deswegen der wichtigste Editor für diese Wissensart ist.

Die Routine-Indikation basiert auf Wissen der Art: Wenn <Bedingung> erfüllt, dann indiziere eine Liste von Tests (Frageklassen). Es gibt drei Arten von <Bedingungen>:

- immer: Diese Frageklassen werden als Startfrageklassen immer zu Beginn eines neuen Falles gestellt. Sie können im Formular "zur Wissensbasis" (3.3.3) eingegeben werden.
- nach Bestätigung einer Diagnose: Diese Frageklassen können im Formular zu einer Diagnose (3.3.3 und 3.2.2.1) eingegeben werden. Der Eintrag bewirkt, daß, wenn die Diagnose bestätigt ist, die entsprechenden Frageklassen indiziert sind. Falls die Diagnose zurückgenommen wird, und die entsprechenden Frageklassen noch nicht gestellt worden sind, wird ihre Indikation rückgängig gemacht.
- bei einer beliebigen Bedingung: Dazu eignen sich (Dialog-)Regeln vom Typ "Indikation von Frageklassen", deren Bedingung einfach oder komplex sein darf und deren Aktion die Indikation einer Liste von Frageklassen ist (3.3.7).

Die genaue Reihenfolge der Frageklassen im Dialog wird primär durch ihre Aufwandsklasse (Kap. 3.2.2.1) bestimmt, die im Formular (Kap. 3.3.3) oder der Attributtabelle (Kap. 3.3.4) zu Frageklassen eingegeben wird, wobei Frageklassen mit niedrigerer Aufwandsklasse bevorzugt werden. Bei gleicher Aufwandsklasse werden sie in der Reihenfolge gestellt, wie sie in den Formularen eingegeben wurden.

Wenn man ausschließen will, daß bestimmte Frageklassen gestellt werden (selbst wenn sie indiziert worden sind), dann kann man dies mit (Dialog-)Regeln vom Typ "Kontraindikation von Frageklassen" (Kap. 3.3.7) tun.

Bei der Kosten-Nutzen-Indikation ist das primäre Wissen der Nutzen der Frageklassen zur Klärung von (verdächtigten) Diagnosen. Es kann im Diagnoseformular eingegeben werden (Kap. 3.3.3; s. auch Kap. 3.2.2.1). Dabei ist zu beachten, daß der Nutzen eines Eintrages standardmäßig 10 Punkte beträgt und derzeit nicht im Formular, sondern nur in der Dialogsteuerung-Übersichtstabelle (Kap. 3.3.9) geändert werden kann. Der Nutzen kann mit Standardkosten und dynamischen Kosten der Frageklasse verrechnet werden. Die Standardkosten können als (negative) Zahl im Formular der Frageklasse eingegeben werden (Kap. 3.3.3; s. auch Kap. 3.2.2.1). Die dynamischen Kosten werden mit (Dialog-)Regeln vom Typ "Aufwandsbewertung von Frageklasse" eingegeben (Kap. 3.3.7).

Aufgrund dieses Wissens wird in jedem Entscheidungszyklus die Frageklasse ausgewählt, die aufgrund der verdächtigten Diagnosen die beste Kosten/Nutzen-Bilanz hat. In den Einstellungen (s. Kap. 2.9, Benutzereinstellungen: Diagnoseanzahl für Kosten/Nutzen-Analyse) zur Dialogsteuerung kann man weiterhin einstellen, ob nur von einer, d.h. der aktuell stärksten Verdachtsdiagnose oder von mehreren Verdachtsdiagnosen zur Kosten-Nutzen-Indikation ausgegangen werden soll.

3.2.3 Diagnostische Wissensarten und Problemlösungsmethoden

Wenn das allgemeine diagnostische Wissen über die Existenz, die hierarchische Einordnung und die lokalen Eigenschaften der Symptome, Frageklassen und Diagnosen sowie Wissen über die Datenerfassung, die Datenabstraktion und die Dialogsteuerung bereits eingegeben ist, dann ist der Aufwand zur Herleitung von Diagnosen relativ gering. Im folgenden beschreiben wir, welches Wissen erforderlich ist und mit welchen Editoren es eingegeben werden kann. Die Wissensarten und Problemlösungsmethoden selbst sind in den angegebenen Unterkapiteln aus P4 beschrieben.

3.2.3.1 Entscheidungstabellen und heuristische Klassifikation (P4.3.2 + P4.3.3)

Da der Unterschied zwischen Entscheidungstabellen und heuristischer Klassifikation vor allem in dem Gebrauch von Evidenzwerten liegt, auf die wir hier nicht eingehen, beschreiben wir sie im gleichen Kapitel. Das Wissen wird in Regeln der Art formalisiert: *Wenn* <Symptome und/oder Diagnosen> *dann* bekommt eine <Diagnose> eine <Bewertung>. Häufig werden erst Zwischendiagnosen hergeleitet, die dann selbst zur Herleitung von anderen Diagnosen dienen. Die wichtigsten Strategien bei der Diagnosebewertung variieren die Komplexität des Bedingungsteils und die Anzahl der Regeln pro Diagnosen. Die beiden Extreme sind, pro Diagnose nur eine komplexe Regeln oder viele einfache Regeln mit jeweils nur einer Aussage im Bedingungsteil anzugeben. Wenn z.B. 10 Symptome A-J für eine Diagnose X relevant sind, dann könnte man 20 einfache Regeln A->X, ¬A->X, B->X, ¬B->X, ... , J->X ¬J->X jeweils mit einer Bewertung der positiven bzw. negativen Evidenz angeben. Alternativ könnte man auch versuchen, in einer komplexen Regel den Effekt der vielen einfachen Regeln zusammenzufassen, z.B. leite X her, wenn (4 aus {A, B, C, (D oder E}, {2 aus F, G, H}, I, J) außer wenn (¬C oder ¬D).

Viele einfache Regeln haben den Vor- und Nachteil, daß jede Regel unabhängig von allen anderen ist. Dies ist ein Vorteil, da das System leicht wartbar ist, und ein Nachteil, da die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Symptomen (z.B. eine überadditive Verstärkung der Evidenz, wenn mehrere Symptome gleichzeitig vorhanden sind) nicht repräsentierbar sind. Man gibt sie am besten mit der heuristischen Regelübersichtstabelle (3.3.9) ein, die diese Strategie optimal unterstützt.

Komplexe Regeln haben den Vor- und Nachteil, daß der Experte sich das Zusammenspiel der verschiedenen Symptome bzw. Diagnosen für die herzuleitende Diagnose genau überlegen muß. Eine mögliche Strategie ist die Einteilung der Symptome in Haupt- und Nebensymptome sowie weitere notwendige Bedingungen mit einer Angabe, wieviele Haupt- und Nebensymptome zum Nachweis der Diagnose zutreffen müssen. Dadurch können auch überadditive Verstärkungen gut modelliert werden. Falls es wichtig ist, Verdachtsdiagnosen herzuleiten, dann werden mindestens zwei Regeln benötigt; eine zur Verdachtsgenerierung und eine zur Bestätigung der Diagnose. Für sehr komplexe Regeln eignet sich am besten der N-Stufen-Regeleditor (3.3.8); für maximal 2-stufige Regeln auch die Regel-Detailtabelle.

Natürlich sind auch alle Formen von Mischstrategien zwischen beiden Extremen möglich. Deswegen zeigt jeder Editor alle vorhandenen Regeln an, wobei sie

eventuell abstrahiert dargestellt werden, wenn sie für den Editor zu komplex sind. Die Abstraktion wird durch ein Zusatzsymbol kenntlich gemacht.

Bei der heuristischen Klassifikation kann man zusätzlich Apriori-Wahrscheinlichkeiten und Prädispositionregeln zur Diagnosebewertung benutzen. Während Apriori-Wahrscheinlichkeiten die allgemeine Häufigkeit oder Seltenheit von Diagnosen angeben, dienen Prädispositionsregeln dazu, diese aufgrund der Symptomatik zu modifizieren. Das Berechnungsschema ist in P4.3.3 erläutert.

3.2.3.2 Statistische Klassifikation (4.3.4)

Die statistische Klassifikation nach dem Theorem von Bayes ist an enge Voraussetzungen gebunden. Dazu gehören, daß die Symptome voneinander unabhängig sein müssen, die Menge der Diagnosen vollständig ist und sich wechselseitig ausschließt. Da wir davon ausgehen, daß dies eher selten auf die ganze Wissensbasis, sondern wahrscheinlicher auf geeignete Teilmengen zutrifft, muß der Experte zunächst die zu betrachtenden Symptome und Diagnosen definieren. Dabei kann er beliebig viele Gruppen bilden, die jeweils unabhängig nach dem Theorem von Bayes ausgewertet werden. Um die Unabhängigkeit der Symptome zu gewährleisten, ist es oft vorteilhaft, Fragen zu Symptominterpretationen zusammenzufassen.

Da zur Wissenseingabe nur Listen erstellt werden müssen, reicht dafür ein einfacher Editor für Listen von Objekten, in den mit dem Objekttransfer (3.3.5) Objekte übertragen werden. Dazu dient der Menüpunkt STATISTISCHE TABELLE im Menü DIAGNOSTIK.

3.2.3.3 Überdeckende Klassifikation (P4.3.5)

Bei der überdeckenden Klassifikation werden im wesentlichen für jede Diagnose ihre Eigenschaften in Form von Symptomen bzw. anderen Diagnosen angegeben, z.B. "Wenn Diagnose X vorliegt, dann werden typischerweise die Merkmale A, B, C, usw. beobachtet. Zur Eingabe dieser einfachen Relationen eignet sich besonders gut die überdeckende Diagnose-Übersichtstabelle (3.3.9). Wenn schon heuristisches Wissen vorhanden ist, dann vereinfacht sich die Konfiguration der Tabelle, da die Regelelemente (3.3.6) übernommen werden. Komplexere Regelvorbedingungen sind eigentlich nur erforderlich, wenn zusätzliche Randbedingungen die Beziehung zwischen einer Diagnose und ihren Eigenschaften beeinflussen, z.B. daß eine Infektionskrankheit nur dann Fieber verursacht, wenn keine fiebersenkenden Medikamente genommen wurden. Wenn eine Diagnose zwar meistens, aber nicht immer ein Merkmal verursacht, ohne daß die Randbedingungen aufzählbar sind, dann kann man die Beziehung mit einem Evidenzwert gewichten.

Im Idealfall kann die Lösung alle beobachteten Symptome überdecken. In der Praxis dürfte dies aber bei größeren Fällen selten gelingen. Daher dient als Bewertungskriterium, daß die Diagnose am besten bewertet wird, die möglichst viele der beobachteten Symptome überdeckt. Dabei ist es wichtig, zwischen wichtigen und unwichtigen Symptomen zu unterscheiden. Die Gewichtung der Symptome wird mit ihrem Attribut "Gewicht" angegeben. Das Gewicht wird durch das Attribut "Abnor-

mität" und bei Fragen vom Typ "multiple-choice" auch von dem Attribut "Abnormität-nein-sonstiges" modifiziert, indem bei normalen Ausprägungen des Symptoms das Gewicht reduziert wird (vgl. 3.2.2.1). Dieses Wissen wird am besten in einer Attributtabelle (3.3.4) eingegeben. Es wird gleichermaßen auch für die fallbasierte Klassifikation (3.2.3.5) benötigt.

Häufig ist es vorteilhaft, als Ausgangsbasis der überdeckenden Klassifikation aussagekräftigere Symptominterpretationen statt Fragen zu benutzen. Dann sollte man nur für die benutzten Symptome das Attribut "Gewicht" definieren, die übrigen Symptome werden dann ignoriert. Man kann jedoch auch gezielt Symptome ausblenden, indem man Sichten einführt. Eine Sicht umfaßt eine Menge von Symptomen, die in dem Attribut "Relevanz" (Zugehörigkeitsebene) denselben Eintrag haben. Dieses Attribut wird am besten mit der Attributtabelle eingegeben (3.3.4). Vor dem Aufruf des überdeckenden Problemlösers muß man dann in der Konfiguration des überdeckenden Problemlösers die gewünschte Sicht einstellen.

In der Konfiguration für den überdeckenden Problemlöser kann man einstellen, wie stark falsch vorhergesagte Merkmale eine Diagnose abwerten sollen. Ein Merkmal wird falsch vorhergesagt, wenn der von der Diagnose angegebene Wert nicht mit dem tatsächlich beobachteten Wert übereinstimmt.

Wenn eine Diagnose alleine nicht alle Merkmale überdecken kann, kann man nach Kombinationen von Diagnosen suchen. Da diese Suche einen inhärent exponentiellen Aufwand hat, muß sie vom Benutzer angestoßen werden. Dies geschieht in der Wissensnutzung im Menü PROBLEMLÖSER mit dem Menüpunkt ÜBERDECKENDE MEHRFACHDIAGNOSEN BERECHNEN UND AUSGEBEN. In den Benutzereinstellungen des überdeckenden Problemlöser kann der Benutzer einerseits die maximale Suchzeit, andererseits die maximale Anzahl der Mehrfachdiagnosen begrenzen.

3.2.3.4 Funktionale Klassifikation (P4.3.6)

Die funktionale Klassifikation basiert auf einem Modell des zu diagnostizierenden Systems, dem sog. funktionalen Modell. Dieses Modell besteht in D3 aus Komponenten und Materialien, wobei Komponenten als die aktiven Teile des Modells die passiven Materialien beeinflussen. Zusätzlich repräsentieren die Materialien auch die Verbindungen zwischen den Komponenten. Das Verhalten einer Komponente, d.h. wie die Materialien am Eingang in die Materialien am Ausgang in Abhängigkeit vom aktuellen Zustand der Komponente transformiert werden, wird für jede Komponente mit Hilfe von Regeln beschrieben. Die einzelnen Eigenschaften der Materialien werden durch Parameter repräsentiert. Zur Vermeidung der redundanten Eingabe gleicher Materialien bietet D3 die Möglichkeit übergeordnete Materialtypen zu definieren, welche die gemeinsamen Eigenschaften eines Typus von Materialien repräsentiert.

Aus Integrationsgründen entsprechen in D3 die Fehlerzustände der Komponenten den Diagnosen und die Parameter der Materialien Symptomen bzw. Symptominterpretationen. Weiterhin wird zur funktionalen Klassifikation der überdeckende Problemlöser verwendet, so daß alle überdeckenden Eingaben und Einstellung (vgl. Kap. 3.2.3.3) auch bei der funktionalen Klassifikation berücksichtigt werden.

Zur Definition der Modellstruktur dient der funktionale Wissenserwerbsgraph (3.3.11). In diesem Graph können Komponenten und Materialien neu erzeugt werden, als auch schon vorhandene aus den entsprechenden Hierarchien eingefügt werden. Im Graph neu erzeugte Knoten werden automatisch in die zugehörige Hierarchie eingefügt. Alternativ können Komponenten in der Komponentenhierarchie (3.3.1) und Materialien in der Materialhierarchie (3.3.1) angelegt werden und anschließend in den Graph kopiert werden. Materialtypen können nur in der Materialhierarchie angelegt werden. Die Definition der Verhaltensbeschreibungen der Komponenten in ihren Fehlerzuständen ist durch die funktionalen Übersichtstabellen (3.3.9) vorgesehen.

Wenn ein Fehlerzustand nicht alle beobachteten (Parameter-) Symptomwerte erklären kann, besteht die Möglichkeit Zustandskombinationen berechnen zu lassen (vgl. dazu auch Überdeckende Klassifikation 3.2.3.3). Diese Berechnung wird in der Wissensnutzung mit dem Menüpunkt FUNKTIONALE MEHRFACHFEHLER ANZEIGEN im Menü PROBLEMLÖSER ausgelöst.

3.2.3.5 Fallbasierte Klassifikation (P4.3.7)

Die fallbasierte Klassifikation erfordert am wenigsten Zusatzwissen. Im einfachsten Fall kann sie auch ganz ohne Zusatzwissen arbeiten, indem man in den Benutzereinstellungen zum fallbasierten Problemlöser die Defaultoption aktiviert, so daß Standardwerte für den Ähnlichkeitsvergleich eingesetzt werden. Diese Option dient vor allem zum schnellen Ausprobieren des fallbasierten Problemlösers mit einer Menge von Fällen. Es müssen dann nur die Vergleichsfälle vom Benutzer als Fallspeicher geladen werden (Menü FÄLLE).

Wesentlich bessere Ergebnisse kann man erzielen, wenn man spezifisches Wissen für den Ähnlichkeitsvergleich angibt. Dieses Wissen besteht aus zwei Teilen:

(1) Über die Bedeutung der Symptome mit den Attributen "Gewicht", "Abnormität" und "Relevanz", daß identisch wie beim überdeckenden Problemlöser (3.2.3.3) ist.

(2) Über die relative Ähnlichkeit der Ausprägungen zwischen zwei Merkmalen. Dazu dienen zwei Attribute: der "Ähnlichkeitstyp" und die davon abhängige "Ähnlichkeitsangabe". Der Ähnlichkeitstyp hängt wiederum von dem Wertebereichstyp des Symptoms ab.

- *Individueller Typ* (bei allen Wertebereichstypen): Jeder Wert eines Merkmals ist nur zu sich selbst ähnlich. Eine Ähnlichkeitsangabe ist nicht erforderlich.
- *Skalierter Typ* (nur bei one-choice Wertebereichstyp). Die Ausprägungen werden mit aufsteigenden Zahlen bewertet, wobei sich die Ähnlichkeit zweier Antworten gemäß der Formel ergibt:
  1 - (Differenz der zugehörigen Zahlen) / (maximale Differenz)
  Beispiel:
  1. Antwort = 0,
  2. Antwort = 2,
  3. Antwort = 8,

4. Antwort = 10.
was bedeutet, daß zwischen den Alternativen 1 und 2 sowie zwischen 3 und 4 eine Ähnlichkeit von 80% besteht, zwischen 2. und 3 von 40%, und zwischen 1 und 3 von 20% usw.

- *Matrixtyp* (bei one-choice und multiple-choice Wertebereichstyp), der den skalierten Typ als Spezialfall einschließt und bei dem zwischen jedem Paar von Alternativen explizit ein Ähnlichkeitswert als Zahl zwischen 0 und 1 definiert wird.

- Bei numerischen Symptomen gibt es außer dem hier relativ unbrauchbaren individuellen Typ (s.o.) verschiedene Varianten zur Berechnung der Ähnlichkeit:
  - *Division normal:* Dazu sind keine Zusatzangaben erforderlich. Zur Ähnlichkeitsberechnung wird einfach die kleinere Zahl durch die größere Zahl dividiert.
  - *Division/Subtraktion:* Als Zusatzangabe ist eine Zahl erforderlich. Die Ähnlichkeit wird wie folgt berechnet: *1 - (Wertedifferenz / Zahl)*. Falls das Ergebnis kleiner als 0 ist, wird es auf 0 aufgerundet. Dieser Typ ist im allgemeinen der "Division normal" vorzuziehen, da keine Verzerrungen bei besonders kleinen oder großen Werten auftreten. Falls keine Zahl, aber eine Unter- und Obergrenze für den Wertebereich vorhanden ist (vgl. 3.2.2.1), dann wird die Differenz zwischen Ober- und Untergrenze als Ersatz für die Zahl benutzt.
  - *Abschnitte normal:* Dazu muß man als Zusatzinformation den numerischen Wertebereich zunächst in Abschnitte einteilen. Jeder Abschnitt wird dann wie ein skalierter Typ (s.o.) behandelt.
  - *Abschnitte interpoliert:* Dieser Typ entspricht dem Typ Abschnitte normal, außer, daß bei der Berechnung der Ähnlichkeit eine Interpolationsfunktion zur Glättung des ansonsten abrupten Übergangs an den Abschnittsgrenzen benutzt wird. Er ist daher normalerweise dem Typ "Abschnitte normal" vorzuziehen.

Der Wissenserwerb für die fallbasierte Klassifikation ist deshalb relativ einfach, da alle Angaben nur pro Symptom gemacht werden, während in allen anderen Problemlösern auch Symptom-Diagnose-Relationen definiert werden müssen. Die Idee ist, daß das fehlende Wissen durch die Variationen in den Vergleichsfällen kompensiert wird. Es ist jedoch in D3 auch möglich, explizites Wissen über die Gewichtung verschiedener Symptome im Hinblick auf bestimmte Diagnosen einzugeben, das dann das (Default-)Gewicht der Symptome überschreibt. Dazu dient eine Übersichtstabelle für diagnosespezifische Gewichtsmodifikationen (3.3.9).

Wenn sicheres Wissen in einer Domäne vorhanden ist, dann soll es im allgemeinen unabhängig vom Fallvergleich benutzt werden. Sicheres Wissen umfaßt vor allem Wissen zur sicheren Bestätigung oder zum sicheren Ausschluß von Diagnosen. Falls sichere Diagnosen hergeleitet wurden, wird daher standardmäßig von einer Aktivierung des Fallvergleiches abgesehen, sondern diese Diagnosen als Ergebnis ausgeben. Jedoch kann der Benutzer jederzeit selbst den Fallvergleich anstoßen (im Me-

nü PROBLEMLÖSER der Menüpunkt FALLVERGLEICH). Wenn Diagnosen mit sicheren Regeln ausgeschlossen wurden, dann werden alle Fälle mit diesen Diagnosen nicht mehr in Betracht gezogen. Sicheres Wissen kann man mit Entscheidungstabellen (3.2.3.1; Bewertung p7 und n7) oder Entscheidungsbäumen (3.2.1) eingeben.

3.2.4 Anbindung von Multimedia-Objekten zu Fragen und Diagnosen

Die Verknüpfung mit informellem Wissen kann den Nutzen eines Diagnosesystems beträchtlich erhöhen. Dazu ist in D3 ein einfaches Konzept realisiert: man kann zu jeder Diagnose und zu jedem Symptom eine Datei angeben, in der die Zusatzinformationen als Text, Bild oder HTML-Dokument[4] abgespeichert wird. Die Wissenseingabe in D3 beschränkt sich dann darauf, daß man zu der Diagnose den Dateinamen des Multimediaobjektes angibt. Als Editor dient dazu die Attributtabelle (Kap. 3.3.4) für Diagnosen (bzw. Symptome). Alle Original-Dateien müssen standardmäßig in dem Ordner „Bilder" im Ordner „D3" stehen.[5]

Eine gewisse Komplexität entsteht, wenn man das Informationssystem sowohl auf Macintosh als auch auf WINDOWS ablaufen lassen will, da auf beiden Rechnertypen verschiedene Konventionen für Dateinamen und Formate gelten. Deswegen muß man alle Dateien doppelt halten, im Macintosh und im WINDOWS-Format. Am einfachsten ist es, man arbeitet mit zwei Ordnern für beide Rechnertypen, gibt dem jeweils richtigen Ordner den Namen „Bilder" und legt ihn in den D3-Ordner. Für das Konvertieren der Dateien gibt es viele Programme[6]. Da WINDOWS 3.11 nur Dateien mit maximal 8 + 3 Buchstaben versteht, sollte man bei der Benennung der Dateien dieses Constraint berücksichtigen, falls das Informationssystem auch unter WINDWOS 3.11 laufen soll.

Für die drei Informationstypen werden drei Attribute angeboten:

- Text: Die Datei enthält einen einfachen ASCII-Text ohne Formatierungsinformationen. Er kann mit jedem Texteditor (auch mit dem in D3 vorhandenem LISP-Editor) eingegeben werden, muß aber als ASCII-Text (z.B. „nur Text") abgespeichert sein. Die Dateiendung sollte „txt" (oder „text") sein. Texte unterscheiden sich zwischen Macintosh und WINDOWS durch eine unterschiedliche Kodierung der Umlaute und des Zeilenumbruchs.
- Bild: Auf Macintosh-Rechnern muß die Datei im PICT-Format geschrieben sein, auf WINDOWS-Rechnern im BMP-Format. Damit die Dateien für beide Welten gleich heißen können, empfehlen wir, bei der Benennung der Bilder ganz auf eine Endung zu verzichten oder eine neutrale, einheitliche zu verwenden.
- Multimedia: hinter diesem Attributnamen verbergen sich HTML-Dokumente, die sowohl Text als auch Bilder, Quicktime-Filme und vor allem auch Zeiger

---

[4] Bei HTML-Seiten kann man von der Einstiegsseite über weitere Links ein beliebig großes Informationssystem anhängen. Deren Eingabe erfolgt mit den diesbezüglichen Werkzeugen (z.B. von Netscape). Die im folgenden besprochenden Konventionen gelten nur für die Einstiegsseite, die weiteren Seiten werden nach den üblichen WWW-Konventionen erstellt und gespeichert.

[5] Man kann auch einen anderen Ordner als Referenzordner definieren, der in den Einstellungen zur Wissensnutzung (s. Kap. 2.9; „Bildordner-Pfad") angegeben werden kann.

[6] z.B. auf Macintosh-Seite für Bilder den „Grafikkonverter" ab Versionsnummer 2.4 und für Texte Add/Strip ab Versionsnummer 3.0.2, sowie auf WINDWOS-Seite für Bilder „ACDsee". Aber auch die meisten Programme zum Verarbeiten von Bildern können eine Bilddatei sowohl im PICT-Format für Macintosh als auch im BMP-Format für WINDOWS abspeichern.

(Links) auf weitere HTML-Dokumente enthalten dürfen[7]. Dieses Format hat vor allem auch den Vorteil, daß man vorhandene Text-Dokumente (z.B. Lehrbücher) oft mit passenden Werkzeugen nach HTML konvertieren kann. Die Dateiendung sollte „htm“ (oder „html“) heißen. Man kann auch die vorher erwähnten Text- und Bilddateien oder andere Dokumenttypen unter diesem Attribut angeben. Dann werden die Dateien über Netscape geöffnet, bzw. falls Netsacpe das Format nicht versteht[8], eine anderes Programm zum Öffnen gestartet. Das Programm wird aufgrund der Dateiendung bestimmt. Natürlich muß in diesem Fall das Programm auch auf dem Rechner vorhanden sein.

[7] Derzeit (6.11.96) können HTML-Dokumente von D3 aus nur auf Macintosh angezeigt werden und sind nur für Diagnosen anbindbar. Eine Anzeige auch auf WINDWOS und auch für Symptome soll in Kürze bereitgestellt werden.

[8] Für viele Text- und Grafik-Programme gibt sogenannte Plug-in’s für Netscape, die eine Anzeige fremder Programmdateien in Netsacpe ermöglichen.

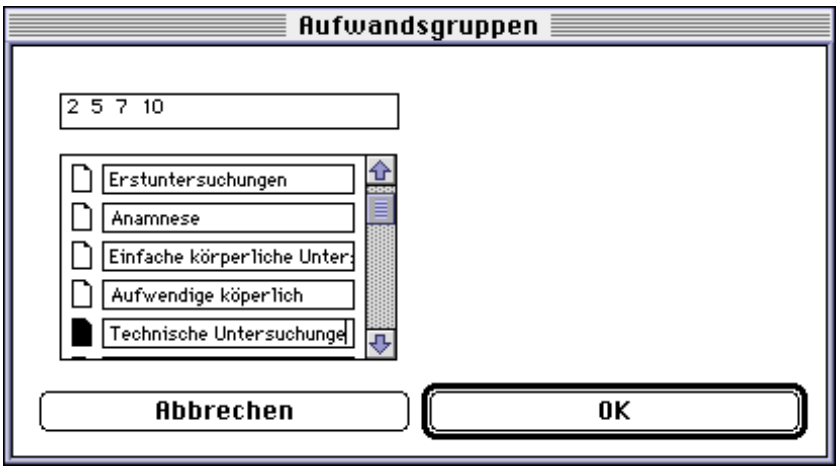
3.2.5 Aufbau von Trainingssystemen

Aus einer bestehenden Wissensbasis und der Expertensystemshell D3 kann ohne großen Aufwand ein tutorielles System generiert werden. Wichtig für ein sinnvolles Tutorsystem ist eine gut strukturierte Wissensbasis sowie eine Sammlung von Fällen, die das System korrekt interpretiert. Das Tutorsystem kann grundsätzlich in zwei Modi ablaufen, dem freien und dem geführten Test. Bei dem freien Test wählt der Lernende selbst die Reihenfolge der Frageklassen, die aber auch von dem System korrekt indiziert werden müssen, um eine entsprechende Kritik des Tutandenverhaltens gewährleisten zu können.
In dem geführten Modus werden die Frageklassen in sogenannten Aufwandsgruppen unterteilt und diese sequentiell präsentiert. Man kann Aufwandsklassen definieren, in dem man in der Attributtabelle oder in dem Formular eine ganzzahlige Zahl eingibt. Es gibt keine Grenze für diese Zahlen, sie werden aber für die Dialogsteuerung benutzt.
Die Aufwandsgruppen sind Gruppen von allen Frageklassen, deren Aufwandsklassen sich in einem bestimmten Intervall befinden. Es können beliebig viele Aufwandsgruppen definiert werden.

In der Wissenseingabe gibt es unter SYMPTOMEINGABE den Punkt ZUR WISSENSBASIS. In dem zugehörigen Formular gibt es den Knopf/Button AUFWANDSGRUPPEN, der folgenden Modaldialog öffnet:



In dem Fenster müssen in der Zeile die Bereiche angegeben werden. Es gilt hier Wert1 <= x < Wert2, also eine Abgrenzung nach unten mit kleiner gleich, nach oben mit einem echt kleiner. In den Zeilen werden die Namen der Gruppen eingegeben. Es muß immer ein Name mehr als Zahlen sein, was aber auch beim Abspeichern im OK des Formulars „Zur Wissensbasis“ überprüft wird.



In diesem Beispiel sind also alle Frageklassen der Aufwandsklasse 1 und 2 in der Gruppe *Erstuntersuchung* zusammengefaßt, die Frageklassen der Aufwandsklassen 3 und 4 in der Gruppe *Anamnese*, Aufwandsklassen 5 und 6 in *Einfache körperliche Untersuchung*, Aufwandsklassen 7, 8 und 9 *in Aufwendige körperliche Untersuchung* und alle Frageklassen mit einer Aufwandsklasse größer oder gleich 10 in der Gruppe *Technische Untersuchungen*..

Die einzige andere speziell für den Tutordialog angelegte Besonderheit in der Wissenseingabe bezieht sich auf den Typ einer Diagnose. In dem Objektformular zu einer Diagnose kann einer Diagnose der Typ Tutorkontext zugewiesen werden. Diese Diagnosen werden in der gesamten Wissensnutzung wie gewöhnliche Kontextdiagnosen behandelt, während sie im Trainer nicht erscheinen.

3.2.6 Aufbau von Bildsystemen zur multimedialen Tutor-Fallpräsentation

Das vorhandene Expertenwissen kann ohne Änderung für tutorielle Zwecke genutzt werden, indem das System dem Benutzer die Symptome eines Falles schrittweise präsentiert und die Entscheidungen des Benutzers bezüglich dem Aufstellen von Hypothesen und der Auswahl von Tests zu deren Überprüfung kommentiert bzw. kritisiert. Die Realitätstreue der Fallsimulation kann beträchtlich erhöht werden, wenn die Symptome nicht nur textuell in der Klapphierarchie, sondern multimedial präsentiert werden. Dann bekommt der Benutzer Bilder gezeigt, auf denen er die Symptome erst erkennen muß, bevor er sie diagnostisch interpretiert. Damit die Erkennungsleistung des Benutzers auch vom System kommentiert werden kann, muß das Wissen über die Korrespondenz zwischen Bildregionen und den darauf zu erkennenden Symptomen mit dem Bildsysteme-Editor eingegeben werden (3.3.12). Voraussetzung ist, daß der Benutzer eine Menge von Bildern oder anderen Dokumenten auf dem Rechner zur Verfügung stellen kann, die möglichst viele der in einem Fall zu beobachtenden Symptome abdecken. Die übrigen Symptome werden dem Benutzer wie gewohnt textuell in der Klapphierarchie angezeigt. Für jeden Fall muß der Experte ein eigenes Bildsystem zur Symptomillustration aufbauen.

3.2.7 Eingabe von Schablonen zur Fallprotokollierung

Die Schablonen dienen dazu, ein flüssig lesbares textuelles Protokoll aus den Falldaten zu erzeugen. Man kann zu einer Wissensbasis beliebig viele Schablonen erstellen. Wenn nach Eingabe aller Falldaten im Dialog der Menüpunkt FALLPROTOKOLL ERSTELLEN im Menü ABLAGE ausgewählt wird, fragt das System, ob ein Standard-Protokoll oder ein Schablonen-Protokoll aus ASCII (LISP-Editor) oder WORD-Vorlage erstellt werden soll. Im letzteren Fall wird nachgefragt, wo sich die Schablone befindet, wobei im Ordner "Schablonen" im D3-Ordner - falls vorhanden - nachgeschaut wird. Das Ergebnis wird auf eine neue Datei im Ordner "Fallprotokolle" geschrieben, dessen Format dasselbe ist, in dem auch die Schablone geschrieben wurde (d.h. ASCII oder WORD).

Die Schablonen werden in einem Textsystem erstellt. Für die Referenz auf die Wissensbasis gibt es ein paar Sonderzeichen, deren Bedeutung im folgenden erläutert wird. Da die Symptome der Wissensbasis am bequemsten und bei komplizierteren Bedingungen ausschließlich über ihre Objektnummern (z.B. M35 statt "Alter") referenziert werden, empfiehlt es sich, vor dem Erstellen der Schablone einen Wissensbasisausdruck der Fragebögen mit eingeschalteter Option "Mit internen Objektnummern" zu generieren.

Um die Übersicht zu behalten, sollte man jeden Ausdruck mit Sonderzeichen in eine eigene Zeile schreiben. Damit diese künstlichen Zeilen von echten Zeilen unterschieden werden können, müssen sie mit "Shift-Return" erzeugt werden, wovor man zu besseren Lesbarkeit bei Blocksatz noch ein "TAB" (TAB-Taste) setzen kann, das für den generierten Text auch ignoriert wird, falls es vor einem Shift-Return steht. Da es bei der Schablone auf jedes Leerzeichen ankommt, sollte man sie immer mit eingeblendeten WORD-Sonderzeichen (unter Menü "Ansicht") erstellen.

In der Schablone gibt es drei Typen von Sonderzeichen für Bedingungen, Objektreferenzen und freie LISP-Ausdrücke:

A. Bedingungen

(# <Bedingung> <Text, wenn Bedinung erfüllt> ## <Text, wenn Bedingung nicht erfüllt>)#

Mit (# wird ein bedingter Ausdruck eingeleitet und mit)# abgeschlossen. Wenn die Bedingung erfüllt ist, dann wird der folgende Text bis zum ersten Auftreten des Doppelzeichens ## oder bis zum Ende der Klammer *)#* geschrieben. Wenn die Bedingung nicht erfüllt ist, dann wird entweder kein Text oder der Text ab dem ersten Auftreten des Doppelzeichens ## übernommen. In beiden Textteilen können (rekursiv fortgesetzt) auch wieder Bedingungen stehen, die natürlich nur ausgewertet werden, wenn die übergeordnete Bedingung erfüllt ist.

Als Bedingung zulässig sind alle Objektbezeichner in D3, die sowohl als interne Nummer als auch als Namensstring referenziert werden können, wobei der Namensstring vollkommen identisch mit dem Namensstring in der Wissensbasis sein muß. Die Bedeutung eines Objektbezeichners als Bedingung ist: Die Bedingung ist erfüllt, wenn das Objekt nicht unbekannt oder nicht erfaßt ist.

Weiterhin sind alle Prädikate aus D3 zulässig, die entweder einzeln, oder durch ein vorangestelltes *und* bzw. *oder* verknüpft werden können. Die wichtigsten Prädikate können folgender Zusammenfassung der Syntax für Bedingungen entnommen werden:

<Bedingung >::= <Objektbezeichner> / <logische Verknüpfung>
<Objektbezeichner> ::= <Objektummer> [<Kommentarstring>] / <Objektnamensstring>
<Einzelprädikat> ::= <Objektnummer> / <D3-Prädikat>
<Objektnummer> ::= "D3-Objektnummer, z.B. M35, M67, P65"
<Kommentar> ::= "beliebiger Text, der in Hochkommata gesetzt sein muß (wie diese Zeile)"
<Objektnamensstring> ::= "gültiger Objektname aus D3, der in Hochkommata gesetzt sein muß"
<D3-Prädikat> ::= ([non] <Prädikat> <Objektnummer> <Wert(e)>)
<Prädikat> ::= $= / $or / $and / $in /$> / $>= / $< / $<= / $isvalue / $pc / ...
<Wert(e)> ::= "Zahl" / "Menge von Zahlen"

"Der Wert hängt vom <Prädikat> und vom Objekttyp der <Objektnummer> ab. Hier wird für jedes Prädikat ein Beispiel gegeben:
($= m34 0) ;;; Hat M34 den Wert 0 (d.h. den Wert "nein/sonstiges")?
($= m34 1) ;;; Hat M34 den Wert 1 (d.h. die erste Antwortalternative)?
($or m36 2 3 5) ;;; Hat m36 einen der Werte 2, 3 oder 5, wobei die Zahl die entsprechenden Antwortalternative bezeichnet?
($and m37 1 2 6) ;;; Hat m37 die Werte 1, 2 und 6?
$in m38 50 100) ;;; Liegt der Wert von m38 zwischen 50 und 100?
($> m39 200), (non $>= m40 100), (non $< m41 150), ($<= m42 -200) ;;; Ist der Wert von m39 größer als 200? usw.
($isvalue m43 unknown) ;;; Ist die Frage m43 mit "unbekannt" beantwortet?
($pc p67) ;;; Ist die Diagnose p67 etabliert?

<logische Verknüpfung> ::= (und <Einzelprädikat>*) / (oder <Einzelprädikat>*)
<Einzelprädikat> ::= <Objektnummer> / <D3-Prädikat>

Innerhalb einer Bedingung kann man den Wert der Bedingung durch einen Unterstrich _ einsetzen, wobei zur Unterscheidung zu normalen Unterstrichen und zur besseren Lesbarkeit das Zeichen nach dem Unterstrich ein Leerzeichen sein sollte, das im generierten Text nicht erscheinen wird.

B. Objektreferenzen

(% <Objektbezeichner> (<wie>) <welche>) oder (% <Diagnosenreferenz> <Wie>)

Der Hauptzweck der Schablone besteht darin, daß man aus den eingegebenen Falldaten Werte in das Fallprotokoll übernehmen kann. Ein Beispiel dafür ist die Benutzung des Unterstrichs aus dem letzten Kapitel. Der allgemeine Mechanismus für die Übernahme besteht darin, daß man einen Objektbezeichner angibt und Zusatzoptionen hat, wie der Wert dargestellt werden soll. Standardmäßig wird der Wert des Objektbezeichners ausgegeben, bei mc-Fragen und mehreren ausgegebenen Texten werden diese mit "," getrennt und das letzte mit "und" verknüpft. Die Zusatzoptionen werden im folgenden beschrieben.

Das <wie> bezieht sich darauf, wie die Ausprägungen des Objektes notiert werden, insbesondere ob Antwortalternativen umformuliert werden sollen. Da es für Antwortalternativen zwei Angaben in der Wissensbasis (normal und "Buchform") gibt, kann man wählen, welche man haben will[9]: Die standardmäßige Auswahl kann global eingestellt werden, davon abweichend kann man ein anders für "anders" eingeben. Weiterhin kann man auch für die einzelnen Antwortalternativen Umformulierungen vornehmen, indem man in Klammern erst die Nummer der Antwortalternative und dann die Umformulierung in Hochkommata eingibt, z.B. (3 "anderer Text"). Die vorgegebene Antwortalternative "nein/sonstiges" wird mit 0 und die Antwortalternative "unbekannt" mit unbekannt referenziert. Für numerische Fragen kann man angeben, ob die Antwort ohne die Einheit geschrieben werden soll. Dazu dient das Schlüsselwort "ohne" (standardmäßig wird die Einheit mitgedruckt, sofern eine in der Wissensbasis vermerkt ist).

Als zweiten Parameter <welche> kann man vermerken, ob und welche Werte gedruckt werden sollen. Bei one-choice und multiple-choice Fragen kann man dazu eine Liste von Nummern der Antwortalternativen angeben; dann werden nur diese Werte gedruckt und die anderen ignoriert. Entsprechend kann man bei numerischen Fragen ein Intervall (zwei Zahlen, oder einen Vergleichsoperator (>, <, >=, <=) und eine Zahl) angeben, das erfüllt sein muß, damit der Wert gedruckt wird. Weiterhin kann man mit den Schlüsselwörtern andeuten, ob der Wert bekannt (d.h. nicht "unbekannt" oder nicht erfaßt) sein muß (bek) bzw. bekannt und ungleich nein/sonstiges sein (pos) soll.

Um die etablierten Diagnosen auszugeben, gibt es vier Optionen:
etab-enddiagnosen: Drucke alle etablierten Enddiagnosen, d.h. keine Zwischendiagnosen.
etab-diagnosen: Drucke alle etablierten Diagnosen mit Zwischendiagnosen.
verdachts-diagnosen: Drucke alle Verdachtsdiagnosen.
vorschlaege-enddiagnosen: Drucke für die etablierten Enddiagnosen den Inhalt der Attribute Vorschlag und Prognose.

---

[9] Zur Zeit ist die Buchform noch nicht integriert (aber in Formularen schon eingebar).

Als zweiten Parameter <Wie> kann man angeben, wie die Diagnosen gedruckt werden sollen:
unter = untereinander, neben = nebeneinander.
Vorschlag und Prognose werden immer untereinander gedruckt. Vorweg erscheint der Text "Zu <Diagnosename>:"

Im folgenden wird die Syntax zusammengefaßt:

<Objektreferenz> ::= (% <Objektbezeichner> <wie> <welche> <abnormal>) /
(% <Diagnosenreferenz> <Wie>)
<Objektbezeichner> ::= "siehe oben"
<wie> ::= - / ([anders] [ohne] [(<Objektalternative> <string>)*])
<welche> ::= (<Objektalternative>*) / ("zahl" "zahl") / (<Vergleichsoperator> "zahl") / pos / bek / <abnormal> ::= - / abn
<Objektalternative> ::= "Zahl aus dem Wertebereich des Objektes wobei
0 = nein/sonstiges und unbekannt = unbekannt bedeutet."
<Vergleichsoperator> ::= > / >= / < / >=
<Diagnosereferenz> ::= etab-enddiagnosen / etab-diagnosen / verdachts-diagnosen / vorschlaege-enddiagnosen
<Wie> ::= unter / neben

C. Freie Lisp-Ausdrücke

Für den Fall, daß die vorhandene Syntax nicht ausreicht, besteht auch die Möglichkeit, mit freiem LISP-Code Ausdrücke zu generieren. Die Syntax dazu lautet:

(_ "Lisp-Code")

wobei "Lisp-Code" ein korrekter LISP-Ausdruck sein muß, der bei Evaluation einen String oder nil zurückliefert.

D. Beispiel

Im folgenden zeigen wir ein kleines Beispiel. Voraussetzung für den Aufbau einer Schablone ist ein Ausdruck der Fragebögen einer Wissensbasis mit internen Objektbezeichnern:

Allgemeine Fragen (Qgd)

Problemcharakterisierung (Mgd1): Charakterisieren sie Ihren Anwendungsbereich!

Δ 1 = Wiedererkennen bekannter Muster
Δ 2 = Fehlersuche in technischem oder biologischem System
Δ 3 = Entwurf eines Objektes, das bestimmten Anforderungen genügt
Δ 4 = Bestimmung einer Sequenz von Aktionen zum Erreichen eines Zielzustandes
Δ 0 = nein/sonstiges
Δ unbekannt

Nur, falls Problemcharakterisierung (Mgd1) IST Wiedererkennen bekannter Muster

Generierbarkeit der Muster (Mgd11): Gibt es ein Schema für die Erzeugung der zu erkennenden Muster?
(wie z.B. bei Molekülstrukturen oder Computerkonfigurationen)

o 1 = ja
o 0 = nein
o unbekannt

Nur, falls Problemcharakterisierung (Mgd1) IST Fehlersuche in technischem oder biologischem System

Einsatzgebiet (Mgd12): Charakterisieren sie das Einsatzgebiet genauer!

o 1 = Innere Medizin
o 2 = Kfz-Diagnostik
o unbekannt

Kosten (M2):
_____ DM

Die Schablone sei:

Bericht zur Problemanalyse:

Bei dem Problem handelt es sich um
(#($= mgd1 2) die Fehlersuche in einem technischen oder biologischen System)#
(#($= mgd1 4) die)#
(#($or mgd1 1) das)#
(#($or mgd1 3) den)#
(# mgd1 (% mgd1 - (1 3 4))## ein (unbekanntes) Problem)#
.
(# mgd11 Die Muster können(#($= mgd11 2) nicht)# generiert werden.)#
(# mgd12 Das Einsatzgebiet ist _ .)#
(# m2 Eine Problemlösung kostet _ .)#

Das Ergebnis der Problemanalyse ist:

(% etab-diagnosen unter).

Mit freundlichen Grüßen
Ihr

Generator

In einem Fall liegen folgende Daten vor:

Fragen und Antworten aller bearbeiteten Frageklassen:

Allgemeine Fragen :

Problemcharakterisierung :	*Fehlersuche in technischem oder biologischem System*
Einsatzgebiet :	*Kfz-Diagnostik*
Kosten :	*50 DM*

Daraus wird mit Hilfe der Schablone folgender Text generiert:

Bericht zur Problemanalyse:

Bei dem Problem handelt es sich um die Fehlersuche in einem technischen oder biologischen System. Das Einsatzgebiet ist Kfz-Diagnostik. Eine Problemlösung kostet 50 DM.

Das Ergebnis der Problemanalyse ist:

Assoziative Diagnostik
Eignung Fuer Med2
Med2 Wissensbasis Vorhanden
Diagnostik.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr
Generator

3.3 Wissenseditoren

3.3.1 Hierarchien

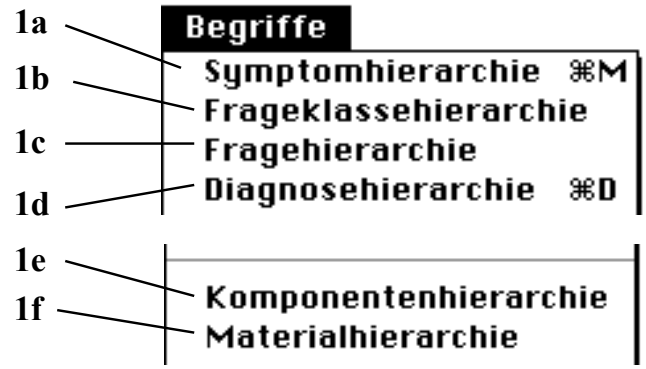
Es werden sechs verschiedene Hierarchien unterschieden. Diese dienen einerseits dazu unterschiedliche Objekttypen zu erfassen, andererseits um sich einen Überblick über die Strukturierung der Wissenbasis zu verschaffen.

Im einzelnen werden die folgenden Hierarchietypen unterschieden:

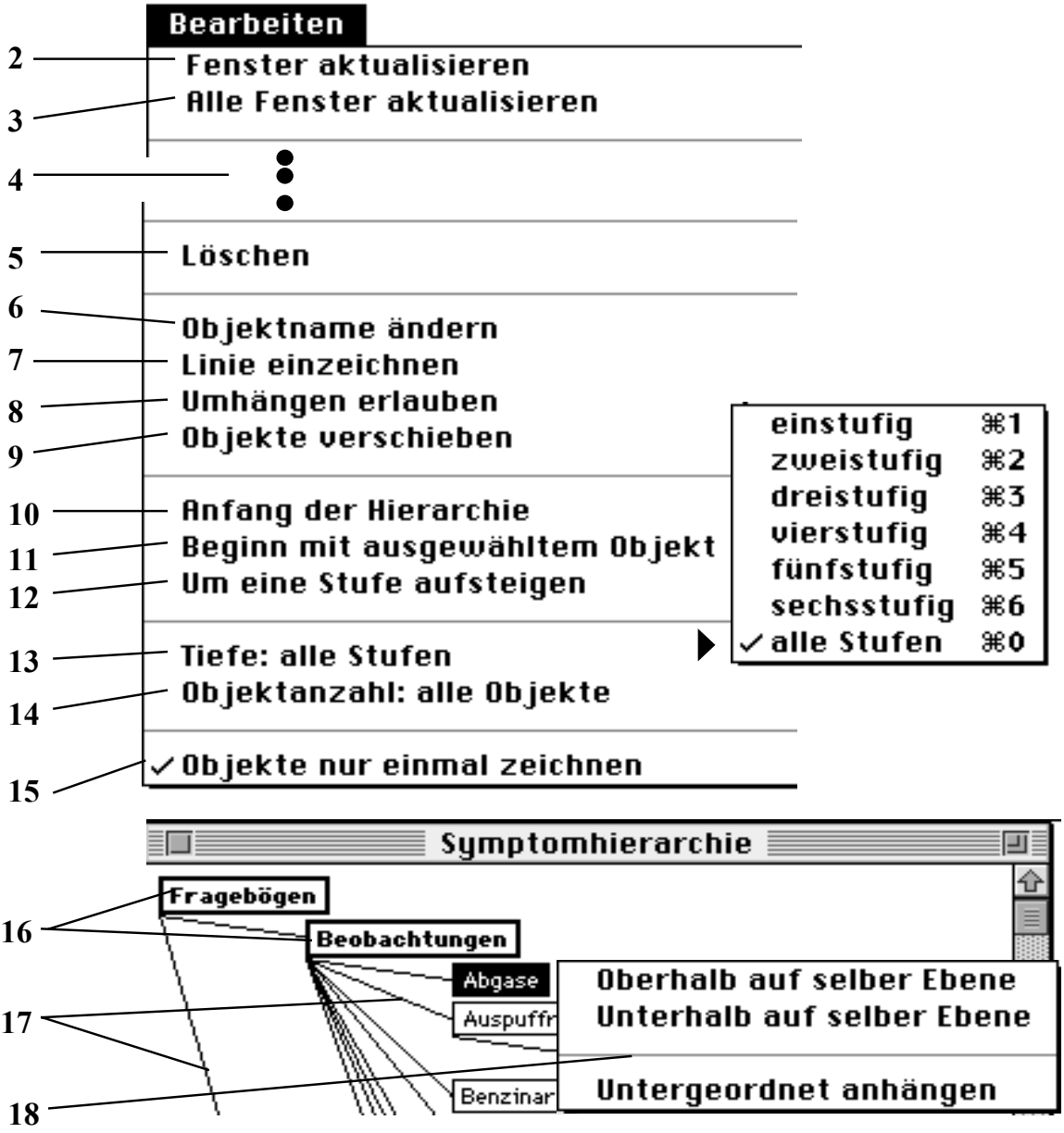
- *Diagnosehierarchie:* Die Diagnosehierarchie dient der Eingabe der Diagnosen (Lösungen) des Problembereichs. Als Objekttypen werden Grobdiagnosen und Feindiagnosen unterschieden. Unterscheiden kann man sie dadurch, daß Grobdiagnosen Nachfolger besitzen, während Feindiagnosen als Blätter in der Hierarchie, also ohne Nachfolger, erscheinen. Zusätzlich sind die Grobdiagnosen fett, die Feindiagnosen fein dargestellt. Zusammenfassend werden sie als Diagnosen bezeichnet.
- *Frageklassenhierarchie:* Die Frageklassenhierachie dient der Eingabe von Frageklassenoberbegriffen und Frageklassen. Frageklassenoberbegriffe fassen dabei weitere Frageklassenoberbegriffe und Frageklassen zusammen. Sie können also im Gegensatz zu Frageklassen Nachfolger besitzen. Sowohl Frageklassenoberbegriffe als auch Frageklassen sind fett dargestellt.
- *Fragehierarchie:* Die Fragehierarchie umfaßt sowohl die Eingabe von Frageklassenoberbegriffen als auch von Frageklassen, wie die Frageklassenhierarchie. Zusätzlich können die Objekttypen Standardfragen und Fragen eingegeben werden. An Frageklassen können Standardfragen, an die Standardfragen Fragen angehängt werden. Diese wiederum können Vorgänger weiterer Fragen sein. Frageklassenoberbegriffe und Frageklassen werden wiederum fett, Standardfragen und Fragen werden fein dargestellt.
- *Symptomhierarchie:* Die Symptomhierarchie umfaßt die Eingabe der Objekttypen der Frageklassehierarchie und der Fragehierarchie. Als zusätzlichen Objekttyp wird die Eingabe von Symptominterpretationen unterstützt. Symptominterpretationen können als Nachfolger von Standardfragen und Fragen erscheinen. Sie werden mit fetter Schrift und feinem Rahmen dargestellt.
- *Komponentenhierarchie:* Die Komponentenhierarchie dient der Verwaltung von Komponenten und deren Fehlerzuständen. Komponenten werden als Rechtecke, die Fehlerzustände als Rundecke dargestellt.
- *Materialhierarchie:* In der Materialhierarchie werden die Beziehungen zwischen Materialtypen, Materialien und Parametern definiert. Die Darstellung erfolgt in Rundecken mit fetter Umrandung, feinen Rundecken und Kästchen.

Zunächst wird die gemeinsame Funktionalität aller Hierarchien beschrieben. Bei der Betrachtung einer speziellen Hierarchie wird dann nur auf zusätzliche Funktionalität eingegangen.

I. Aufruf der Hierarchien

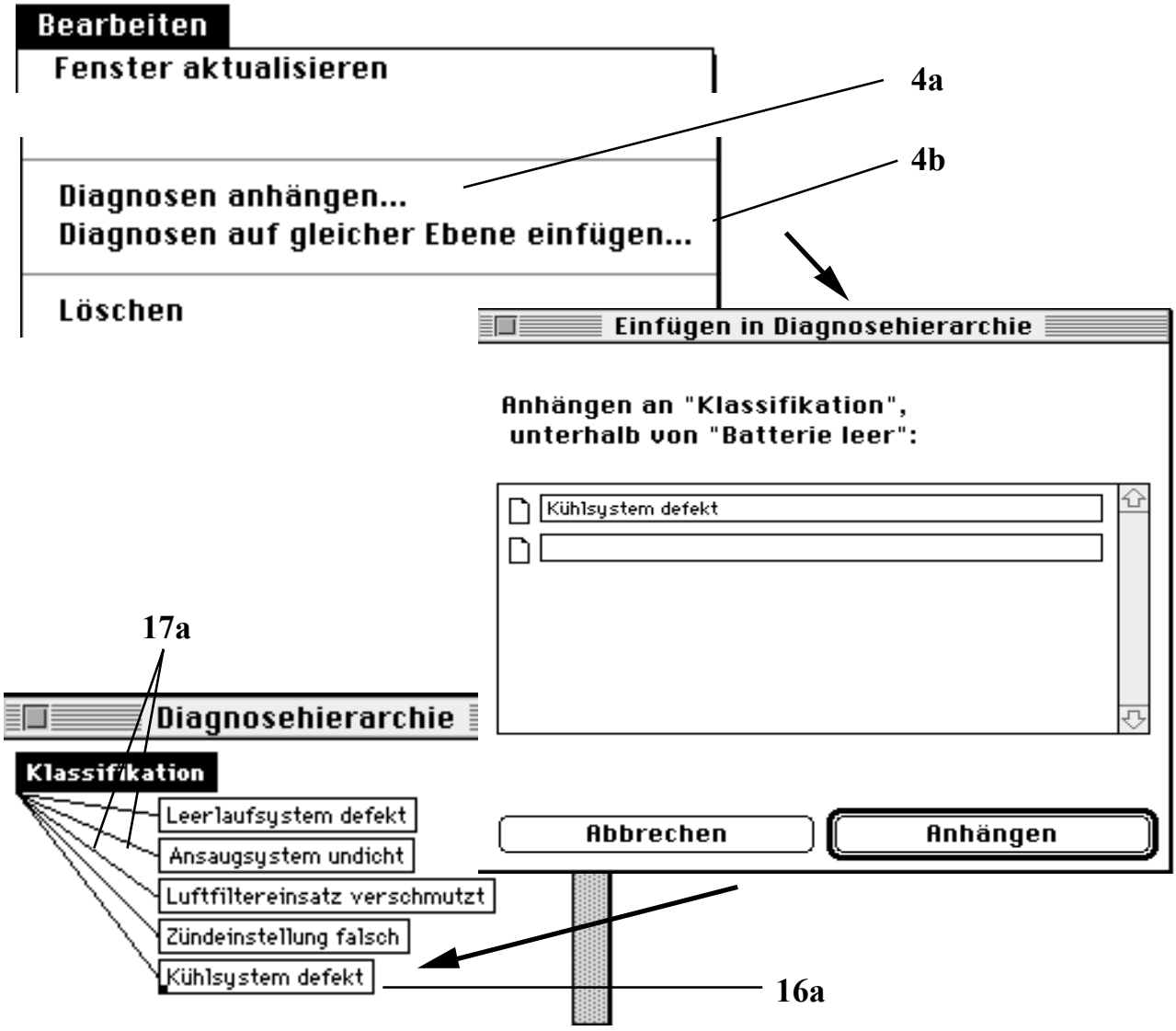


II. Bearbeitung der Hierarchien



1. Im Menü BEGRIFFE kann durch Auswahl des entsprechenden Menüpunkts die gewünschte Hierarchie geöffnet werden. Ist diese Hierarchie bereits geöffnet und ein Objekt über einen einfachen Mausklick markiert, so wird eine neue Hierarchie mit dem markierten Objekt als Wurzel geöffnet.
2. Durch Auswahl von FENSTER AKTUALISIEREN wird nach einer Änderung die Hierarchiedarstellung auf den neuesten Stand gebracht.
3. Im Gegensatz zu 2. wird die Aktualisierung für alle Fenster durchgeführt.
4. An dieser Position befinden sich die Menüeinträge, welche auf die einzelnen Hierarchietypen zugeschnitten sind. Eine Besprechung folgt bei den jeweiligen Hierarchietypen.
5. Mit dem Menüpunkt LÖSCHEN kann ein in der Hierarchie markiertes Objekt (z.B. Verbindungslinie oder Objekteintrag wie eine Frage) gelöscht werden.
6. Durch Markierung eines Objektes und Anwahl des Menüpunkts OBJEKTNAME ÄNDERN, kann der Name des ausgewählten Objektes geändert werden.
7. Der Menüpunkt LINIE ZEICHNEN erlaubt durch Ziehen einer Linie eine Verknüpfung zu definieren, die später zur Eingabe einer Regel benutzt werden kann.
8. Durch Auswahl von UMHÄNGEN ERLAUBEN können Teilhierarchien an eine andere Stelle verschoben werden.
9. Mit OBJEKTE VERSCHIEBEN kann die Reihenfolge der Wissenselemente innerhalb einer Hierarchiestufe verändert werden.
10. Hat man eine Teilhierarchie geöffnet, so kann man über den Menüpunkt ANFANG DER HIERARCHIE zu einer Gesamthierarchie zurückkehren.
11. Der Menüpunkt BEGINN MIT AUSGEWÄHLTEM OBJEKT ändert die aktuelle Hierarchie zu einer Teilhierarchie, bei welcher das markierte Objekt zum Wurzelobjekt wird. Es wird dazu kein neues Fenster geöffnet.
12. Befindet man sich in einer Teilhierarchie so kann man diese vergrößern indem man den Vorgänger des aktuellen Wurzelobjekts zum Wurzelobjekt macht. Dies geschieht über den Menüpunkt UM EINE STUFE AUFSTEIGEN.
13. Um Teile der Hierarchie ausblenden zu können, erhält man mit dem Menüpunkt TIEFE die Möglichkeit die Tiefe der Hierarchie festzulegen. Zur Auswahl stehen die Tiefen 1-6, sowie alle Stufen.
14. Mit dem Menüpunkt Objektanzahl kann die Anzahl der dargestellten Objekte begrenzt werden. Die Standardeinstellung ist "alle Objekte".
15. Bei Mehrfachverknüpfungen von Wissenselementen kann man über diesen Menüpunkt bestimmen ob gleiche Objekte mehrmals in der Hierarchie erscheinen sollen.
16. Jedes Wissenselement kann mit einem Klick aktiviert werden (z.B. Motorgeräusche) oder mit einem Doppelklick kann das entsprechende Objektformular geöffnet werden.
17. Linien können über einen Klick aktiviert werden oder über einen Doppelklick kann ein Fenster zur Information über bestehende Regeln oder zur Neueingabe von Regeln geöffnet werden.
18. Menü, welches im Zusammenhang mit 9. eine Umsortierung der Reihenfolge der Wissensobjekte in einer Hierarchiestufe erlaubt. 21a. verschiebt das Objekt um eins nach oben, 21b nach unten und 21c hängt das Objekt am Ende an.

III. Besonderheiten Diagnosehierarchie



Besonderheiten der Diagnosehierarchie

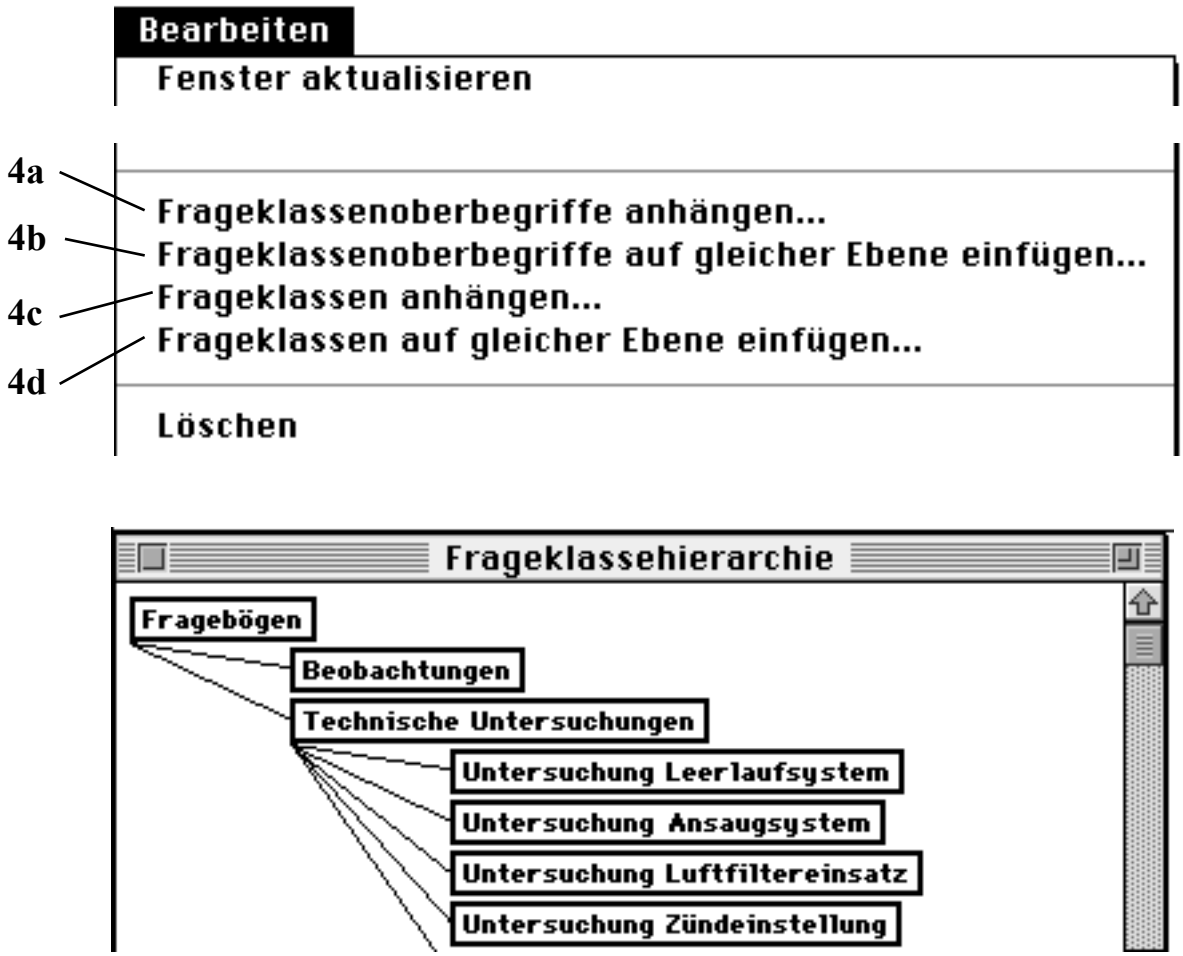
4a. Durch Auswahl des Menüpunkts DIAGNOSEN ANHÄNGEN erscheint ein Fenster in welches die Diagnosen eingegeben werden können. Beim Schließen des Fenster werden diese an die markierte Diagnose (hier „Ansaugsystem undicht“) angehängt.

4b. Analog zu 4a arbeitet der Menüpunkt DIAGNOSEN AUF GLEICHER EBENE ANHÄNGEN, nur daß hier die eingegebenen Diagnosen nicht an die markierte Diagnose angehängt werden, sondern an deren Vorgänger (hier „Klassifikation“) angehängt werden.

16a. Eine kleine schwarze Markierung im unteren linken Eck zeigt an, daß derzeit noch keine Regeln auf diese Diagnose definiert sind. Durch einen Doppelklick wird das Objektformular für Diagnosen geöffnet.

17a. Durch Doppelklick auf die Linien können die dort definierten Regeln angezeigt oder neue Regeln eingegeben werden.

IV. Besonderheiten Frageklassehierarchie



Besonderheiten der Frageklassenhierarchie

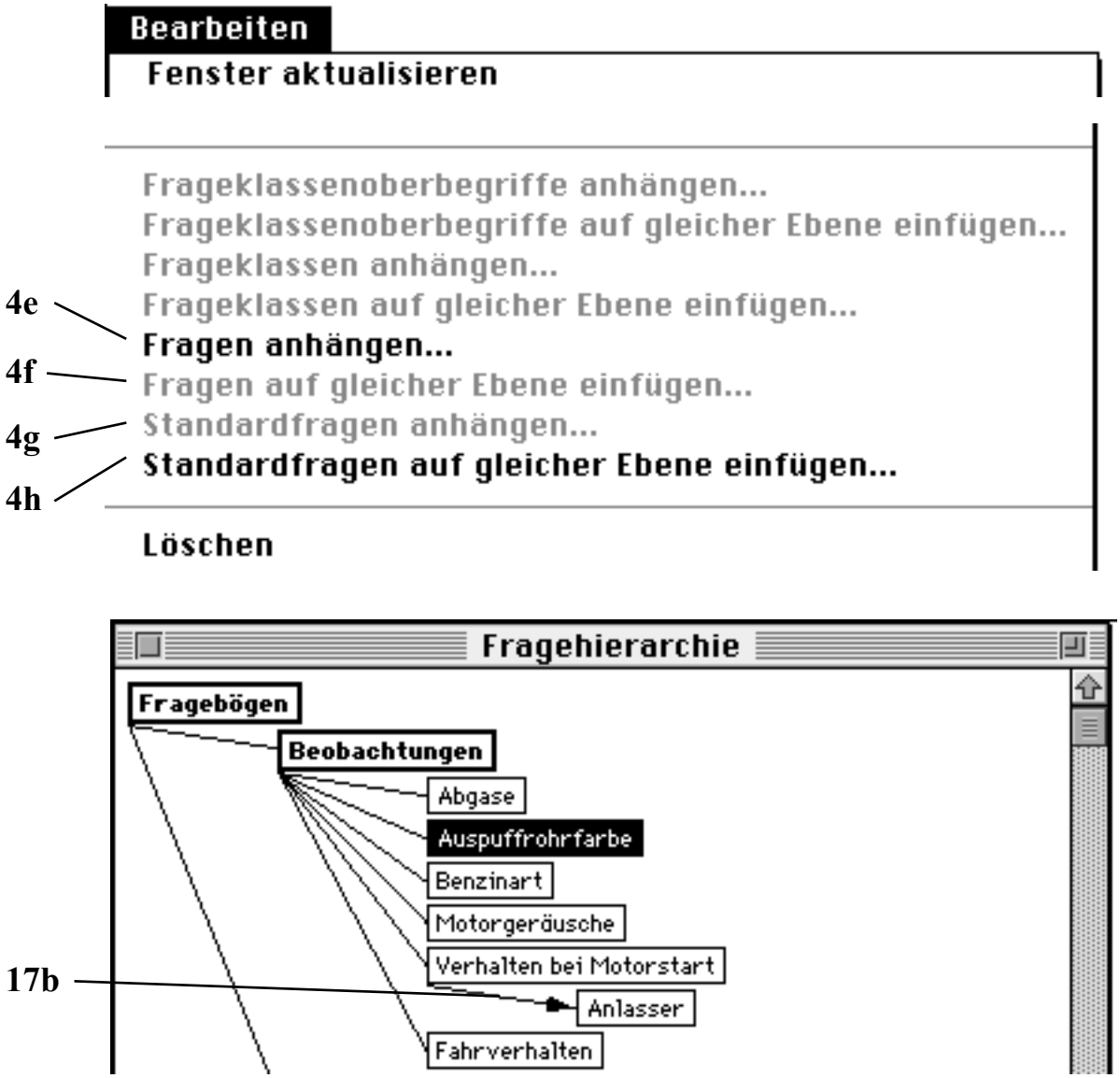
4a. Die Anwahl dieses Menüpunkts öffnet ein Fenster, in welches die neuen Frageklassenoberbegriffe eingetragen werden können. Wird das Fenster geschlossen werden sie an das markierte Objekt angehängt. Frageklassenoberbegriffe lassen sich nur an Frageklassenoberbegriffe anhängen.

4b. Die Eingabe erfolgt analog zu 4a, nur daß der Anhängepunkt der Vorgänger des markierten Wissensbasisobjekts ist.

4c. Frageklassen lassen sich nur an Frageklassenoberbegriffe anhängen. Der Ablauf ist analog zu 4a.

4d. Analog zu 4b.

V. Besonderheiten Fragehierarchie



Besonderheiten der Fragehierarchie

4e. Fragen können an Frageklassen, Standardfragen und Symptominterpretationen angehängt werden. Dazu wählt man das Menü "Frage anhängen" worauf ein Fenster erscheint, in welches die Fragen eingegeben werden können. Nach Schließen des Fensters erscheinen die Fragen als Nachfolger des markierten Objektes.

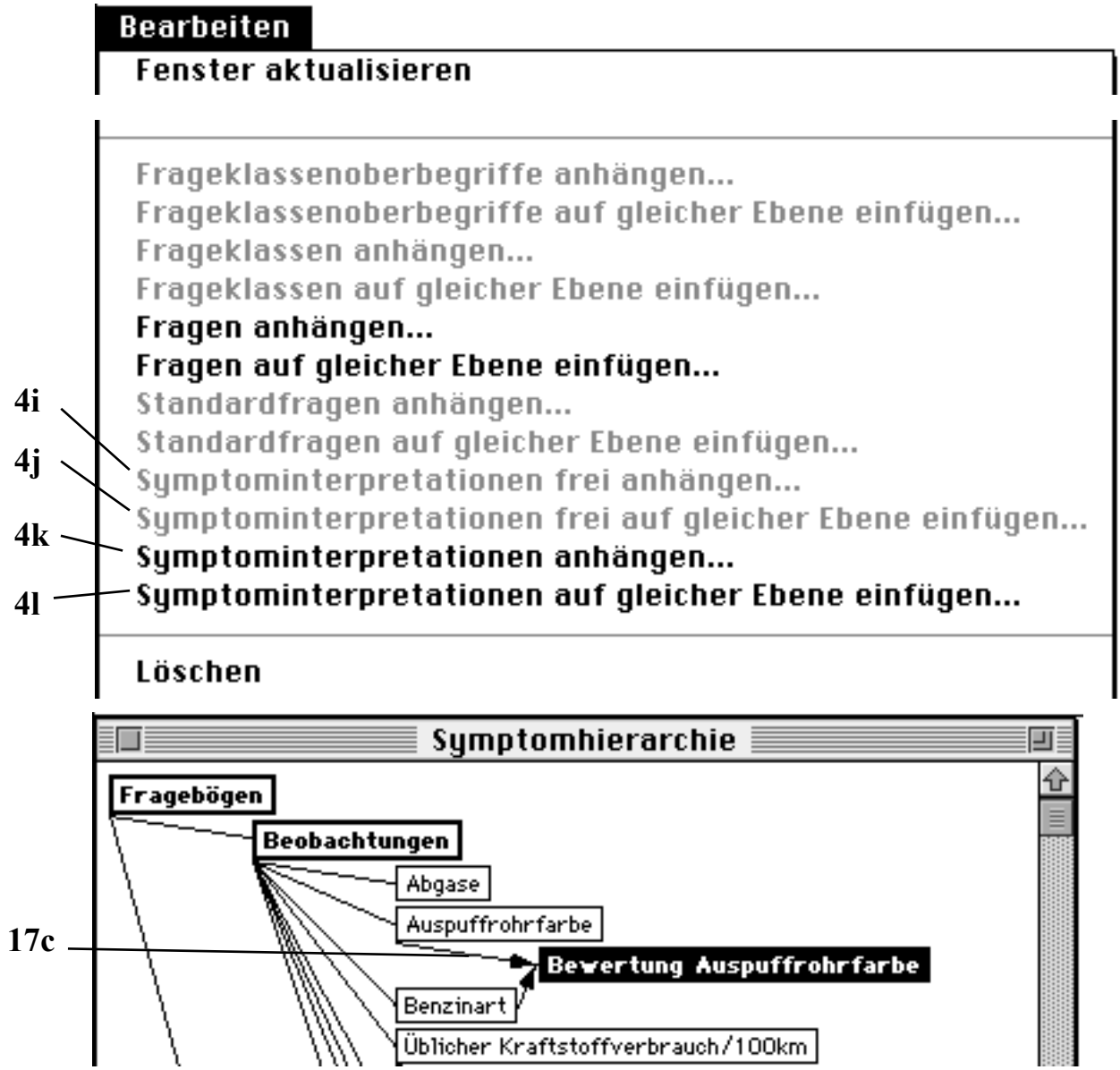
4f. Analog zu 4e. Hier ist der Anhängepunkt allerdings der Vorgänger des markierten Objekts.

4g. Standardfragen können nur an Frageklassen angehängt werden. Die Vorgehensweise ist identisch zu 4e.

4h. Analog zu 4f.

17b. Durch einen Doppelklick auf diese Linie kann eine Regel angegeben werden, die das Erscheinen der Frage „Anlasser“ in Abhängigkeit von „Verhalten bei Motorstart“ spezifiziert.

VI. Besonderheiten Symptomhierarchie



Besonderheiten der Symptomhierarchie

4i. Hiermit können Symptominterpretationen an Frageklassen angehängt werden. Durch Auswahl des Menüpunkts erhält man ein Fenster zur Eingabe der Symptominterpretationen, welche nach Schließen des Fensters an das markierte Wissensbasisobjekt angehängt werden.

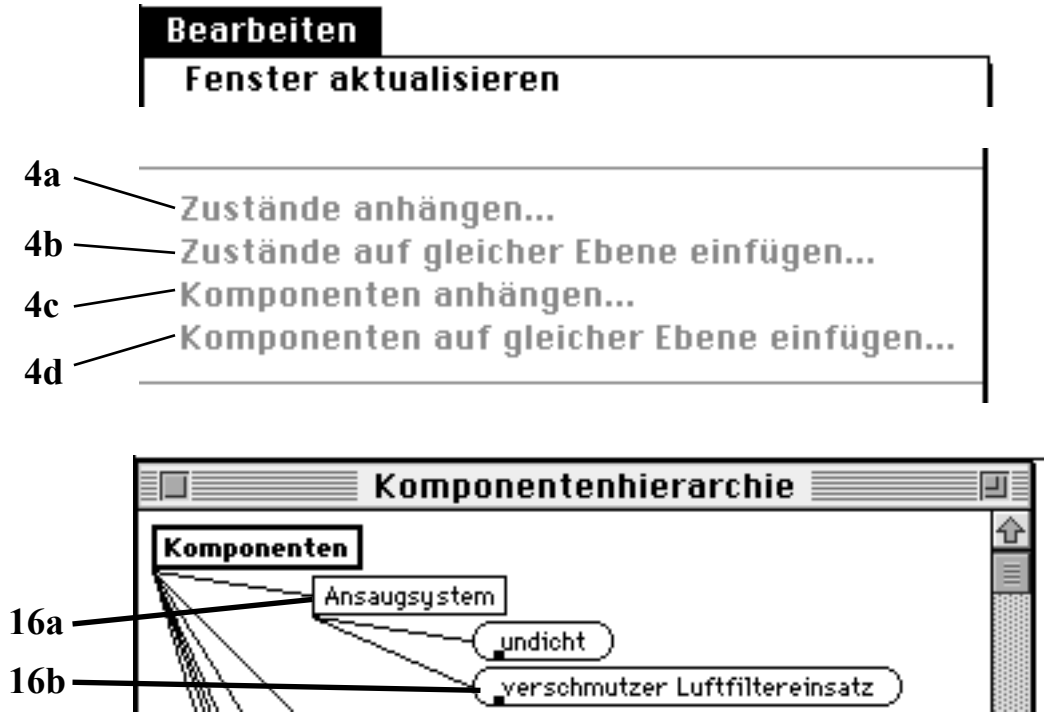
4j. Analog zu 4i, nur daß der Anhängepunkt einer der Vorgänger des markierten Wissenbasisobjekts ist

4k. Symptominterpretationen können auch an Standardfragen, Fragen sowie andere Symptominterpretationen angehängt werden.

4l. Analog zu 4k, nur daß der Anhängepunkt einer der Vorgänger des markierten Wissenbasisobjekts ist.

17c. Durch einen Doppelklick kann die Regel für die Herleitung des Objektes „Bewertung Auspuffrohrfarbe“ eingegeben werden.

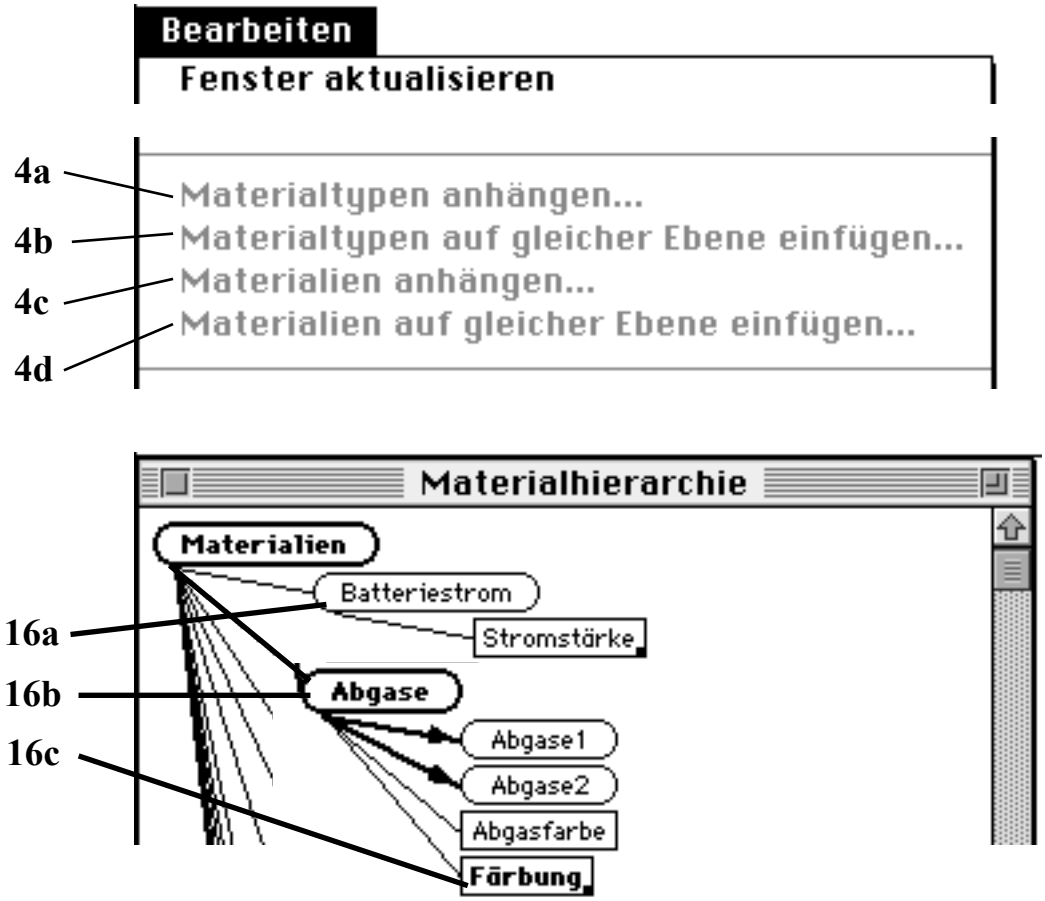
VII. Besonderheiten Komponentenhierarchie



Besonderheiten der Komponentenhierachie

4a. Dieser Menüpunkt erlaubt das Anhängen von Fehlerzuständen an die markierte Komponente.
4b. Analog zu 4a., nur daß in diesem Fall der Fehlerzustand auf der gleichen Ebene angehängt wird.
4c. Durch Auswahl dieses Menüpunktes können neue Komponenten auf gleicher Ebene angehängt werden.
4d. Analog zu 4c., nur daß hier die Komponente auf gleicher Ebene angehängt wird.
16a. Darstellung einer Komponente. Mit einem Doppelklick auf das Rechteck wird das entsprechende Objektformular geöffnet.
16b. Darstellung eines Fehlerzustandes. Analog zu 16a. kann mit einem Doppelklick auf das Rundeck das zugehörige Objektformular geöffnet werden.

VIII. Besonderheiten der Materialhierarchie

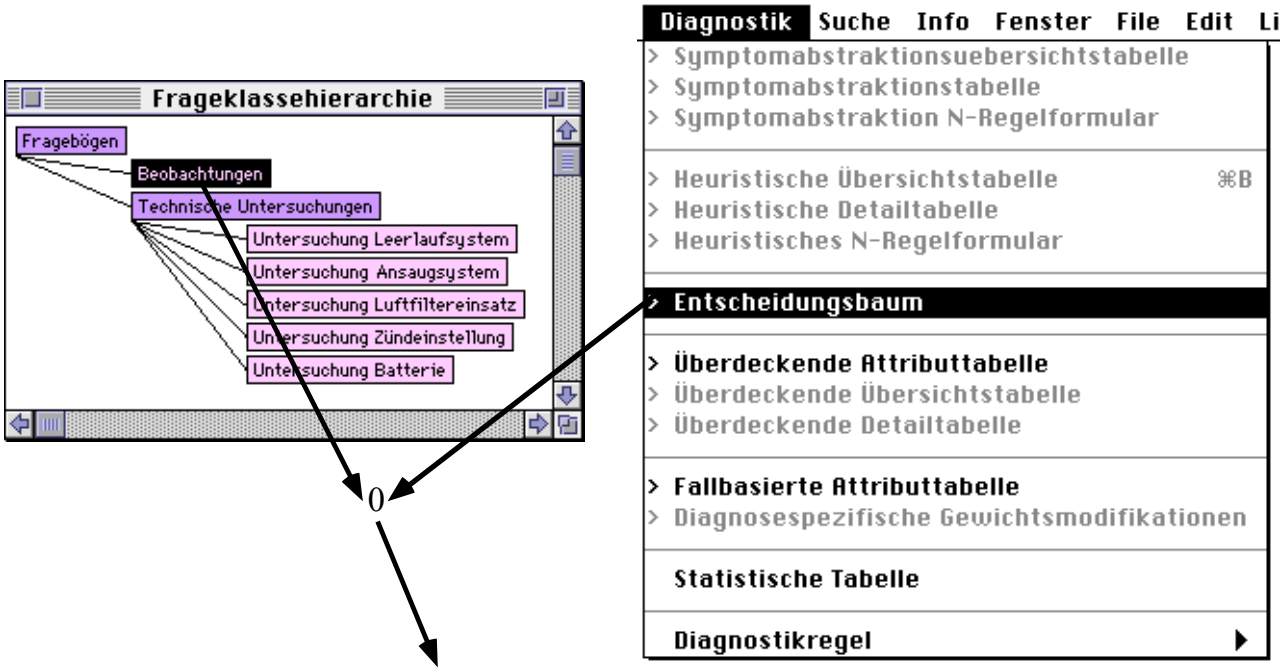


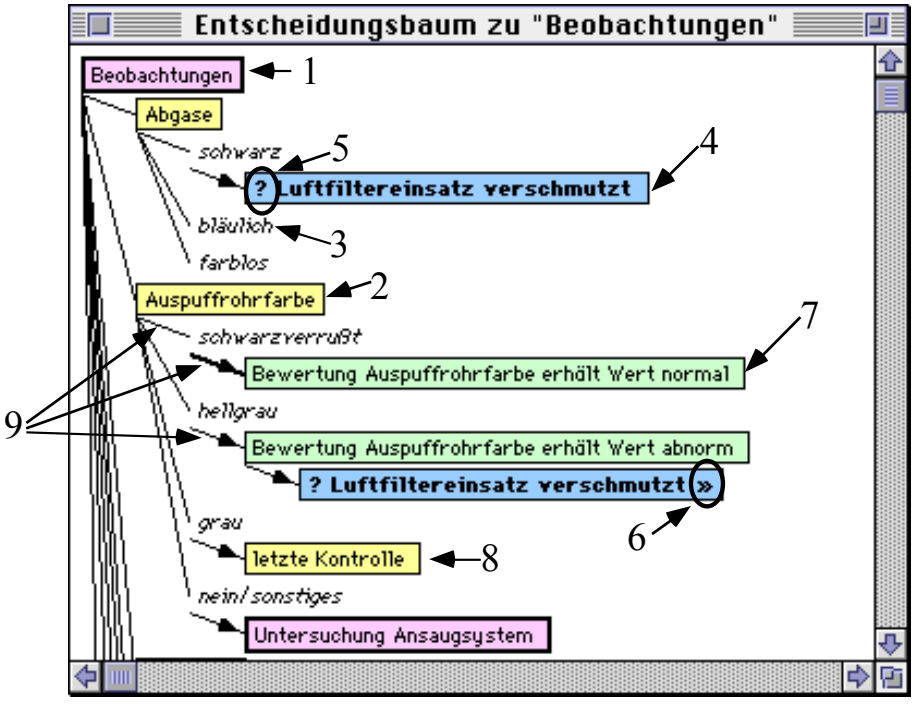
Besonderheiten der Materialhierachie

4a. Anhängen eines Materialtyps an einen markierten Materialtyp
4b. Analog zu 4a., nur daß in diesem Fall der Materialtyp auf der gleichen Ebene angehängt wird.
4c. Anhängen eines Materials an einen markierten Materialtyp
4d. Analog zu 4c., nur wird wiederum auf gleicher Ebene zum markierten Material angehängt.
16a. Rundeck mit feiner Umrandung zur Darstellung eines Materials. Mit einem Doppelklick wird das entsprechende Objektformular geöffnet.
16b. Rundeck mit fetter Umrandung zur Darstellung eines Materialtyps. Ebenso kann hier mit einem Doppelklick das zugehörige Objektformular geöffnet werden.
16c. Ein Rechteck stellt einen Parameter dar. Ein Doppelklick auf das Rechteck öffnet das Objektformular.

3.3.2 Entscheidungsbaum-Editor

Mit diesem Editor kann man auf direktem Weg Entscheidungsbäume zu Frageklassen aufbauen. Da dabei grundsätzlich Objekte mittels kategorischen Regeln verbunden werden, kann man hier ohne „Umweg“ über Objekt-, bzw. Regelformulare derartige Regeln eingeben. Diese können nachträglich in den aus dem Entscheidungsbaum-Editor heraus aufrufbaren Regelformularen zu heuristischen Regeln verändert werden. Die Darstellung von heuristischen Regeln ist dabei mit bestimmten Markierungen möglich.





0. Aufruf des Entscheidungsbaum-Editors: Durch die Selektion einer Frageklasse z.B. in der Frageklassenhierarchie und Auswählen des Menüpunkts ENTSCHEIDUNGSBAUM im Menü DIAGNOSTIK erreicht man den Editor für die Entscheidungsstruktur in der ausgewählten Frageklasse.
1. - 4.,7. Verschiedene Knotentypen stellen unterschiedliche Objekttypen dar. Der farbige Hintergrund ist nur auf Farbbildschirmen sichtbar.

Knotentyp	**Umrahmung**	**Schriftstil**	**Hintergrund**
Frageklasse	fett	einfach	rosa
Frage	einfach	einfach	gelb
Antwortalternative, bzw. mögliche Vorbedingung	-	einfach	weiß
Symptominterpretation	einfach	einfach	grün
Diagnose	einfach	fett	blau

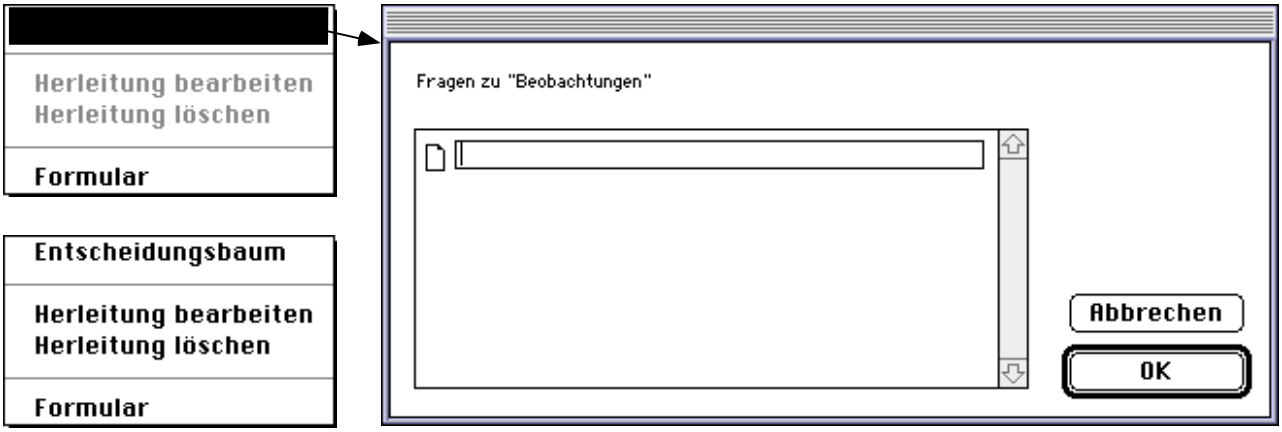
5. Markierung vor dem Diagnosenamen dienen dazu, die Aktionsbewertung der Herleitung an dieser Stelle zu kennzeichnen:
   keine Markierung: Regel wirkt positiv und kategorisch.
   Fragezeichen (?): Regel wirkt positiv, aber heuristisch
   Minus (-) Regel wird negativ.
6. Markierung „»“ am Ende eines Objektnamens deutet an, daß die Folgen dieses Objekts schon weiter oben dargestellt sind. (konfigurierbar)
7. siehe oben
8. Folgefrage, noch ohne Antwortalternativen, bzw. möglichen Vorbedingungen.
9. Pfeilformen:
   Neben der Markierung bei Diagnosen vor dem Objektnamen, die die Aktionsbewertung darstellt, deuten die verschiedenen Pfeilstile weitere Beziehungsarten an:

Linienstil	**Pfeilende**	**Bedeutung**
einfach	-	Zwischen Frageklasse und Frage: Frage ist eine Startfrage der Frageklasse Zwischen Frage und Antwortalternative: Frage eingeschränkt auf diesen Wert.
einfach	Pfeilkopf	Regel besitzt nur die Vorbedingung, von der Pfeil ausgeht.
fett	Pfeilkopf	Regel besitzt mehrere Vorbedingungen, nicht nur die, von der Pfeil ausgeht.

Der Aufbau eines Entscheidungsbaums erfolgt über Pop-up-Menüs, die beim Klick auf das jeweilige Knotenobjekt aufklappen. Die selben Einträge sind auch über das BEARBEITEN-Menü erreichbar. Sie beziehen sich immer auf das angeklickte Objekt. Nach den meisten Aktionen wird der Entscheidungsbaum-Editor automatisch (konfigurierbar) aktualisiert, und steht für weitere Änderungen zur Verfügung. Änderungen, die an Objekten oder Regeln in Formularen vorgenommen wurden, werden erst nach einer "Fenster aktualisieren" - Aktion (im Bearbeiten-Menü) wirksam.

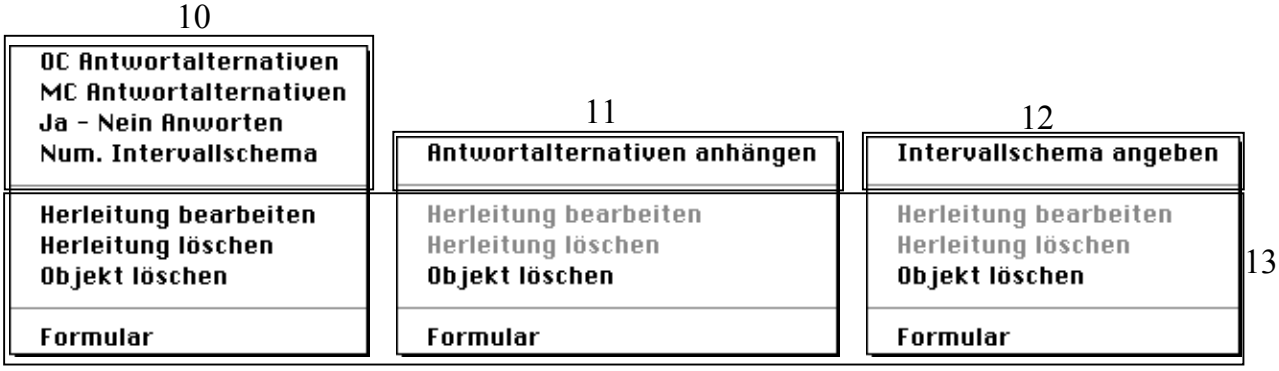
Im folgenden werden die einzelnen Menüs besprochen:

3.3.2.1 Klick auf Frageklasse



Mit dem Menüpunkt FRAGEN ANHÄNGEN kann man neue Frageobjekte anhängen. Dazu öffnet sich ein Dialog, ähnlich wie das analoge Fenster bei den Symptom- bzw. Fragehierarchien (siehe Bild). Dieser Menüpunkt existiert allerdings nur bei der obersten Frageklasse des Entscheidungsbaums. Bei allen anderen Frageklasse können Bestandteile der Entscheidungsstruktur nur in einem extra Entscheidungsbaum angegeben werden. Dieser wird aufgebaut über den Menüpunkt ENTSCHEIDUNGSBAUM. Die Menüpunkte HERLEITUNG BEARBEITEN, bzw. HERLEITUNG LÖSCHEN beziehen sich auf Regeln, die zur Indizierung dieser Frageklasse führen. Bei HERLEITUNG BEARBEITEN öffnet sich das Regelformular zu dieser Regel, bei HERLEITUNG LÖSCHEN wird die Regel nach Bestätigung einer Sicherheitsabfrage gelöscht. Bei der Ausgangsfrageklasse für den Entscheidungsbaum sind diese beiden Menüpunkte deselektiert. Bei Auswahl des untersten Menüpunkts, Formular, öffnet sich das Objektformular der Frageklasse (siehe 3.3.3.)

3.3.2.2 Klick auf Frage



Das Pop-up-Menü, das sich bei einem Anklicken einer Frage öffnet, besteht aus zwei Blöcken. Der obere ist vom Antworttyp der Frage abhängig (10 - 12), der untere (13) ist bei jeder Frage vorhanden. Besitzt die Frage noch keinen Anworttyp, entscheidet der Benutzer durch eine Angabe, welche Art von möglichen Vorbedingungen er anhängen will, zusätzlich den Antworttyp der Frage (10). Bei OC ANTWORTALTERNATIVEN, MC ANTWORTALTERNATIVEN oder NUM. INTERVALLSCHEMA, öffnet sich ein extra Fenster mit einem Eingabefeld, wie es im Objektformular (3.3.3.) oder

über die Attributtabelle (bei den Attributen "Wertebereich", bzw. "numerische Abschnitte") vorkommt. Bei Selektion von JA - NEIN ANTWORTEN kann nach der Aktualisierung des Fensters der Entscheidungsbaum sofort weitereditiert werden. Ist der Antworttyp bereits bekannt, hat man nur noch die dem Antworttyp entsprechende Möglichkeit, den Wertebereich zu ändern (11 und 12). Eine Änderung des Antworttyps ist in diesem Editor nicht möglich. (siehe Objektformular 3.3.3. oder Attributtabelle 3.3.4)
Wie bei einer Frageklasse kann man auch bei Fragen eine mögliche Herleitungsregel bearbeiten, bzw. löschen (HERLEITUNG BEARBEITEN, HERLEITUNG LÖSCHEN). Diese beiden Menüpunkte sind auch hier nur dann anwählbar, wenn eine derartige Regel an dieser Stelle existiert. Mit OBJEKT LÖSCHEN kann man das Frageobjekt selbst aus der Wissensbasis entfernen, über FORMULAR kann man das zugehörige Objektformular öffnen, z.B. um nachträglich den Antworttyp der Frage zu ändern.

3.3.2.3 Klick auf mögliche Antwortalternative, bzw. numerische Vorbedingung



Über das Pop-up-Menü, das sich beim Klick auf eine Antwortalternative, bzw. eine numerische Bedingung öffnet, kann man Regeln zu unterschiedlichen Zwecken angeben: Die Vorbedingung dieser Regeln ist dabei immer „Wenn Frage zu angeklickter Alternative = angeklickte Alternative“ oder „Wenn Frage zu angeklickter Vorbedingung erfüllt selektierte Vorbedingung“.

Mit POSITIV -> DIAGNOSE erzeugt man eine kategorische Regel, die eine Diagnose, die man an dieser Stelle über einen Objekttransfer (3.3.5) auswählen muß, etabliert. Mit NEGATIV -> DIAGNOSE erzeugt man dagegen eine Regel, die die Etablierung einer danach ausgewählten Diagnose ausschließt.

Die folgenden drei Menüpunkte unterstützen den Aufbau einer Dialogsteuerung. Es wird jeweils eine Regel generiert, die dazu führt, daß die nun eingegebene, bzw. ausgewählte Frage oder Frageklasse, gestellt wird. Mit -> NEUE FRAGEN kann man eine oder mehrere neue Fragen generieren und gleichzeitig an dieser Stelle im Entscheidungsbaum anhängen. Dies geschieht im selben Dialog wie beim Anhängen an eine Frageklasse, oder in einer Hierarchie. Bei -> FRAGE AUS HIERARCHIE kann eine bereits existierende Frage über Objekttransfer eingetragen werden. Analog kann dies mit Frageklassen über -> FOLGEFRAGEKLASSE geschehen. Eine Spezifizierung einer Regel, die einen Wert in einer Symptominterpretation setzt, wäre in einem Schritt nicht auf analoge Weise zu anderen Objekten möglich, deshalb öffnet sich bei Wählen des Menüpunktes -> SYMPTOMINTERPRETATION ein Regelformular, bei dem als Bedingung die angeklickte Vorbedingung eingetragen ist.

3.3.2.4 Klick auf Symptominterpretation



Die in diesem Pop-up-Menü verfügbaren Aktionsoptionen funktionieren analog zu den bei Fragen, bzw. Knoten mit möglichen Vorbedingungen. Die dabei verwendete Kondition wird durch den angeklickten Text komplett beschrieben.

3.3.2.5 Klick auf Diagnose



Dieses Pop-up-Menü erscheint bei Klick auf Diagnosen, nur wenn diese an der aktuellen Stelle im Entscheidungsbaum durch eine positiv wirkende Regel hergeleitet wurden. Man kann nun Regeln generieren, die die Etablierung der angeklickten Diagnose zur Bedingung haben. Derartige Regeln sind für die Herleitung oder den Ausschluß anderer Diagnosen möglich. POSITIV -> DIAGNOSE, bzw. NEGATIV -> DIAGNOSE funktionieren analog zu den Menüeinträgen bei den Antwortalternativen. Ebenso die Indizierung einer Frageklasse mit -> FOLGEFRAGEKLASSE. Mit HERLEITUNG BEARBEITEN, bzw. HERLEITUNG LÖSCHEN kann man die Regel, die an dieser Stelle zur Herleitung der angeklickten Diagnose führte verändern, bzw. entfernen. Über FORMULAR kann man das Objektformular der Diagnose öffnen.

3.3.3 Objektformulare

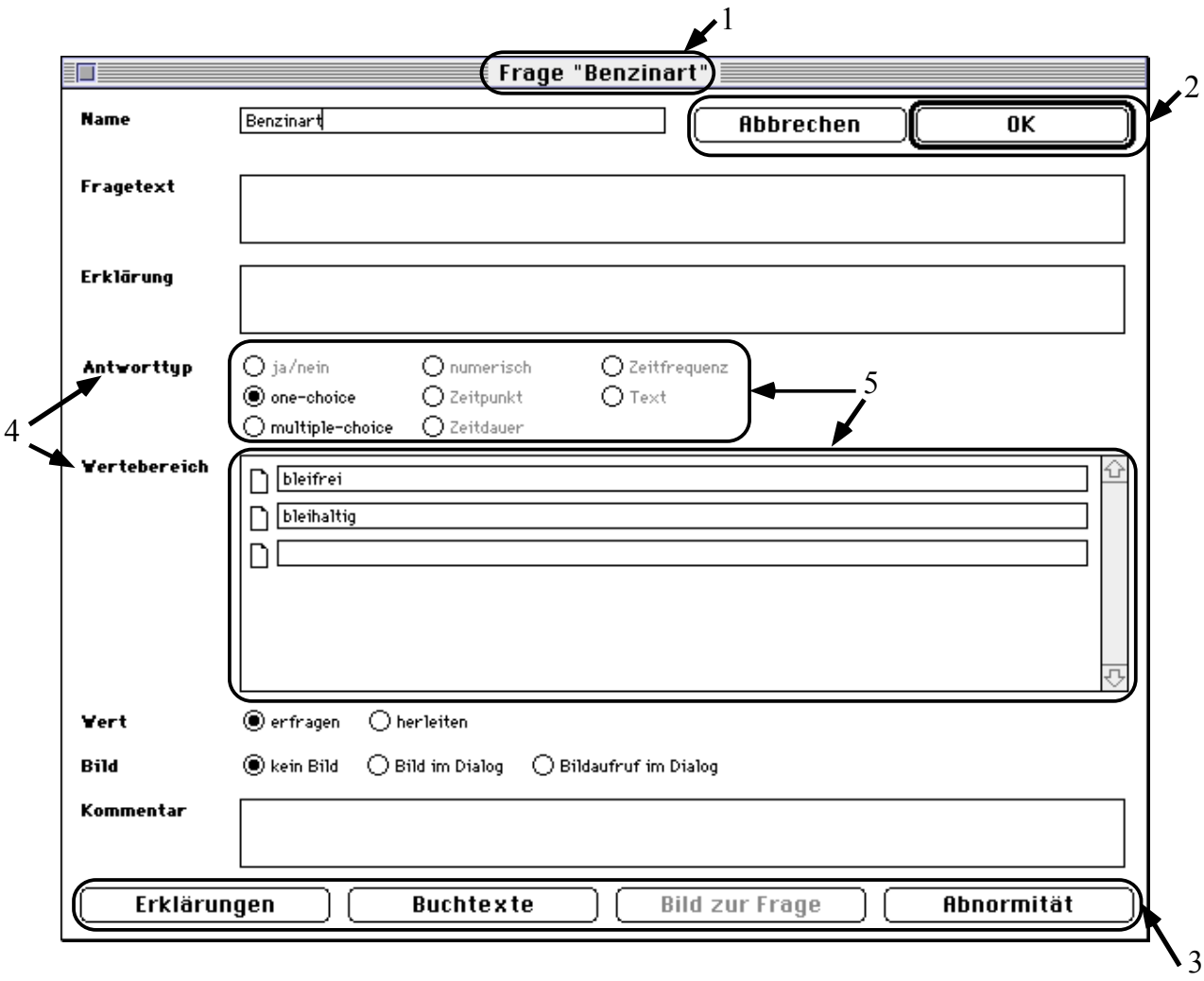
Objektformulare bieten eine einfache, direkte Möglichkeit, Attributwerte für ein einzelnes Objekt zu editieren. Es gibt sie für alle Typen von Wissensbasisobjekten: Objektformulare für Diagnosen, Frageklassen und Symptome. Auch für Regelobjekte existieren Formulare, diese werden in Abschnitt 3.3.7. besprochen.

Die Änderungen, die in einem Formular gemacht werden, werden erst beim Schließen des Fensters durch Anklicken des OK-Buttons in die Wissensbasis übernommen. Das bedeutet, bevor Änderungen wirksam werden, muß das Formular geschlossen werden!



Ausschnitt aus der Menüleiste

Um ein Objektformular zu öffnen, muß man zuerst das gewünschte Objekt selektieren. Dies kann in einem beliebigen Editor oder einer Navigationshilfe geschehen. Existiert zu diesem Objekt ein Formular, wird der Menüpunkt OBJEKTFORMULAR im BEGRIFFE-Menü anwählbar. Selektiert man diesen, öffnet sich das Formular. Mit dem Tastaturcode <"Apfel"-f> erreicht man dasselbe. Bei manchen Navigatoren gibt es einen kürzeren Weg, z.B. Doppelklick in einer Hierarchie (3.3.1), Formularbutton im Namen-suchen-Fenster (3.3.5)



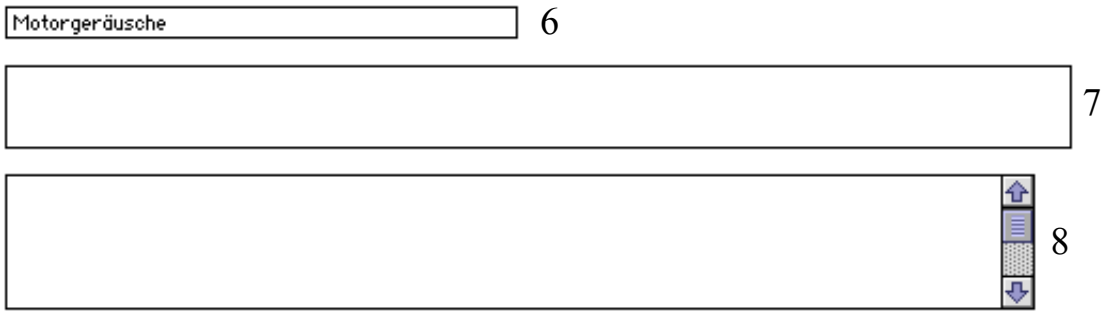
Grundsätzliche Bestandteile eines Objektformulars:

1. Der Formulartitel besteht immer aus dem Objekttyp, hier „Frage“ und dem Namen des zu editierenden Objektes, hier „Benzinart“
2. Mit diesen Formularbuttons kann man das Formular schließen. Bei Betätigung des OK-Buttons werden die gemachten Änderungen in die Wissensbasis übernommen, bei ABBRECHEN wird das Formular ohne das Aktualisieren der Wissensbasis geschlossen.
3. Sollen in dem Formular Attribute spezifiziert werden, deren Eingabe nicht in einem Eingabefeld möglich ist, besitzt das Fenster am unteren Rand eine weitere Button-Leiste, die Attributbuttons. Bei Klick auf einen dieser Knöpfe öffnet sich jeweils ein Fenster, in dem das entsprechende Attribut editiert werden kann. Bisher sind Attributbuttons nur im Symptomformular notwendig.
4. und 5. Die Attribute sind zeilenweise angeordnet. Links steht immer der Attributname (4.), rechts das zugehörige Eingabefeld (5.)

Im folgenden werden die verwendeten Eingabefeldtypen beschrieben. Anschließend werden die Attribute und Besonderheiten der einzelnen Objektformulare angegeben.

3.3.3.1 Verwendete Typen von Eingabefelder

- **Text- und Zahlenfelder**

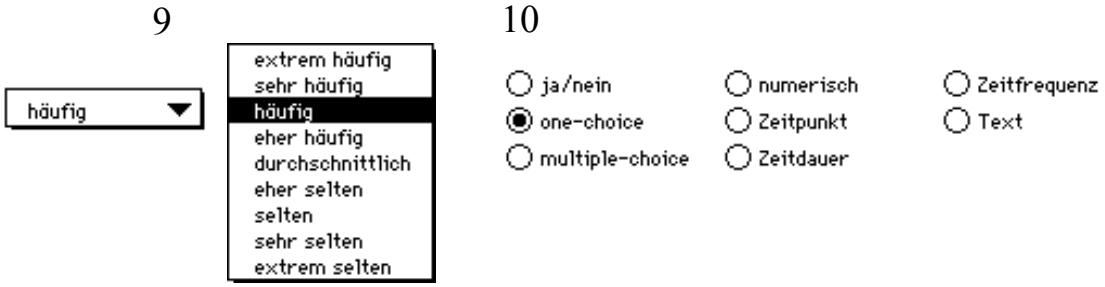


6. Einzeiliges Textfeld: Es wird zur Eingabe von Namen verwendet. Ein Zahlenfeld sieht ebenso aus, allerdings ist nur die Eingabe von Zahlen erlaubt.
7. Mehrzeiliges Textfeld ohne Laufbalken
8. Mehrzeiliges Textfeld mit Laufbalken

Unabhängig davon, ob für eine Texteingabe ein ein- oder mehrzeiliges Feld verwendet wird,wird mit der <Return>-Taste immer eine neue Zeile angefangen (gilt nicht für Zahlenfelder). In einem Formular befinden sich üblicherweise mehrere derartige Felder. In welchem aktuell über die Tastatur editiert werden kann, ist durch Selektion (schwarzer Hintergrund), bzw. durch ein Editierpositionszeichen (blinkender, senkrechter Strich) gekennzeichnet. Durch Anklicken wird das Feld aktiv. Bei Betätigung der <Tabulator>-Taste wechselt diese Aktivierung im Formular von oben nach unten.

- **Auswahlfelder**

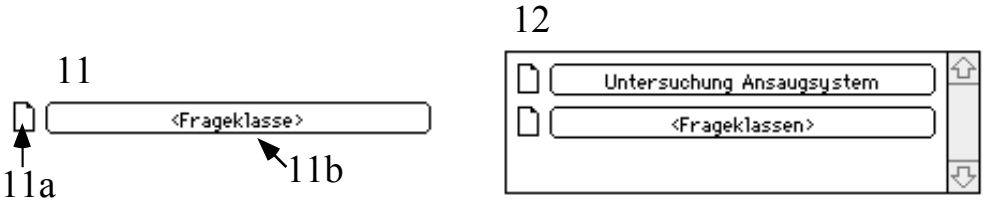
werden verwendet, wenn der Wertebereich eines Attribut es zuläßt, aus einer vorgegeben Menge von Werten einen auszuwählen



9. Pop-up-Feld: Der aktuelle Wert wird in einem umrahmten Kästchen mit einem Dreieck dargestellt. Bei Klick auf dieses Feld klappt an der Stelle des Feldes ein Pop-up-Menü auf, in dem ein neuer Wert selektiert werden kann.
10. Radio-Button-Feld. Alle möglichen Werte sind dargestellt. Durch Anklicken des Kreises wird der dahinterstehende Wert selektiert. Alternativen, die aufgrund von Interaktionen mit anderen Attributen nicht anwählbar sind, sind in grauer Schrift dargestellt. Anwählbare sind schwarz geschrieben.

- **Verweisfelder**

Bei Verweisattributen kann ein Verweis auf ein anderes Objekt eingetragen werden. Dazu verwendet man Verweisfelder:



11. Verweis-Feld für einen einzelnen Objekteintrag. Es besteht aus einem Dokumentensymbol (11a) und einem Objektfeld (11b). Ist noch kein Wert eingetragen, steht im Objektfeld der Typ des einzutragenden Objekts. Bei Klick auf das Objektfeld wird ein Objekttransfer gestartet und ein zum Objekttyp passendes Suchfenster geöffnet, über das ein Verweis ausgewählt und übertragen werden kann (siehe 3.3.5). Durch Selektion des Dokumentensymbols und anschließender Auswahl des Menüpunktes AUSSCHNEIDEN im BEARBEITEN-Menü (bzw. CUT im EDIT-Menü) kann der Eintrag gelöscht werden.
12. Das Verweislisten-Feld dient zum Eintragen einer Liste von Objektverweisen. Dazu sind mehrere Verweis-Felder in einem Eingabefeld zusammengefaßt. Durch Klick auf das jeweilige Objektfeld kann man den Verweis selbst eintragen, Mittels dem zugehörigen Dokumentsymbol kann man Einträge löschen oder anders sortieren, indem man das Dokumentsymbol an eine andere Position zieht. Nach dem Eintrag des untersten Verweis-Feldes wird automatisch ein neues leeres Verweisfeld erzeugt.

Aus diesen drei unterschiedlichen Typen von Eingabefeldern lassen sich alle Attribute des Diagnose- und des Frageklasse-Objektformulars editieren. Die folgenden Aufstellungen fassen die in den jeweiligen Formularen eingebbaren Attribute zusammen. Die Semantik der einzelnen Werte wird in den entsprechenden Kapiteln in 3.2. beschrieben. Alternative Eingabemöglichkeiten für diese Attribute findet man auch in der Attributtabelle (3.3.4).

3.3.3.2 Attribute des Objektformulars für Diagnosen

Attributbezeichner	**Eingabefeld**	**Bemerkungen**
Name	einzeiliges Textfeld	
Typ	Radio-Button-Auswahlfeld	
Apriori-Häufigkeit	Pop-up-Auswahlfeld	
Frageklassen zur Klärung	Verweislisten-Feld	
Frageklassen nach Etablierung	Verweislisten-Feld	
Eigenschaften	Verweis-Feld	
Vorschlag	mehrzeiliges Textfeld	
Sofortige Aktion	Radio-Button-Aus-	

	wahlfeld	
Prognose	mehrzeiliges Textfeld	
Kommentar	mehrzeiliges Textfeld	

3.3.3.3 Attribute des Objektformulars für Frageklassen

Attributbezeichner	**Eingabefeld**	**Bemerkungen**
Name	einzeiliges Textfeld	
Erfassungstyp	Radio-Button-Auswahlfeld	
Aufwandsklasse	Zahlfeld	nur ganze Zahlen
statische Kosten	Zahlfeld	nur ganze, negative Zahlen
Kommentar	mehrzeiliges Textfeld	

3.3.3.4 Attribute und Besonderheiten des Objektformulars für Symptome

Objektformulare für Symptome, also für Fragen und Symptominterpretationen sind komplexer als Diagnose-, bzw. Frageklassenformulare, da dabei Attributwerte zu spezifizieren sind, die von anderen abhängen. Dabei sind nicht nur mögliche Werte für Attribute betroffen, sondern sogar die Existenz von kompletten Attributen. Eine Wertänderung, z.B. beim Antworttyp des Symptoms kann somit einen Umbau des Formulars zur Folge haben.

Attributbezeichner	**Eingabefeld**	**Bemerkungen**
Name	einzeiliges Textfeld	
Fragetext	mehrzeiliges Textfeld	nicht bei Symptominterpretation
Erklärung	mehrzeiliges Textfeld	
Antworttyp	Radio-Button-Auswahlfeld	Wertebereich abhängig von Wert (s.u.)
Wertebereich	besondere Eingabefelder	abhängig vom Wert des Antworttyps
Text für nein/sonstiges	einzeiliges Textfeld	Abhängig vom Antworttyp, nur bei ja/nein oder multiple-choice vorhanden
Buchtext für nein/sonstiges	einzeiliges Textfeld	Abhängig vom Antworttyp, nur bei ja/nein oder multiple-choice vorhanden
Einheit	einzeiliges Textfeld	Nur bei Anworttyp = numerisch
Abschnitte	besonderes Eingabefeld	Nur bei Antworttyp = numerisch
Auswertungsschema	besonderes Eingabefeld	Nur bei Symptominterpretation mit Antworttyp = one-choice
Wert	Radio-Button-Auswahlfeld	Frage (erfragen) oder Symptominterpretation (herleiten)
Bilddarstellung	Radio-Button-Aus-	

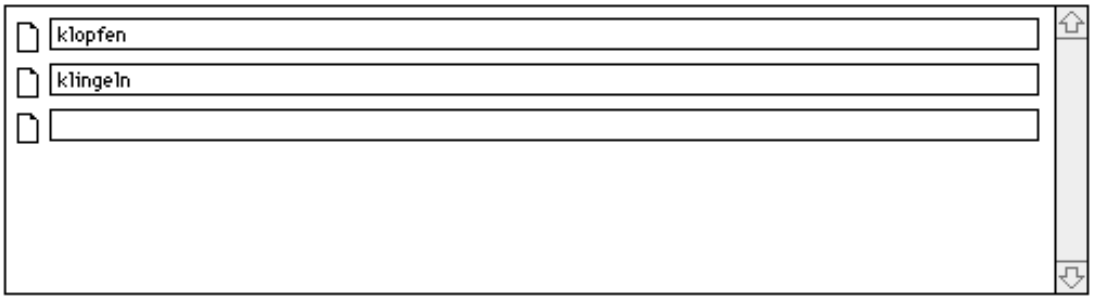
	wahlfeld	
Kommentar	mehrzeiliges Textfeld	

Einige Attribute können nicht mehr mit den oben beschriebenen Eingabefeldtypen spezifiziert werden. Deshalb tauchen hier speziellere Eingabefelder auf:

Besondere Eingabefelder im Symptomformular:

Eingabefeld für Antwortalternativen:
Hat das Symptom den Antworttyp one-choice oder multiple-choice, dann können die zugrundeliegenden Antwortalternativen in einem speziellen Eingabefeld editiert werden :

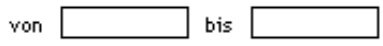
13



13. Das Antwortalternativen-Eingabefeld ist ähnlich dem Verweislisten-Eingabefeld (siehe Grafikpunkt 12), der einzige Unterschied ist, daß anstelle der Objektfelder (11b) Textfelder vorhanden sind. Durch einen Klick auf ein Textfeld wird dieses aktiv und der Text der Antwortalternative kann editiert werden. Über die Dokumentsymbole vor den Textfeldern kann die Reihenfolge der Antwortalternativen geändert werden oder einzelne Antwortalternativen gelöscht werden.

Eingabefeld für numerischen Wertebereich
Ist der Antworttyp numerisch ist eine dem entsprechende Angabe des Wertebereichs notwendig, dazu ändert sich das Eingabefeld zum Attribut „Wertebereich“ zu folgendem:

14



14. Das Eingabefeld für einen numerischen Wertebereich besteht aus zwei Zahlenfeldern, in denen die jeweilige Intervallgrenze angegeben werden kann.

Eingabefeld für Intervallschema
Ein derartiges Eingabefeld ist zum einen beim Attribut „Abschnitte“, das nur bei Symptomen mit numerischen Wertebereich existiert und zum anderen bei Symptominterpretationen mit Antworttyp one-choice beim Attribut „Auswertungsschema“ notwendig. Dieses Eingabefeld sieht aus wie ein einzeiliges Textfeld, es muß aber

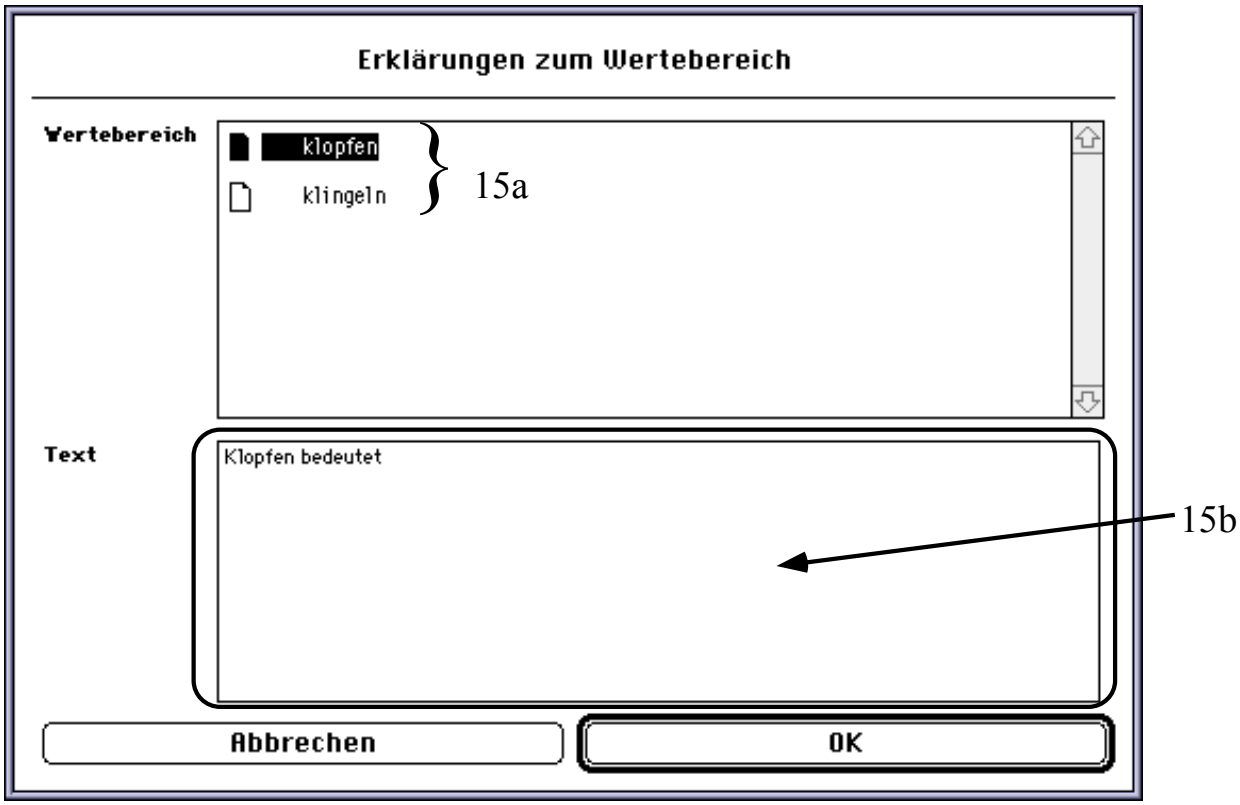
eine aufsteigend sortierte Folge von Zahlen eingegeben werden. Diese Folge von Zahlen wird als Intervallschema interpretiert.

Die Attributbuttons

Über die Attributbuttons können Attribute editiert werden, bei denen die notwendigen Eingabefelder nicht in das Formular passen würden. In Symptomformularen gibt es vier derartige Knöpfe:

- *Erklärungen*
  Zu jeder Antwortalternative können in diesem Dialog erklärende Texte eingegeben werden. Dieser Button ist demnach nur dann aktiv, wenn der Antworttyp des Symptoms gleich one-choice oder multiple-choice ist.

15

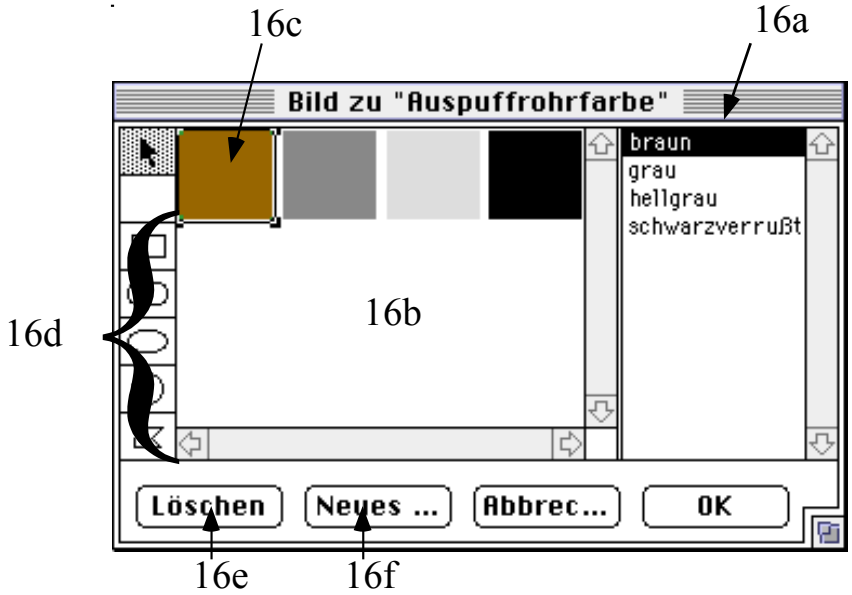


Dialog zur Eingabe von Erklärungen zum Wertebereich bei Symptomen mit Antwortalternativen. Er besteht aus zwei Bereichen, dem Feld, in dem die Antwortalternativen aufgelistet sind (15a) und dem Feld, in dem Text editiert werden kann (15b). Der Text im Textfeld gehört immer zum im Alternativenfeld selektierten Wert. Selektiert man eine andere Alternative, wird der Text im unteren Feld ausgeblendet und man kann den Text zum aktuell angewählten Wert editieren. Die

Dokumentsymbole vor den Antwortalternativen dienen hier nur zur grafischen Gliederung.

- *Buchtexte*
  Analog zu den Erklärungen zu den einzelnen Antwortalternativen (siehe oben) kann man auch Buchtexte zum Wertebereich angeben.

- *Dialog-Bild*
  Bei Fragen kann ein Bild, das im Dialog verwendet wird, angegeben werden und den jeweiligen Antwortalternativen Bereiche auf diesem Bild zugeordnet werden. Grundsätzlich kann ein Dialogbild nur bei Fragen mit dem Antworttyp one-choice, multiple-choice oder ja-nein angegeben werden. Die Verwendung wird im Attribut *Bilddarstellung* spezifiziert. Der Button, über den das Bild selbst eingegeben wird, ist selbst bei Fragen mit expliziten Antwortalternativen nur aktiv, wenn bei *Bilddarstellung* „Bild im Dialog“ oder „Bildaufruf im Dialog“ angekreuzt ist.
  Ist noch kein Bild vorhanden, wird der Benutzer nach Betätigung dieses Buttons aufgefordert, zuerst eine Bilddatei auszuwählen. Zur Zeit werden dabei nur Bilder mit dem Format PICT (auf Macintosh-Computern), bzw. BMP (auf PCs) unterstützt. Nach dem Bestätigen der Auswahl durch OK, wird dieses Dialog-Bild im folgenden Fenster dargestellt:



Fenster zum Eintragen der Verknüpfung zwischen Antwortalternativen und Bereichen auf dem Dialogbild.

16a. Auflistung der Antwortalternativen: Zum angewählten Wert wird der zugehörige Bereich definiert, bzw. angezeigt.

16b. Darstellung des Gesamtbildes

16c. Selektierter Bereich im Bild, der dem gewählten Anwortwert entspricht.

16d. Palette aus möglichen Formen zur Bereichsdefinition. (von oben nach unten: Rechteck, Rundeck, Ellipse und Polygon)

16e. Mit dem LÖSCHEN-Button wird die aktuell angewählte Zuordnung Bildbereich-Antwortalternative gelöscht.

16f. Auswählen eines anderen Bildes.

Hat der Benutzer zuvor schon ein Dialog-Bild ausgewählt, wird dieses sofort in dem oben dargestellten Fenster angezeigt.

- *Abnormität*
  Zu Werten des Wertebereiches kann man auch Abnormitätskategorien angeben (zur Semantik siehe Kapitel 3.2). Dies ist über den Attributbutton *Abnormität* bei Symptomen mit Antworttyp one-choice, multiple-choice und numerisch möglich. Dazu werden jeweils Fenster mit tabellenartigen Eingabefeldern erzeugt, wie sie auch in der Attributtabelle (siehe 3.3.4) verwendet werden. Bei Symptomen mit expliziten Antwortalternativen wird dabei in den Zeilen der Wertebereich dargestellt und in den Tabellenfeldern können diesen über ein Pop-up-Menü Abnormitätskategorien zugeordnet werden. Ähnlich funktioniert dies bei numerischen Symptomen. Als Grundlage für eine erste Zuordnung wird das Intervallschema, das unter "Abschnitte" eingegeben wurde, verwendet. Eine nachträgliche Änderung dieses Intervallschemas ist nur in einer Attributtabelle möglich. Nähere Informationen findet man unter der Beschreibung der Attributtabelle für Symptomen bei dem Attribut *Abnormität.*

3.3.4 Attributtabelle

Attributtabellen bieten eine Möglichkeit mehrere Attribute bei verschiedenen Objekten des selben Typs gleichzeitig einzugeben. In den Zeilen stehen die Objekte, in den Spalten die Attribute, in den Tabellenfeldern die entsprechenden Attributwerte. Damit wird eine kompakte Darstellung vieler Objekte im Kontext zueinander unterstützt. Attributtabellen gibt es demnach für unterschiedliche Objekttypen, z.T. in unterschiedlichen Ausprägungen. Der Aufruf geschieht dabei über den Menüpunkt ATTRIBUTTABELLE im Menü BEGRIFFE. Es öffnet sich danach immer die für die selektierten Objekte passende Attributtabelle (Zur Auswahl von Objekten siehe 3.3.5)

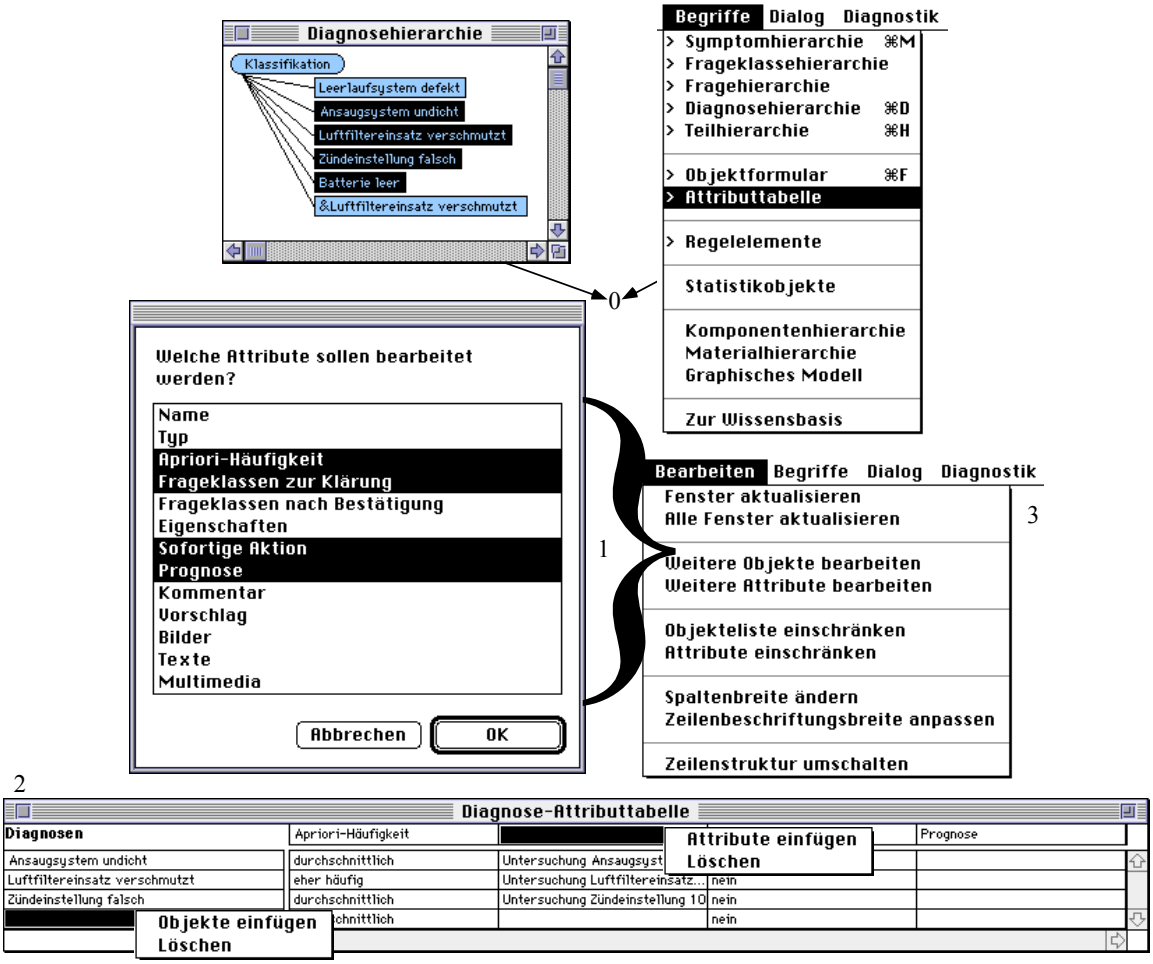
- *Diagnose-Attributtabelle*: Attributtabelle für Diagnosen
- *Frageklassen-Attributtabelle*: Attributtabelle für Frageklassen
- *Symptom-Attributtabelle*: Attributtabelle für Fragen und Symptominterpretationen. Diese existiert in zwei Varianten: Bei der einfachen Symptom-Attributtabelle stehen in den Zeilen nur Objekte, bei einer strukturierten Attributtabelle gibt es für jedes Symptom noch Zeilen mit allen Antwortalternativen, falls diese vorhanden sind. Diese Tabelle eignet sich demnach besonders für Attribute, die abhängig von einzelnen Antwortalternativen sind.

Werden Objekte zur Bearbeitung selektiert, bei denen eine Bearbeitung in mehreren unterschiedlichen Attributtabellen möglich ist (z.B. wenn in der Fragehierarchie sowohl Frageklassen als auch Fragen selektiert wurden), wird in einem kleinen Dialog nachgefragt, welche der möglichen Attributtabellen geöffnet werden soll. Zeilen für Objekte, die in der Attributtabelle nicht editiert werden können, sind grau hinterlegt.

Anschließend müssen die gewünschten Attribute ausgewählt werden. Weder die Objekt- noch die Attributselektion sind endgültig. Sie können immer noch eingeschränkt, bzw. erweitert werden (siehe Bild unten). Können Attribute bei bestimmten Objekten nicht editiert werden, sind die entsprechenden Felder grau hinterlegt.

Im Menü DIAGNOSTIK findet man noch die Einträge ÜBERDECKENDE ATTRIBUTTABELLE und FALLBASIERTE ATTRIBUTTABELLE. In diesen beiden Symptom-Attributtabellen können spezielle Attribute für das überdeckende und das fallbasierte Problemlösungswissen eingegeben werden. Diese Attribute sind auch über die „normale“ Tabelle erreichbar. Die Tabellen verhalten sich genauso wie die über BEGRIFFE erreichbaren, der einzige Unterschied liegt in der auf die entsprechenden Problemlöser beschränkten Attributauswahl.

Im folgendem Bild werden nun die Mechanismen zur Objekt- und Attributauswahl erklärt, anschließend die Grundtypen des Editierens von Werten in einer Attributtabelle. Danach werden die Besonderheiten der Tabellen für die einzelnen Objekttypen dargestellt.



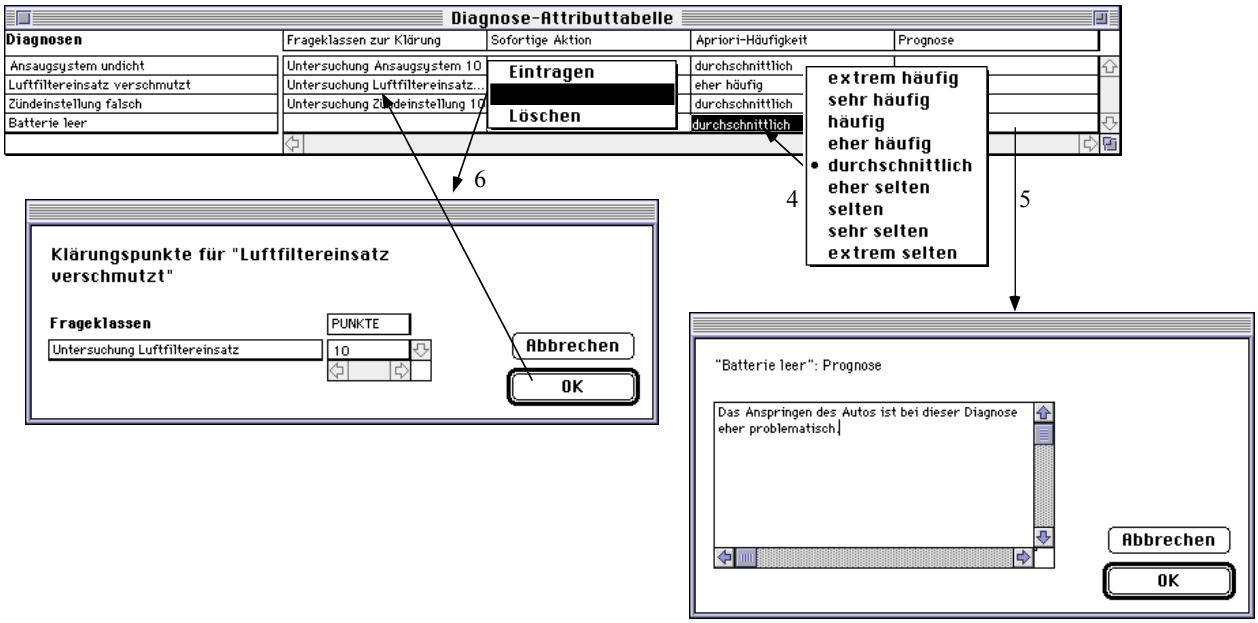
Aufruf und Erweiterung einer Attributtabelle

1. Aufruf der Attributtabelle: Selektieren der zu editierenden Objekte (in der Reihenfolge des Selektierens werden sie später in der Tabelle eingetragen) und Anwählen des Menüpunktes ATTRIBUTTABELLE im Menü BEGRIFFE
2. Danach öffnet sich dieses Fester zur Auswahl der zu bearbeitenden Attribute (die Spalten der Tabelle). Durch Anklicken der Attribute in der Auswahlsequenz werden diese selektiert (Durch Gedrückthalten der Shift-Taste beim Anklicken können mehrere angewählt werden, mit "Apfel"-a oder SELECT ALL im EDIT - Menü können alle selektiert werden). Nach Bestätigung durch den OK-Button wird eine Attributtabelle (2) geöffnet
3. Auch bei einer bereits bestehenden Attributtabelle können die zu editierenden Objekte und Attribute noch geändert werden. Durch Selektion eines Zeilenbeschriftungsobjektes bei gehaltener <crtl>-Taste erscheint ein Pop-up-Menü, über das man weitere Objekte (unter dem selektieren Objekt) einfügen kann, bzw. das selektierte Objekt aus der Tabelle entfernen kann. Analog ist das Vorgehen bei den Attributspalten.

Alle Aktionen, die über diese Menüs an den Zeilen- und Spaltenbeschriftungen möglich sind, sind auch über das BEARBEITEN -Menü erreichbar. Neue Objekte, bzw. Attribute werden dabei immer unterhalb, bzw. hinter dem selektierten eingefügt, falls kein Objekt, bzw. Attribut angewählt ist, geschieht dies unterhalb, bzw. rechts vom letzten Objekt, bzw. Attribut. Bei Anwählen des Menüpunkts SPALTENBREITE ÄNDERN kann man in einem kleine Fenster die neue Breite der Spalten als Zahl eingeben. Mit ZEILENBESCHRIFTUNGSBREITE ANPASSEN kann man die Breite der Zeilenbeschriftung so wählen, daß alle Objektnamen vollständig lesbar sind. Danach ändert sich dieser Menüpunkt zu STANDART-ZEILENBESCHRIFTUNGSBREITE, mit dem diese Aktion wieder rückgängig gemacht werden kann. Der unterste Menüpunkt ZEILENSTRUKTUR UMSCHALTEN hat nur bei Symptom-Attributtabellen Bedeutung. Man kann mit ihm zwischen einfacher und strukturierter Tabelle wechseln.

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten Einträge in einer Attributtabelle vorzunehmen:

- direkt in der Tabelle: Hat der Wertebereich eines Attributs eine sehr einfache Struktur, kann man die Werte direkt in die Felder der Tabelle eintragen, z.B. bei Attributen mit boolschen Werten durch Ankreuzen oder bei statischen, symbolischen Wertebereichen durch Auswählen in einem Pop-up-Menü.
- in einem direkt verfügbaren Sonderdialog: Bei bestimmten Attributen ist es einfacher, das Wissen in einem extra Dialog einzugeben. Beispielsweise ist dies bei Texten, die zu lange oder speziell formatiert werden können oder bei einfachen Zuordnungen von Werten zu Antwortalternativen der Fall.
- über getrennte Aktionen: Bei Klick auf das Tabellenfeld erscheint ein Pop-up-Menü, bei dem der Benutzer entscheiden muß, welche Aktion er durchführen will. z.B. Eintragen oder Löschen... Dies ist vor allem bei Attributen der Fall, bei denen es komfortabler ist, den Wert schrittweise einzutragen.



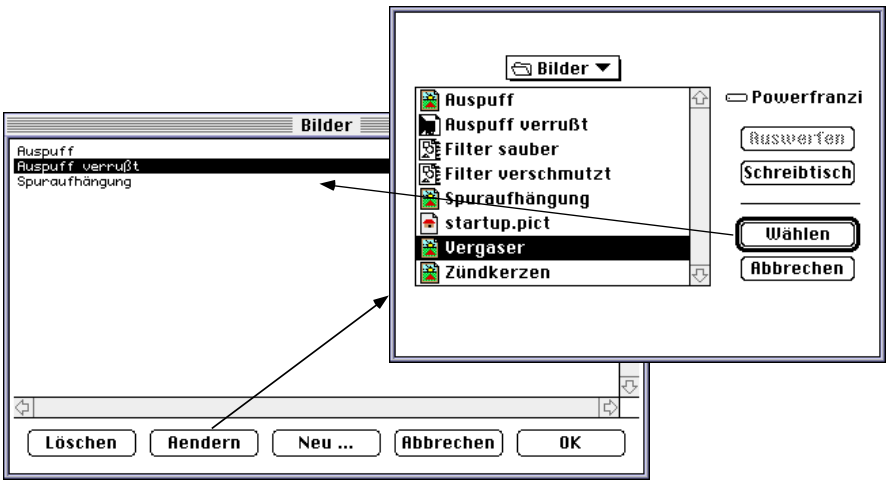
Beispiele für die grundsätzlichen Eintrag-Formen: Direkt durch Selektieren des Wertes in einem Pop-Up-Menü (4), Editieren von Text in einem direkt zugänglichem Sonderfenster (5) und getrenntes Editieren (6). Dabei muß bei diesem Attribut zuerst eine oder mehrere Frageklassen eingetragen werden, zu diesen können danach in dem dargestellten Fenster Punkte vergeben werden. Die dritte Aktionsoption besteht darin, den gesamten Eintrag zu löschen.

3.3.4.1 Die Attribute einer Diagnose-Attributtabelle

- *Name*
  Hier wird der Objektname, der beim Verbalisieren der Diagnose (u.a. bei der Zeilenbeschriftung der Attributtabelle) verwendet wird, in einem direkt verfügbaren Extra-Dialog eingegeben. Der neuen Name steht erst nach einem Aufruf des Menüpunkts FENSTER AKTUALISIEREN (Menü BEARBEITEN) in der Zeilenbeschriftung.
- *Typ*
  Der Wert des Typs einer Diagnose kann direkt aus den Werten eines Pop-up-Menüs ausgewählt werden. Die möglichen Werte sind „Standard“, „Kontext“ oder

„Tutorkontext“, wobei letzterer Typ nur Sinn bei einer geplanten tutoriellen Anwendung macht.

- *Apriori-Häufigkeit*
  Hier wird direkt die grundsätzliche Auftrittshäufigkeit der Diagnose angegeben. Auch hier ermöglicht ein statischer Wertebereich von „extrem häufig“ bis „extrem selten“ eine direkte Eingabe mittels Wählen in einem Pop-up-Menü. Der Defaultwert ist „durchschnittlich“.
- *Frageklassen zur Klärung*
  In diesen Feldern können Mengen von Frageklassen eingetragen werden, die zur Klärung der Diagnose beitragen, falls diese verdächtigt wird. Zusätzlich können sie mit einer numerischen Bewertung, wie nützlich sie dabei sind, versehen werden. Das Editieren dieser komplexeren Struktur der Attributsyntax wird durch ein Aktionsauswahl-Popup-Menü vereinfacht, das sich bei Klick auf das entsprechende Tabellenfeld öffnet: Durch Anwählen von EINTRAGEN öffnet sich eine Frageklassenhierarchie oder ein ähnlicher Objekttransfer-Editor (siehe 3.3.5), in dem die entsprechenden Frageklassen ausgewählt werden können. Bei PUNKTE ZUORDNEN öffnet sich ein Fenster mit einer Tabelle, in deren Zeilen die zuvor eingetragenen Frageklassen stehen, denen man durch Eintippen der Zahlen „Klärungspunkte“ zuordnen kann. Mit LÖSCHEN wird der aktuelle Attributwert gelöscht.
- *Frageklassen nach Bestätigung*
  Hier werden die Frageklassen eingetragen, die nach der Etablierung der entsprechenden Diagnose gefragt werden. Dies geschieht analog zu *Frageklassen zur Klärung*, allerdings ohne numerische Bewertungen.
- *Eigenschaften*
  Bei diesem Attribut kann eine einzelne Frageklasse eingetragen werden, mit der spezielle Eigenschaften zu einer Diagnose erfaßt werden. Die Vorgehensweise ist analog zu *Frageklassen nach Bestätigung*.
- *Sofortige Aktion*
  Durch Selektion von „ja“ oder „nein“ wird entschieden, ob nach der Etablierung der Diagnose sofortige Maßnahmen (Anzeige des Textes aus *Vorschlag*) notwendig sind oder nicht.
- *Prognose*
  Dieses Attribut kann einen beliebig langen Text beinhalten, der in einem durch Klick auf das Tabellenfeld direkt zu öffnenden Fenster eingeben werden kann.
- *Kommentar*
  Vorgehensweise ist analog zu *Prognose*. Dieses Attribut beinhaltet einen Kommentartext zur entsprechenden Diagnose.
- *Vorschlag*
  wie *Prognose* oder *Kommentar*. Hier steht ein Text, der Lösungsvorschläge für die zu editierende Diagnose enthält.
- *Bilder*
  In diesem Attribut werden Pfade zu Bilddateien zur Diagnose gespeichert. Der Editor dazu öffnet sich bei einem Klick auf das entsprechende Tabellenfeld.



Editor zum Eingeben von Namen von Bilddateien. Die Pfade sind relativ zum „Bilder"-Ordner, das ist ein fest vorgegebenes Verzeichnis, in dem alle Bilder eines Expertensystems stehen müssen. Dieser Ordner wird im Dialog zur Wissensbasis angegeben.

- *Texte*
  Bei diesem Attribut werden Pfade zu zusätzlichen Textdateien zur Diagnose gespeichert. Das Editieren erfolgt wie bei *Bilder*.
- *Multimedia*
  Zusätzlich zu reinen Bild- oder Textdateien können auch andere Multimedia-Dateien zu einer Diagnose angegeben werden. Die Vorgehensweise ist analog zu *Bilder* und *Texte*.

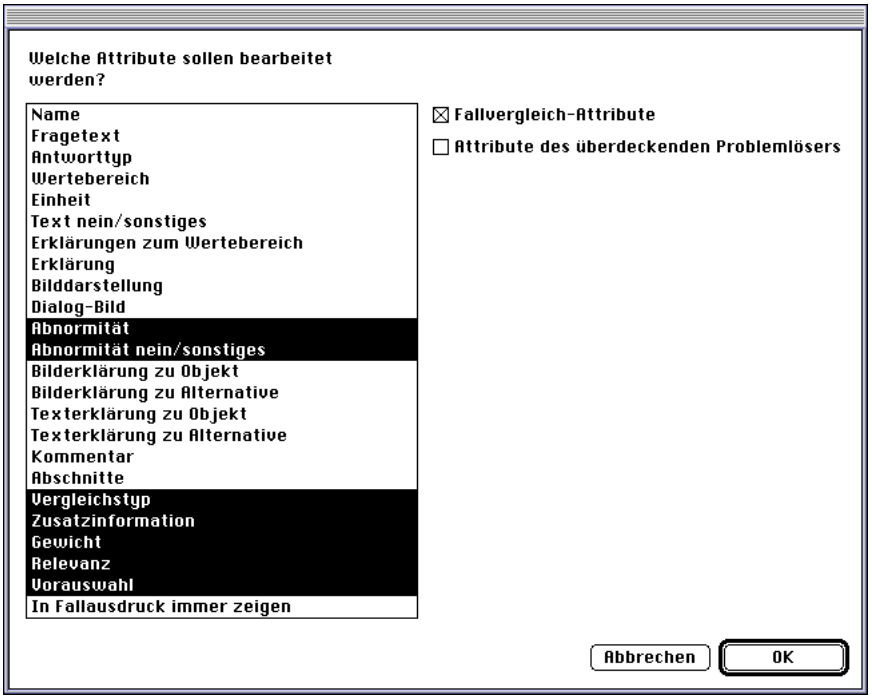
3.3.4.2 Die Attribute einer Frageklassen-Attributtabelle

- *Name*
  Analog zu Diagnosen besitzen auch eine Frageklasse einen Namen. Das Editieren geschieht wie bei den Diagnosen (siehe oben).
- *Typ*
  Analog zum Typ einer Diagnose besitzt auch eine Frageklasse einen bestimmten Typ, der z.B. bestimmt, ob die Frageklasse nur strukturellen Nutzen besitzt oder als „echte Frageklasse" Fragen enthält. Das Eintragen dieses Typs besteht wie bei den Diagnosen aus einer Auswahl aus einer vorgegeben Menge, die in einem Pop-up-Menü dargestellt ist.
- *Aufwandsklasse*
  Der Wert dieses Attributs ist eine ganze Zahl, die die Kosten der Frageklasse andeutet. Sie kann direkt in der Tabelle eintragen werden.
- *Kommentar*
  Wie bei einer Diagnose kann man auch bei Frageklassen Kommentartexte eingeben. Die Vorgehensweise ist äquivalent zu derjenigen bei den Diagnosen

3.3.4.3 Die Besonderheiten und Attribute einer Symptom-Attributtabelle

Da bei Symptomen bestimmte Attribute nur für bestimmtes Problemlösungswissen relevant sind, steht dafür bei der Attributauswahl in der „normalen" Symptom-Attributtabelle eine Hilfe zur Verfügung. Rechts neben der Auswahlsequenz der At-

tribute befinden sich Kästchen (Check-Boxes), durch deren Ankreuzen (Anklicken) man alle besonderen Attribute zusätzlich anwählen kann. Dies gilt nicht für die speziellen Symptom-Attributtabellen, dort ist nur eine Auswahl dieser besonderen Attribute möglich.



Attribut-Auswahldialog bei Symptomen

Wie oben schon erwähnt, existiert die Symptom-Attributtabelle prinzipiell in zwei Ausprägungen: als „einfache Attributtabelle“, d.h. in den Zeilen stehen nur Objekte, oder als „strukturierte Attributtabelle“, in deren Zeilen bei Symptomen mit diskretem Wertebereich diese Antwortalternativen in extra Zeilen aufgeführt sind. Diese Tabelle ist demnach wesentlich größer und somit unübersichtlicher als die einfache, ermöglicht aber bei Attributen, in denen Werte diesen Antwortalternativen zugeordnet werden müssen einen direkten Eintrag. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die einfache Symptomtabelle, allerdings werden bei den Attributen, bei denen eine einfachere Handhabung in einer strukturierten Tabelle möglich ist, entsprechende Hinweise gegeben.

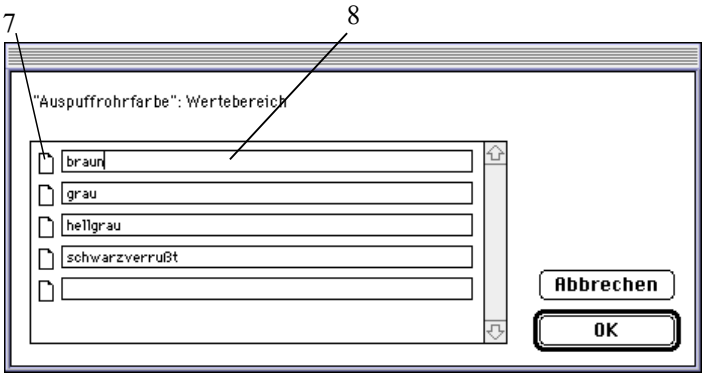
Folgende Attribute sind in der allgemeinen Symptom-Attributtabelle möglich:

- *Name*
  siehe Diagnosen oder Frageklassen.
- *Fragetext*
  Hier kann der Text einer Frage, der im Dialog gestellt wird, in einem direkt erreichbaren Extra-Fenster eingegeben werden. Bei Symptominterpretationen ist dieses Attribut nicht verfügbar.
- *Antworttyp*
  Dieses Attribut bestimmt den Typ des Wertebereichs dieses Symptoms. Da die möglichen Typen vorgegeben sind, kann man den Typ direkt in einem Pop-up-Menü auswählen. Für Fragen und Symptominterpretationen sind unterschiedliche Möglichkeiten vorhanden. Von diesem Antworttyp ist die Syntax, bzw. Existenz

anderer Attribute abhängig, deshalb ist es bei einem schon weitgehend spezifizierten Symptom nicht ohne möglich, von jedem Typ zu jedem anderen zu wechseln. Das System gibt aber Hinweise, welche Attributwerte Sie löschen müssen, um einen Anworttyp-Wechsel zu ermöglichen. Beachten Sie auch die Beschreibungen der folgenden Attribute

- *Wertebereich*
  In Abhängigkeit vom Antworttyp des Symptoms kann man einen Wertebereich jeweils in einem durch Klick auf das Tabellenfeld direkt erreichbaren Extra-Fenster eingeben:

one-choice	Menge von Antwortalternativen (siehe Bild)
multiple-choice	Menge von Antwortalternativen (siehe Bild)
ja/nein	-
numerisch	Intervall
text	Zahl, die die maximale Zeilenzahl angibt



Dialog zur Eingabe einer Menge von Antwortalternativen. Durch Selektion des Dokument-Symbols (7) ist es möglich die zugehörige Antwortalternative zu löschen (EDIT-Menü) oder zu verschieben. Im Textfeld (8) kann man den Alternativentext eingeben. Das Eingabefeld wird auch im Objektformular (siehe 3.3.2) für die Eingabe von Antwortalternativen verwendet.

Das Löschen von Antwortalternativen kann zu automatischen Änderungen in anderen Attributen führen, in denen die Zuordnungen zu dieser Alternative entfernt werden. Auch Regeln, in deren Vorbedingung die Alternative vorkommt, werden gelöscht!

- *Einheit*
  Eine Eingabe dieses Attributes ist nur bei Symptomen mit numerischem Antworttyp möglich. Bei Klick auf das entsprechende Tabellenfeld öffnet sich ein Fenster in dem ein beliebig langer String eingegeben werden kann.
- *Text nein/sonstiges*

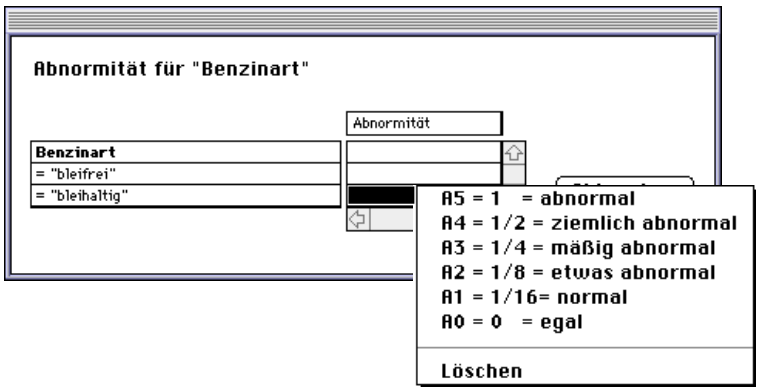
Bei Symptomen mit Anworttyp multiple-choice wird den im Wertebereich angegebenen Alternativen automatisch eine weitere zufügt, die im Dialog angewählt werden kann, wenn keine der „normalen“ zutrifft. Dieser besonderen Antwortalternative kann man in einem direkt erreichbaren Editor-Fenster einen speziellen, beliebig langen Text zuordnen.

- *Erklärungen zum Wertebereich*

Bei einem Symptom mit einem diskreten Wertebereich (Antworttyp one-choice oder multiple-choice) kann man jeder Alternative einen erklärenden Text zuordnen. In

einer einfachen Symptomattributtabelle erscheint bei Klick auf das Tabellenfeld der Dialog, der im Objektformular bei Betätigung des Buttons „Erklärungen“ erscheint. Die Eingabe ist allerdings in einer strukturierten Tabelle intuitiver möglich, dort öffnet sich bei Klick im Tabellenfeld der jeweiligen Antwortalternative ein Texteingabe-Fenster.

- *Erklärung*
  In einem Texteingabe-Fenster kann ein Text verfaßt werden, der im Dialog zur Erklärung des Symptoms abrufbar ist.
- *Bilddarstellung*
  Einstellung, ob die Frage (nicht Symptominterpretation) im Dialog über den Fragetext („Kein Bild“), optional („Bild im Dialog“) oder immer („Bildaufruf im Dialog“) mittels eines Bildes gestellt wird. Dieses Attribut ist nur bei Fragen mit diskretem Wertebereich möglich, da man den Antwortalternativen Bereiche im Bild zuordnen muß. Diese Einstellung ist durch Auswählen aus Werten in einem Pop-up-Menü möglich.
- *Dialog-Bild*
  Wenn das Attribut Bilddarstellung den Wert „Bild im Dialog“ oder „Bildaufruf im Dialog“ besitzt, muß in diesem Feld das Bild, das im Dialog auftauchen soll, eingegeben werden. Über EINTRAGEN öffnet man einen Dateiauswahl-Dialog, in dem man die Bilddatei auswählen kann. Bei Bestätigung der Auswahl durch OK wird dieses Bild angezeigt und der Benutzer hat die Möglichkeit zu den bisher eingegebenen Antwortalternativen Bereiche auf dem Bild zu definieren. Die dabei verwendeten Editoren sind diejenigen, die auch über das Symptomformular und den darin enthaltenen Attributbutton „Dialog-Bild“ erreichbar sind. Sie werden dort (Abschnitt 3.3.3) auch näher beschrieben.
- *Abnormität*
  Bei Symptomen mit diskretem oder numerischen Wertebereich kann man den einzelnen Ausprägungen, bzw. bestimmten Intervallen Kategorien zuordnen, die bestimmen, wie „normal“ ein Wert ist. Da diese Kategorien fest vorgegeben sind, ist dies über ein Pop-up-Menü möglich. Bei ja/nein-Fragen wird in dem entsprechenden Feld direkt der Wert für die Antwort „ja“ angegeben. Bei n-choice Symptomen öffnet sich bei Klick auf das Feld ein Dialog mit einer tabellarischen Aufstellung der Antwortalternativen (siehe Bild). Bei Symptomen mit numerischen Wertebereich kann man zuerst ein Intervall-Schema (Liste aus Zahlen) angeben. Den einzelnen Intervallen kann man danach in einem Fenster mit tabellarischem Eingabefeld (ähnlich wie das im Bild dargestellte) die Kategorien zuordnen. Wenn bei einem Intervall, oder einer Antwortalternative kein Wert eingetragen ist, wird vom System der Wert „A5=1=abnormal“ verwendet.



Dialog mit tabellenartiger Eintragstruktur zur Zuordnung von Abnormitätskategorien zu Antwortalternativen.

Bei vielen Symptomen mit diskretem Wertebereich ist es günstiger eine strukturierte Attributtabelle zu verwenden. Dadurch daß in dieser in den Zeilen auch die Antwortalternativen aufgeführt sind, ist hier kein Extra-Dialog notwendig, sondern die Abnormität kann direkt in der Attributtabelle den Antwortalternativen zugeordnet werden.

- *Abnormität nein/sonstiges*

Analog zu *Text nein/sonstiges* kann dieser speziellen Ausprägung eine Abnormitätskategorie zugeordnet werden. Bei ja/nein-Symptomen wird hier der Wert für die nein-Ausprägung angegeben. Der Eintrag erfolgt direkt über die Wertauswahl in einem Pop-up-Menü.

- *Bilderklärung zu Objekt*

Ähnlich wie bei einer Diagnose kann man auch zu einem Symptom eine Liste von erklärenden Bildern angeben. Die Eingabe erfolgt analog.

- *Bilderklärung zu Alternative*

Eine Liste von erklärenden Bildern kann auch auf der Ebene von Antwortalternativen zugeordnet werden, demnach ist dieses Attribut nur bei Symptomen mit Antwortalternativen möglich. In einer einfachen Symptom-Attributtabelle öffnet sich bei Klick auf das Tabellenfeld ein Fenster ähnlich zu dem oben darstellten, nur daß anstelle des Pop-Up-Menüs ein Dialog wie zur Eingabe der Bilderklärung auf Objektebene erscheint. In strukturierten Tabellen kann dieser Dialog direkt durch Klick auf das Tabellenfeld in der entsprechenden Alternativen-Zeile erreicht werden.

- *Texterklärung zu Objekt*

analog zu *Bilderklärung zu Objekt*

- *Texterklärung zu Alternative*

analog zu *Bilderklärung zu Alternative*

- *Kommentar*

  analog zu *Kommentar* bei Diagnosen

- *Abschnitte*

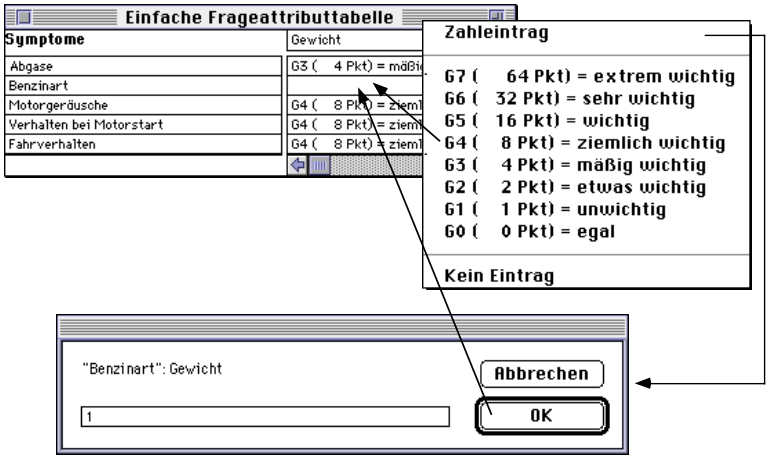
  Bei numerischen Symptomen kann man direkt in der Tabelle ein Intervallschema (Folge von Zahlen) angeben, das, wenn möglich, als Default verwendet wird, z.B. bei Regelelement-Definition (siehe 3.3.6) oder bei Attributen, wie *Abnormität*.

Wird der Wert dieses Attributes geändert, hat dies keine Auswirkungen auf die Werte anderer Attribute oder bisher definierte Regeln.

- *in Fallausdruck immer zeigen*

Einstellung, ob das Symptom bei jedem Fallausdruck mit ausgegeben wird oder nicht. Die Eingabe erfolgt durch Anklicken des entsprechenden Tabellenfeldes, das dadurch angekreuzt wird, bzw. die Markierung wieder gelöscht.

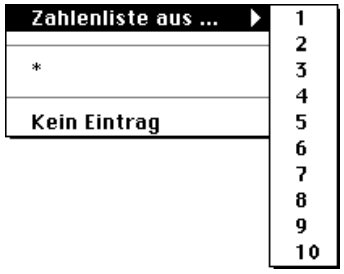
- *Vergleichstyp*
  ist ein Attribut für fallvergleichendes Wissen, dessen Wert beschreibt, wie Symptomwerte miteinander verglichen werden können. Der Eintrag erfolgt direkt über ein Pop-up-Menü, in dem vom Antworttyp des Symptoms abhängigen Vergleichsarten aufgelistet sind (zur Semantik der einzelnen Einträge siehe...)
- *Zusatzinformation*
  Entsprechend dem Vergleichstyp des Symptoms, muß man zusätzliches Wissen für einen Vergleich von zwei Symptomwerten eingeben. Dies geschieht fast immer über bereits weiter oben beschriebene Fenster. Beim Vergleichstyp OC-Skaliert muß jeder Alternative ein Zahlenwert zugeordnet werden, was analog zur Abnormität oder ähnlichen Attributen möglich ist. Bei den Vergleichstypen Abschnitte-skaliert, bzw. Abschnitte-interpoliert müssen zu einem Intervallschema die entsprechenden Zahlenwerte angegeben werden, auch dieses geschieht analog zu den Abnormitäten bei Symptomen mit numerischen Wertebereich. Bei Vergleichstyp OC-Matrix oder MC-Matrix muß zu jeder Kombination von Antwortalternativen ein Zahlenwert eingeben werden. Hier öffnet sich bei Klick auf das Tabellenfeld eine Tabelle, in deren Zeilen und Spalten die Antwortalternativen aufgeführt sind.
- *Gewicht*
  In diesem Attribut für den fallvergleichenden Problemlöser (siehe..) wird dem Symptom ein Wert zugeordnet. Dieser kann eine Zahl oder eine vorgegebene Kategorie sein. Während man die Kategorie im Pop-up-Menü direkt auswählen kann, öffnet sich ein Fenster zur „freien“ Zahleneingabe.



Die Angabe des Symptomgewichts kann entweder direkt über die Auswahl einer Kategorie (G0 bis G7) oder über einen freien Zahl-Eintrag in einem extra Fenster erfolgen.

- *Relevanz*
  Ein weiteres Attribut für den Fallvergleichenden Problemlöser ist die Relevanz.

Hier kann eine Liste aus vorgegebenen Zahlen 1 - 10 eingegeben werden. Will man alle Relevanzstufen angeben, kann dies über die direkte Auswahl von „*“ erreichen. Für alle anderen Kombinationen kann man in dem multiplen Pop-up-Menü, das bei Auswahl von „Zahlliste aus...“ aufklappt, durch Selektion der gewünschten Werte nach und nach die anzugebende Zahlen-Kombination zusammenstellen.



Pop-up-Menü, das sich bei Klick auf ein Feld in der Spalte Relevanz öffnet.

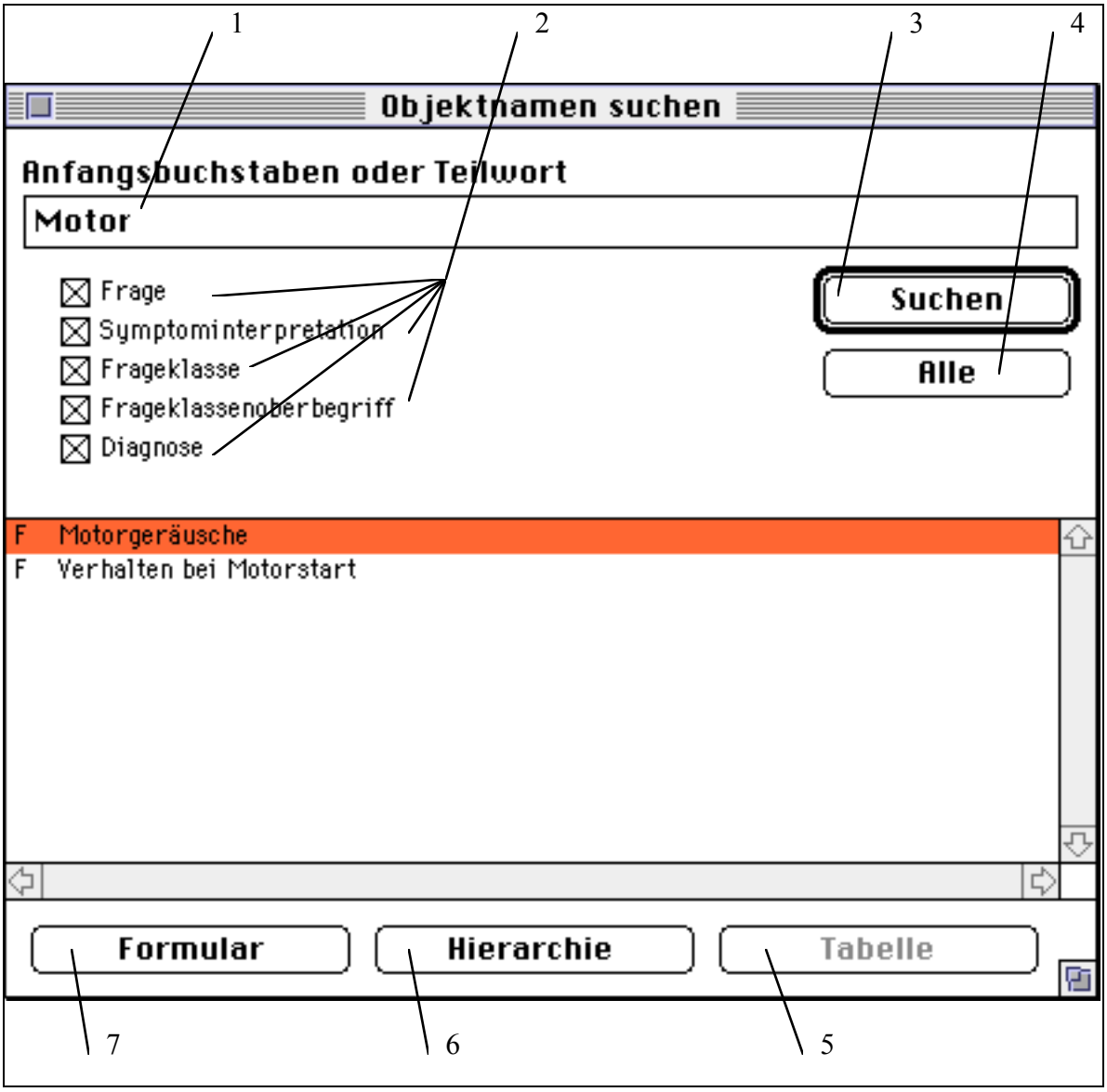
- *Vorauswahl*
  Mit diesem Attribut gibt man an, ob das Symptom bei der Vorauswahl von Fällen im Fallvergleichenden Problemlöser eine Rolle spielt. Dies ist ein Attribut mit boolschem Wertebereich, die Eingabe erfolgt also durch Ankreuzen (bei Klick auf das Tabellenfeld), bzw. Entfernen der Markierung (bei erneutem Klick auf das Tabellenfeld).

3.3.5 Objektsuche und -transfer

3.3.5.1 Objektsuche

Die Objektsuche dient zum schnellen Finden von Objekten. Bei großen Wissensbasen kann es sich als schwierig gestalten, ein bestimmtes Objekt, beispielsweise eine Frage aufzufinden. Sehr große Hierarchien werden leicht unübersichtlich, in Klappdialogen sieht man immer nur einen Teil der Informationen. Eine solche Suche komfortabel und schnell zu ermöglichen die Objektsuche.

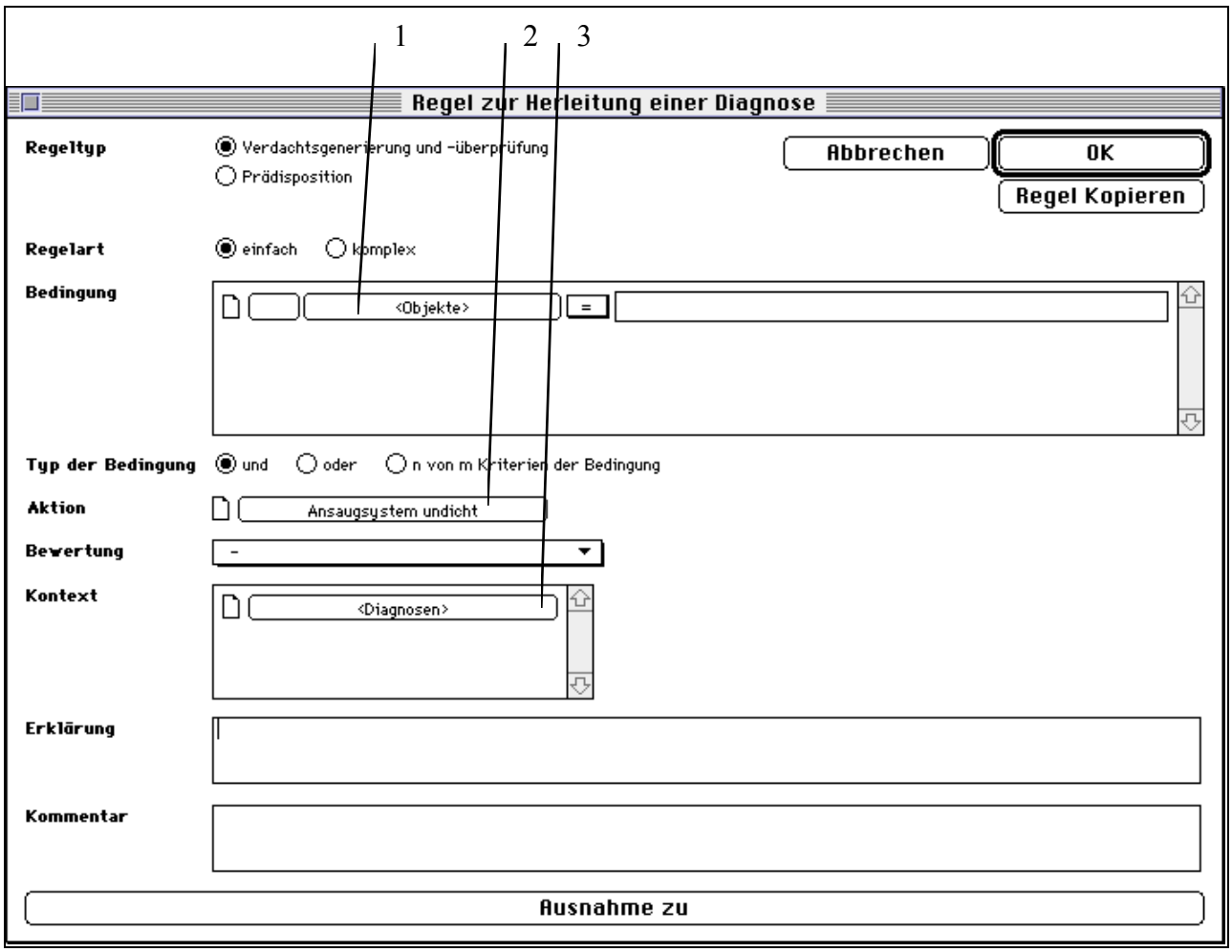
Das Fenster, welches die Suche ermöglicht ist sowohl in der Wissenseingabe als auch in der Wissensnutzung durch Aufruf des Menüpunktes OBJEKTNAMEN... zugänglich. In der Wissenseingabe befindet sich dieser Menüpunkt in dem Menü SUCHE, während er sich in der Wissensnutzung im Menü BEARBEITEN befindet. Nach Aufruf des Menüpunktes öffnet sich folgendes Fenster, das sich in der Wissensnutzung nur dadurch unterscheidet, das die unteren Buttons (6), (7) und (8) nicht vorhanden sind.



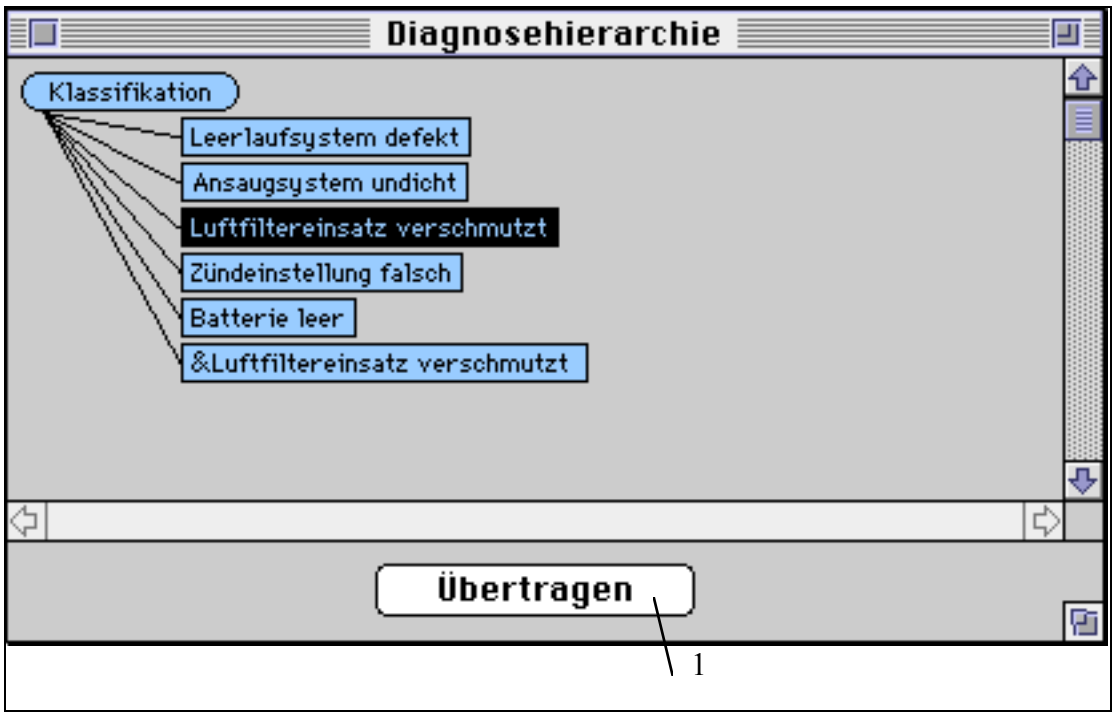
1. In diesem Eingabefeld wird das zu suchende Objekt bezeichnet. Dies kann entweder durch Angabe des vollständigen Namens geschehen, oder aber auch durch einen Teilbegriff, der im Namen des Zielobjekts vorkommt. Im Beispiel wurde die Frage *Motorgeräusche* durch Angabe des Teilbegriffs *Motor* gesucht.
2. Hier kann die Suche eingegrenzt werden. Durch Klick auf die Kästchen wird die Suche für eine bestimmte Kategorie von Objekten aktiviert. Sucht man beispielsweise nur nach einer bestimmten Frage, so genügt es, den Punkt Frage zu aktivieren, alle anderen Kategorien können deaktiviert werden. Dadurch wird zum einen die Suche beschleunigt und zum anderen die Ergebnisanzeige auf das Wesentliche begrenzt.
3. Durch Druck auf SUCHEN wird die Suche gestartet. Es werden alle Objekte der in (2) eingegrenzten Kategorien gesucht, deren Name den in (1) eingegebenen Text enthält. Auf Groß/Klein-Schreibung wird bei dem Vergleich nicht geachtet. Im Beispiel wurden so die Fragen *Motorgeräusche* und *Verhalten bei Motorstart* gefunden, da beide den Begriff *Motor* im Namen tragen.
4. Wird die Suche mit ALLE gestartet, so werden alle Begriffe der in (2) eingestellten Kategorien gefunden. Die Eingaben in (1) werden also ignoriert. So kann man auf einfache Art eine Liste aller Objekte erzeugen.
5. In diesem Bereich des Fensters werden die Suchergebnisse präsentiert. Die Liste der gefundenen Objekte ist dabei nach den Kategorien geordnet, innerhalb der Kategorien besteht keine Ordnung.
6. Dieser Button ist nur dann aktiv, wenn eine Frageklasse, eine Diagnose oder eine Symptominterpretation in (5) markiert ist. Wird er betätigt, so öffnet sich die zum in 5 markierten Objekt gehörende Übersichtstabelle.
7. Markiert man in der Ergebnisliste (5) ein Objekt und drückt dann auf HIERARCHIE, so wird eine zum Objekt gehörende Hierarchie geöffnet, innerhalb dieser zum ausgewählten Objekt gesprungen und dieses dort markiert.
8. Markiert man in der Ergebnisliste (5) ein Objekt und drückt dann auf FORMULAR, so wird das zum Objekt gehörende Formular geöffnet. Diese Funktion wird ebenfalls ausgeführt, wenn man in (5) einen Doppelklick auf ein Objekt macht.

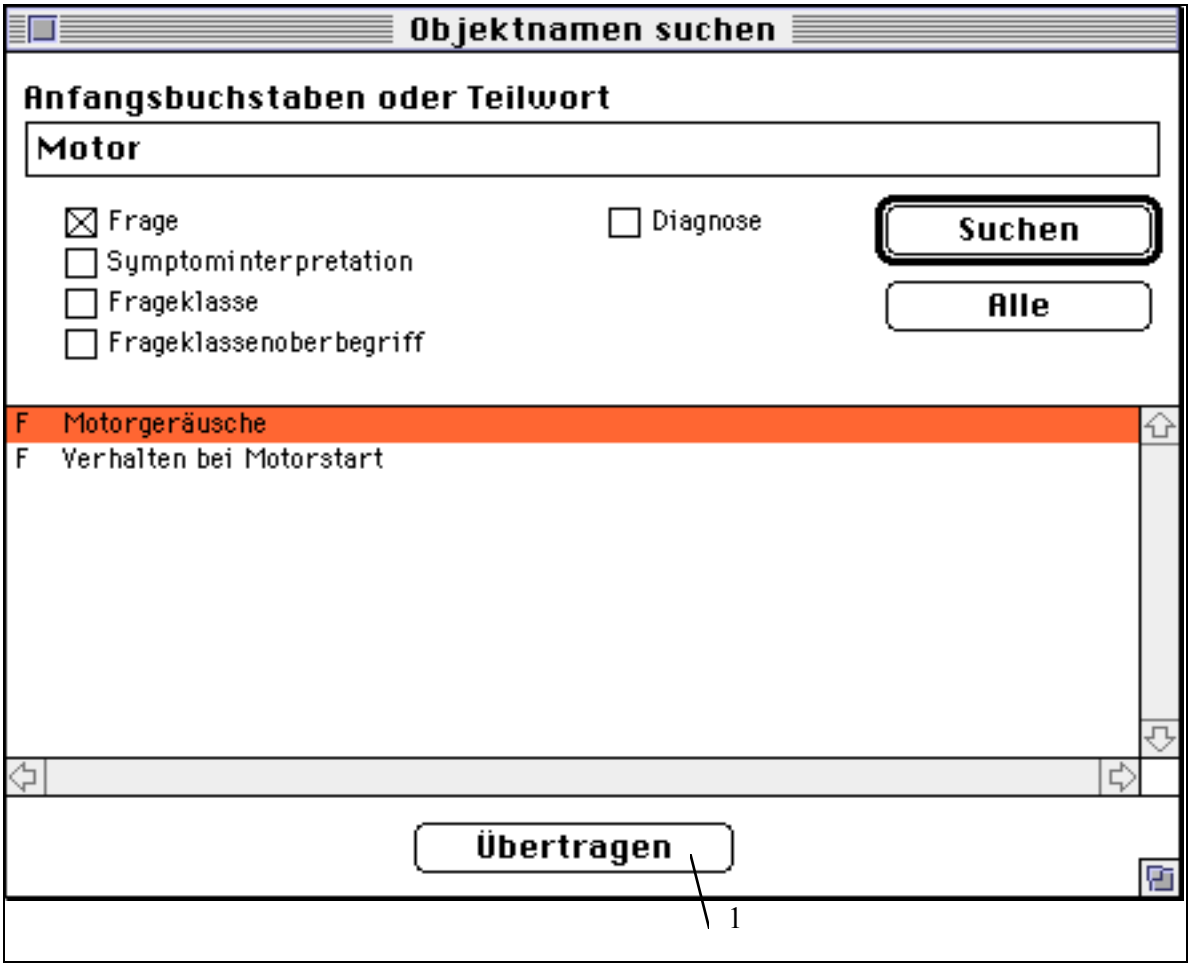
3.3.5.2 Objekttransfer

Mit Objekttransfer wird ein Mechanismus bezeichnet, der einen komfortablen Austausch von Objekten zwischen verschiedenen Wissenseditoren ermöglicht. Durch den Objekttransfer ist es möglich, direkt aus einem Formular heraus in andere Editoren zu springen, um von dort Objekte in das Formular übernehmen zu können.



Der Objekttransfer wird durch Klick in ein Objektfeld (1, 2 und 3 im Bild) aktiviert. Solche Objektfelder sind i.A. durch Bezeichner wie <OBJEKT> oder <SYMPTOM> gekennzeichnet. Durch Druck auf sie wird ein passender Wissenseditor geöffnet, im Fall einer Diagnose etwa die Diagnosehierarchie, bei einem Symptom die Symptomhierarchie. Ist der Bezeichner nicht eindeutig, d.h. trägt die Schaltfläche einen allgemeinen Namen wie <OBJEKT>, so wird das Objektsuchen-Fenster geöffnet.
Die so geöffneten Fenster haben alle gemeinsam, daß sie zusätzlich zu ihrer normalen Funktionalität einen Übertragen-Button (Position 1 in den folgenden beiden Bildern) besitzen. Mit diesem Button wird das im Fenster markierte Objekt zurück in das Ausgangsformular übertragen.


Diagnosehierarchie
Klassifikation
Leerlaufsystem defekt
Ansaugsystem undicht
Luftfiltereinsatz verschmutzt
Zündeinstellung falsch
Batterie leer
&Luftfiltereinsatz verschmutzt
Übertragen
1


Objektnamen suchen
Anfangsbuchstaben oder Teilwort
Motor
Frage
Symptominterpretation
Frageklasse
Frageklassenoberbegriff
Diagnose
Suchen
Alle
F Motorgeräusche
F Verhalten bei Motorstart
Übertragen
1

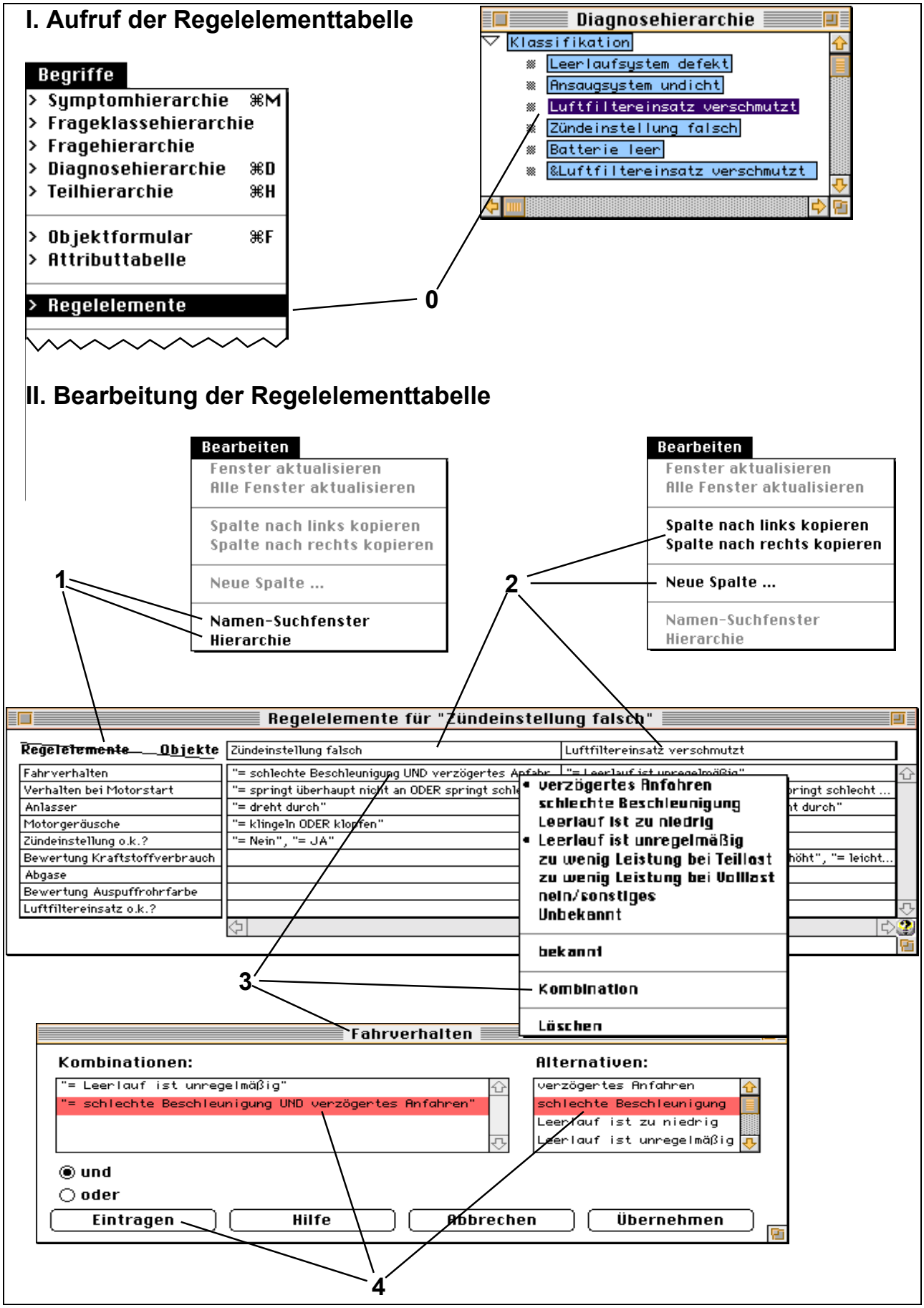
3.3.6 Regelelemente

Die Tabelle zur Eingabe von Regelelementen dient zur schnellen und kompakten Eingabe von ungewichteten Beziehungen. In einem weiteren Schritt werden diese Regelelemente dazu benutzt, Regeln der verschiedenen Wissensarten zu bilden. Dazu gehören Dialogregeln (Indikation von Frageklassen, Herleitung von Symptominterpretationen), heuristische und kategorische Regeln (Prädispositions- und Herleitungsregeln) und überdeckende Regeln (s. Kapitel 3.3.7 – 3.3.10).

Werden verschiedene Regelelemente in unterschiedlichen Regeln mehrfach verwendet, so genügt es, diese einmal als ein Regelelement zu formulieren. Ein Regelelement besteht aus einem Objekt der Wissensbasis (Symptom, Symptominterpretation oder Diagnose sind mögliche Objekte) und einem Wert, den dieses Objekt annehmen kann.

Im Gegensatz zu anderen Wissenseditoren können in der Regelelementtabelle verschiedene Arten von Wissensbasisobjekte gleichzeitig bearbeitet werden.

Bei der Benutzung der Tabelle gilt, daß der Inhalt eines beliebigen Tabellenfeldes durch gleichzeitiges Drücken der Option-Taste und Klick auf dieses Feld den kompletten Eintrag angezeigt bekommt.


I. Aufruf der Regelelementtabelle
Begriffe
Symptomhierarchie ⌘M
Frageklassehierarchie
Fragehierarchie
Diagnosehierarchie ⌘D
Teilhierarchie ⌘H
Objektformular ⌘F
Attributtabelle
Regelelemente
0
Diagnosehierarchie
Klassifikation
Leerlaufsystem defekt
Ansaugsystem undicht
Luftfiltereinsatz verschmutzt
Zündeinstellung falsch
Batterie leer
&Luftfiltereinsatz verschmutzt
II. Bearbeitung der Regelelementtabelle
Bearbeiten
Fenster aktualisieren
Alle Fenster aktualisieren
Spalte nach links kopieren
Spalte nach rechts kopieren
Neue Spalte ...
Namen-Suchfenster
Hierarchie
1
2
Regelelemente für "Zündeinstellung falsch"
Regelelemente
Objekte
Zündeinstellung falsch
Luftfiltereinsatz verschmutzt
Fahrverhalten
Verhalten bei Motorstart
Anlasser
Motorgeräusche
Zündeinstellung o.k.?
Bewertung Kraftstoffverbrauch
Abgase
Bewertung Auspuffrohrfarbe
Luftfiltereinsatz o.k.?
"= schlechte Beschleunigung UND verzögertes Anfahr
"= springt überhaupt nicht an ODER springt schl
"= dreht durch"
"= klingeln ODER klopfen"
"= Nein", "= JA"
verzögertes Anfahren
schlechte Beschleunigung
Leerlauf ist zu niedrig
Leerlauf ist unregelmäßig
zu wenig Leistung bei Teillast
zu wenig Leistung bei Vollast
nein/sonstiges
Unbekannt
bekannt
Kombination
Löschen
3
Fahrverhalten
Kombinationen:
"= Leerlauf ist unregelmäßig"
"= schlechte Beschleunigung UND verzögertes Anfahren"
Alternativen:
verzögertes Anfahren
schlechte Beschleunigung
Leerlauf ist zu niedrig
Leerlauf ist unregelmäßig
und
oder
Eintragen
Hilfe
Abbrechen
Übernehmen
4

0 Aufruf der Regelelementtabelle durch Markieren eines oder mehrerer Objekte in einer Objekthierarchie und Auswahl des Menüpunkts REGELELEMENTE im Menü BEGRIFFE.

1 In den Zeilen der Tabelle stehen Wissensbasisobjekte, aus denen die Regelelemente gebildet werden. Man kann neue Zeilen hinzufügen, indem man im Menü BEARBEITEN die Punkte NAMEN-SUCHFENSTER oder HIERARCHIE anwählt und weitere Objekte überträgt. Wird eine Zeile vorher selektiert, werden alle Objekte danach in der Tabelle eingesetzt. Wird nichts selektiert, erfolgt das Einfügen am Anfang.

2 Jede Spalte enthält alle Regelelemente für das Objekt, das in der Spaltenbeschriftung steht. Neue Spalten werden eingefügt, indem eine Spalte selektiert wird und danach im Menü BEARBEITEN der Punkt NEUE SPALTE ... angewählt wird. Die neuen Objekte werden danach eingefügt. Bei Objekten mit ähnlichen Regelelementen können diese auf die linke oder rechte Nachbarspalte - sofern vorhanden - übertragen werden. Dazu wird eine Spalte selektiert und danach einer der beiden Punkte SPALTE NACH LINKS KOPIEREN, SPALTE NACH RECHTS KOPIEREN im Menü BEARBEITEN angewählt. Dadurch werden alle eventuell in der Spalte schon vorhandenen Einträge durch die Kopie ersetzt. Wird jedoch bei der Aktion zusätzlich die Shift-Taste gedrückt, so ändert sich der Text des Menüpunkts von KOPIEREN in MISCHEN. Das bedeutet, daß bestehende Einträge in der Spalte erhalten bleiben und die weiteren Einträge nur ergänzt werden.

3 In einem Tabellenfeld werden alle Werte eines Zeilenobjektes eingetragen, die als Regelelemente für das Spaltenobjekt in Betracht kommen. Dazu erscheint bei Klick auf das Feld ein Pop-Up-Menü in dem alle möglichen Werte angeboten werden. Eine Auswahl eines Wertes führt zu dessen Eintrag. Eine nochmalige Auswahl löscht den Wert wieder. Durch Anwahl des Punktes KOMBINATION in dem Pop-Up-Menü ist es möglich verschieden Einzeleinträge zu kombinieren.

3.3.7 Regelformular

Regelformulare werden benutzt, um eine einzelne Regel in einfacher oder komplexer Form zu erstellen. Während in anderen Wissenseditoren zur Regeleingabe (außer 3.3.8 N-Stufen-Regeleditor) oft auf Einzelheiten zu Gunsten der Übersicht und Einfachheit verzichtet wird, wird in einem Regelformular eine vollständige Regeleingabe unterstützt.

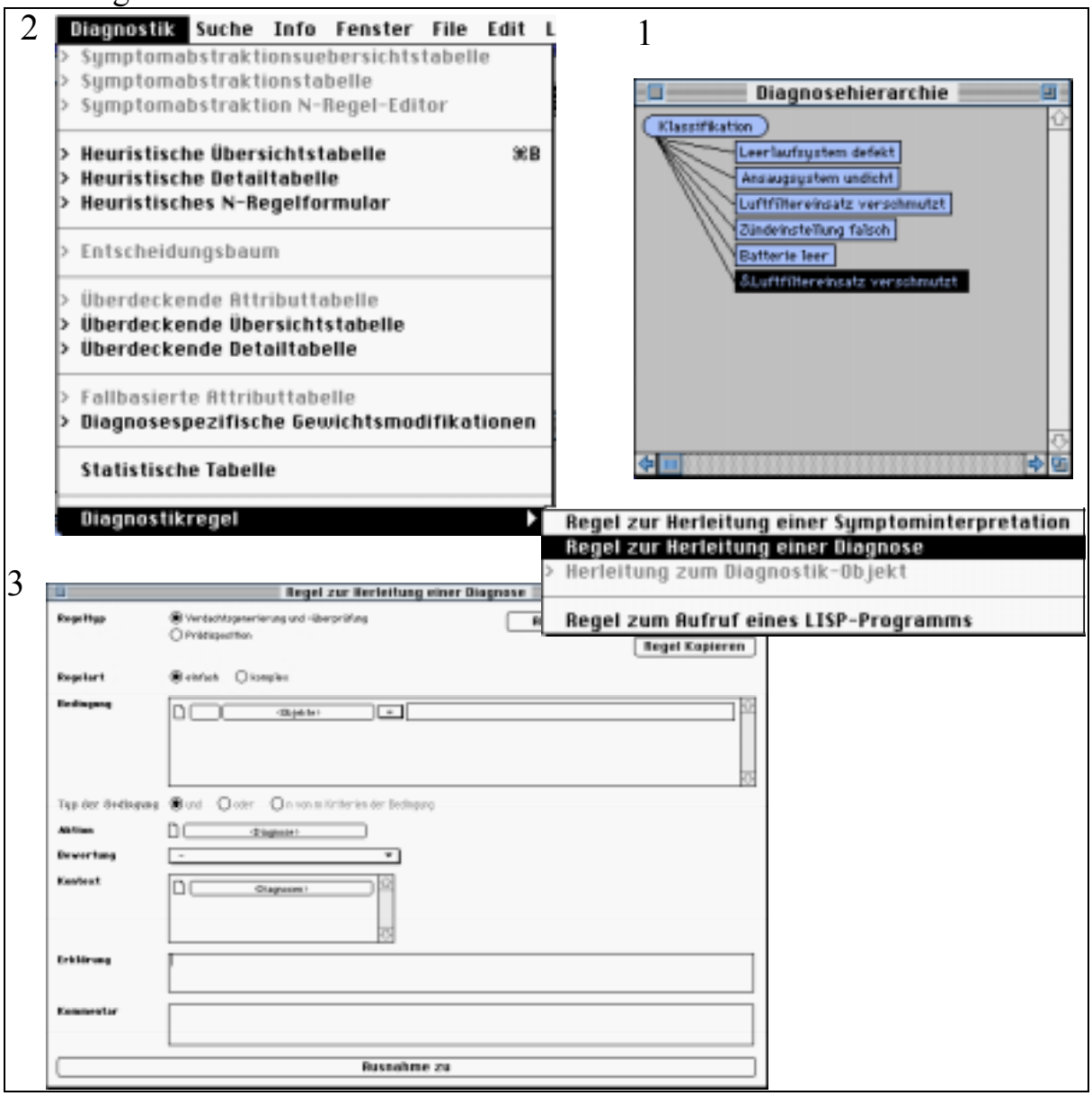
Im einzelnen gibt es folgende Regelformulare, die alle ähnlich aufgebaut sind:

- *zur Herleitung einer Diagnose*
- *zur Herleitung einer Symptominterpretation*
- *zum Aufruf eines LISP-Programms*
- *zur Plausibiltätskontrolle von Eingabedaten*
- *zum Stellen einer Folgefrage*
- *zur Aufwandsbewertung einer Frageklasse*
- *zur Indikation/Kontraindikation von Frageklassen*

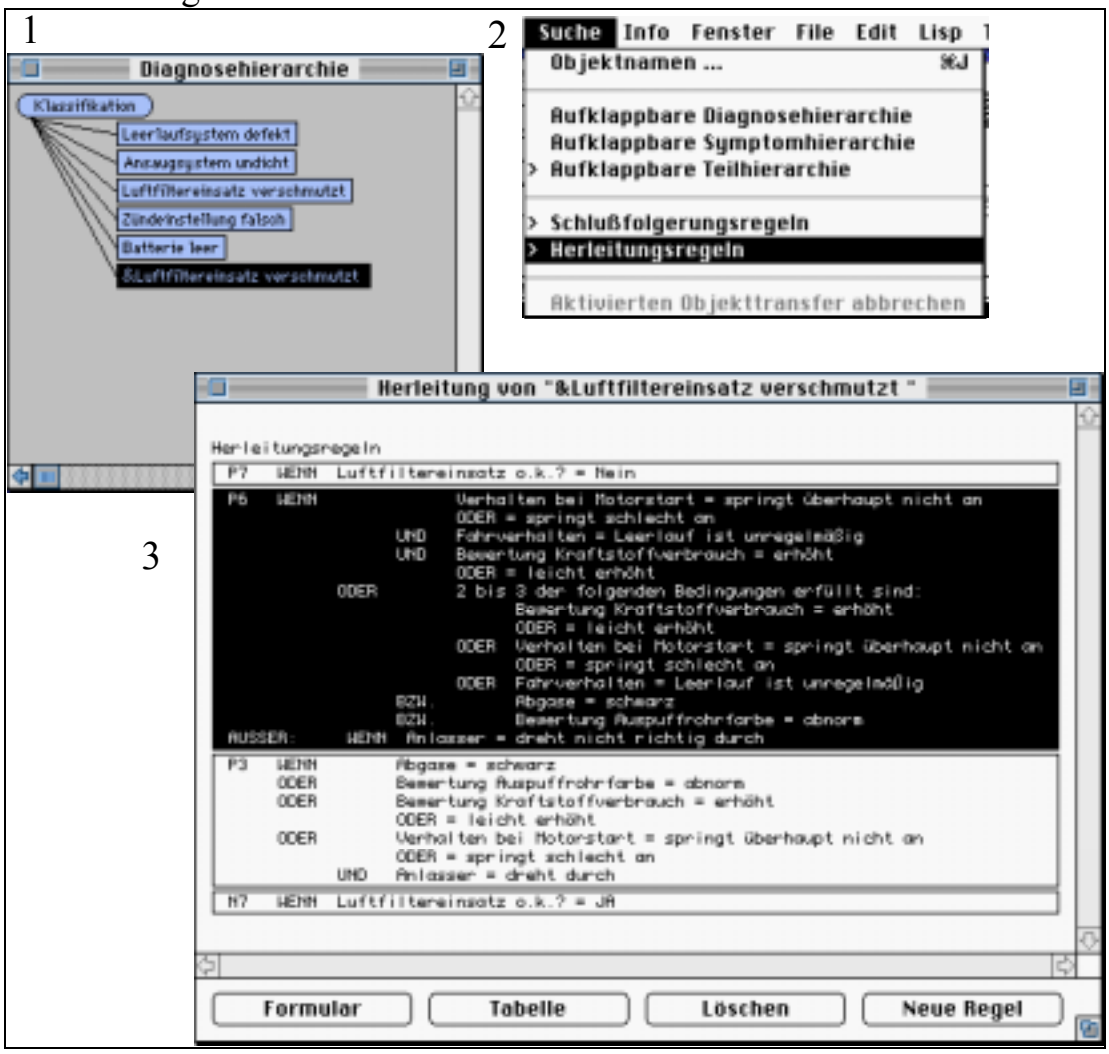
Bei der folgenden Beschreibung wird zunächst ein Regelformular (zur Herleitung einer Diagnose) vollständig kommentiert, bei den übrigen Regelformularen werden nur noch die abweichenden Eigenschaften (gekennzeichnet mit Ziffer+Buchstabe, z.B. 4a) ausgeführt.

Mögliche Aufrufarten des Regelformulars zur Herleitung einer Diagnose

Neues Regelformular



Existierendes Regelformular



Das Regelformular zur Herleitung einer Diagnose erhält man bei folgenden Aktionen:

1. Optional: Selektion einer Diagnose aus der Diagnosehierarchie.
2. In der Menüleiste wird der Punkt DIAGNOSTIK ausgewählt, dort steht als letzter Punkt DIAGNOSTIKREGELN. Ist keine Diagnose selektiert, kann man den Punkt REGEL ZUR HERLEITUNG EINER DIAGNOSE wählen. Bei ausgewählter Diagnose kann zusätzlich der Punkt REGEL ZUR HERLEITUNG DES DIAGNOSEOBJEKTS gewählt werden.
3. Es wird nun ein neues Regelformular geöffnet. Die vorher gewählte Diagnose wird als Aktionsobjekt bereits eingetragen.

Sind bereits Regeln eingegeben, die man nachbearbeiten möchte, muß man folgende Aktion durchführen:

1. Auswahl der gewünschten Diagnose, zu der eine Regel bearbeitet werden soll.
2. In der Menüleiste unter dem Punkt SUCHE wählt man HERLEITUNGSREGELN.

3. Es wird ein Übersichtsfenster für alle existierenden Diagnostikregeln gezeigt. Das Regelformular öffnet man entweder über Doppelklick auf das entsprechede Regelkästchen oder durch Selektion und Klick auf den Button FORMULAR. Durch Klick auf NEUE REGEL wird ein neues Regelformular geöffnet.

Das Regelformular zur Herleitung einer heuristischen Diagnose ist wie folgt aufgebaut:



1. Der Regeltyp wird durch Klick auf die Radiobuttons angegeben. Bei der Herleitung einer Diagnose kann dies eine Verdachtsgenerierung und -überprüfung oder eine Regel zur Prädisposition ein.
2. Bei der Regelart wird eingestellt, ob es sich um eine einfache oder eine komplexe Regelvorbedingung handeln wird. Ein Klick auf einen der beiden Radiobuttons hat eine Veränderung in dem Vorbedingungsteilbereich (-> 3) zur Folge. Die Regelart kann aber zu jedem Zeitpunkt wieder gewechselt werden.
3. Der Vorbedingungsteilbereich ist der Teil einer Regel, der festlegt, wann eine Regel angewandt werden kann. Man unterscheidet hier zwischen einfachen (einstufige Und/Oder-Verknüpfungen) und komplexen (mehrstufige logische Verknüpfungen) Vorbedingungen. Eine genaue Beschreibung dieses Teilbereichs findet sich im Anschluß.
4. Bei einfachen Regeln muß über diese Radiobuttons angegeben werden, wie die einzelnen Elemente der Vorbedingung verknüpft werden sollen. Zur Auswahl stehen eine Und-Verknüpfung, eine Oder-Verknüpfung oder eine „n-aus-m“-Verknüpfung, bei der mindestens *m* Vorbedingungselemente von maximal

n erfüllt sein müssen, wobei n auch kleiner als die Anzahl der Elemente sein kann. Bei der Wahl einer „n-aus-m“-Verknüpfung wird nach den Zahlenwerten *n* und *m* in einem zusätzlich eingefügten Bereich gefragt.

5. Der Aktionsbereich legt fest, welche Objekte beim Ausführen dieser Regel betroffen sind. Bei der Herleitung einer Diagnose ist dies natürlich die gewünschte Diagnose, die durch den Objekttransfer (siehe 3.3.5 Objektsuche und -transfer), ausgelöst durch Klick auf das Kästchen <Diagnose>, eingefügt wird. Wird das Regelformular mit einer selektierten Diagnose aufgerufen, ist das Aktionsobjekt natürlich schon vorbelegt.
6. Nachdem durch den Aktionsbereich festgelegt wird, welches Objekt von der Regel betroffen wird, legt der Bewertungsbereich fest, wie das Objekt verändert wird. Bei der heuristischen Herleitung handelt es sich um die Angabe, wie stark die Vorbedingungen auf die Diagnose weisen. Durch gehaltenen Klick auf das rechts liegende Kästchen öffnet sich ein Pop-Up-Menü mit den Bewertungsmöglichkeiten.
7. Durch den Kontext kann man durch Angabe einer oder mehrerer Diagnosen die Anwendung der Regel einschränken. Sind in Kontext Diagnosen angegeben, wird die Regel nur ausgeführt, wenn diese Diagnosen bereits etabliert sind. Der Kontextbereich des Regelformulars wird durch Klick auf das rechte Kästchen <*Diagnosen*> mit Hilfe des Objekttransfers (siehe 3.3.5) mit Diagnosen ausgefüllt.
8. In Erklärung kann ein Text eingeben werden, der bei der Erklärung der Regel in der Erklärungskomponente des Dialogs verwendet werden kann.
9. In den Kommentar kann der Wissensbasisentwickler einen Text schreiben, der nur bei der Wissenseingabe erscheint, um sich selbst eine Erinnerungshilfe zu geben.
10. Durch Klick auf den Button AUSNAHMEN öffnet sich ein eigenes Fenster mit einem komplexen Vorbedingungsteilbereich, in dem eine Bedingung eingegeben werden kann, die die Ausführung der Regel unter diesen Annahmen verhindert.

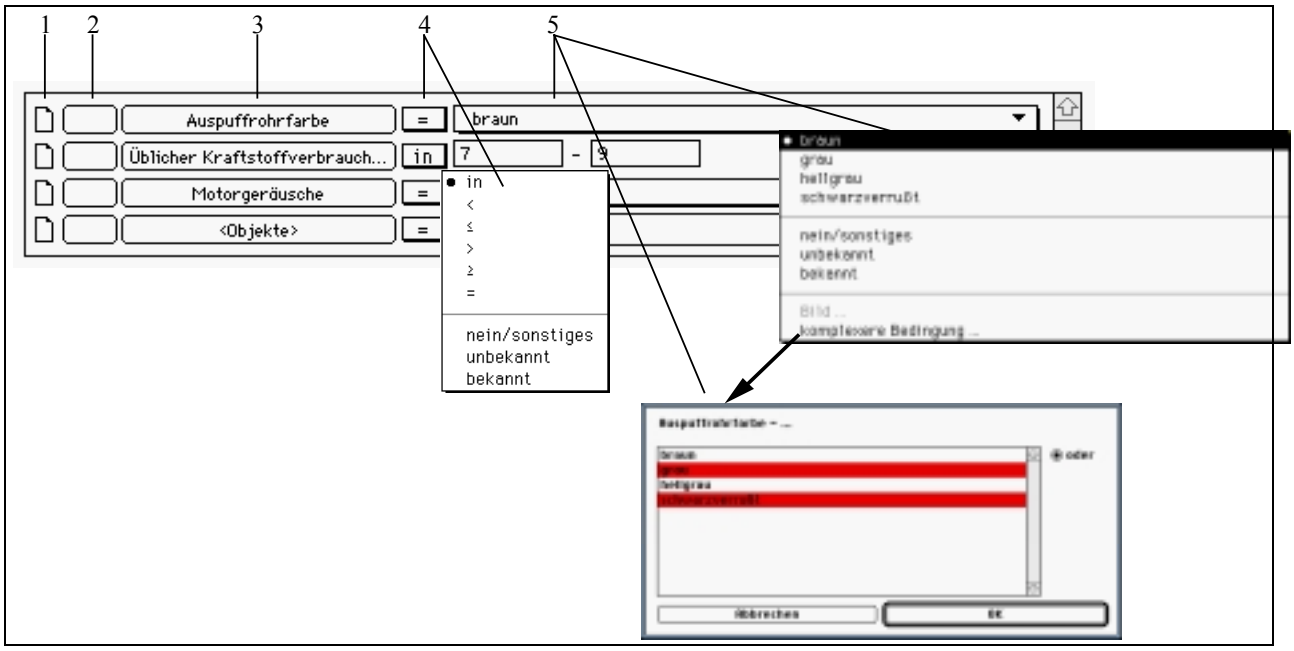
Die Buttons des Regelformulars haben folgende Funktionalität:

ABBRECHEN: Das Regelformular wird geschlossen ohne daß die Änderungen in die Wissensbasis übernommen werden.

OK: Das Regelformular wird geschlossen und die Änderungen werden in die Wissensbasis aufgenommen.

REGEL KOPIEREN: Es wird ein neues Regelformular geöffnet, welches mit den selben Vorbelegungen ausgefüllt ist, wie das aktuell offene.

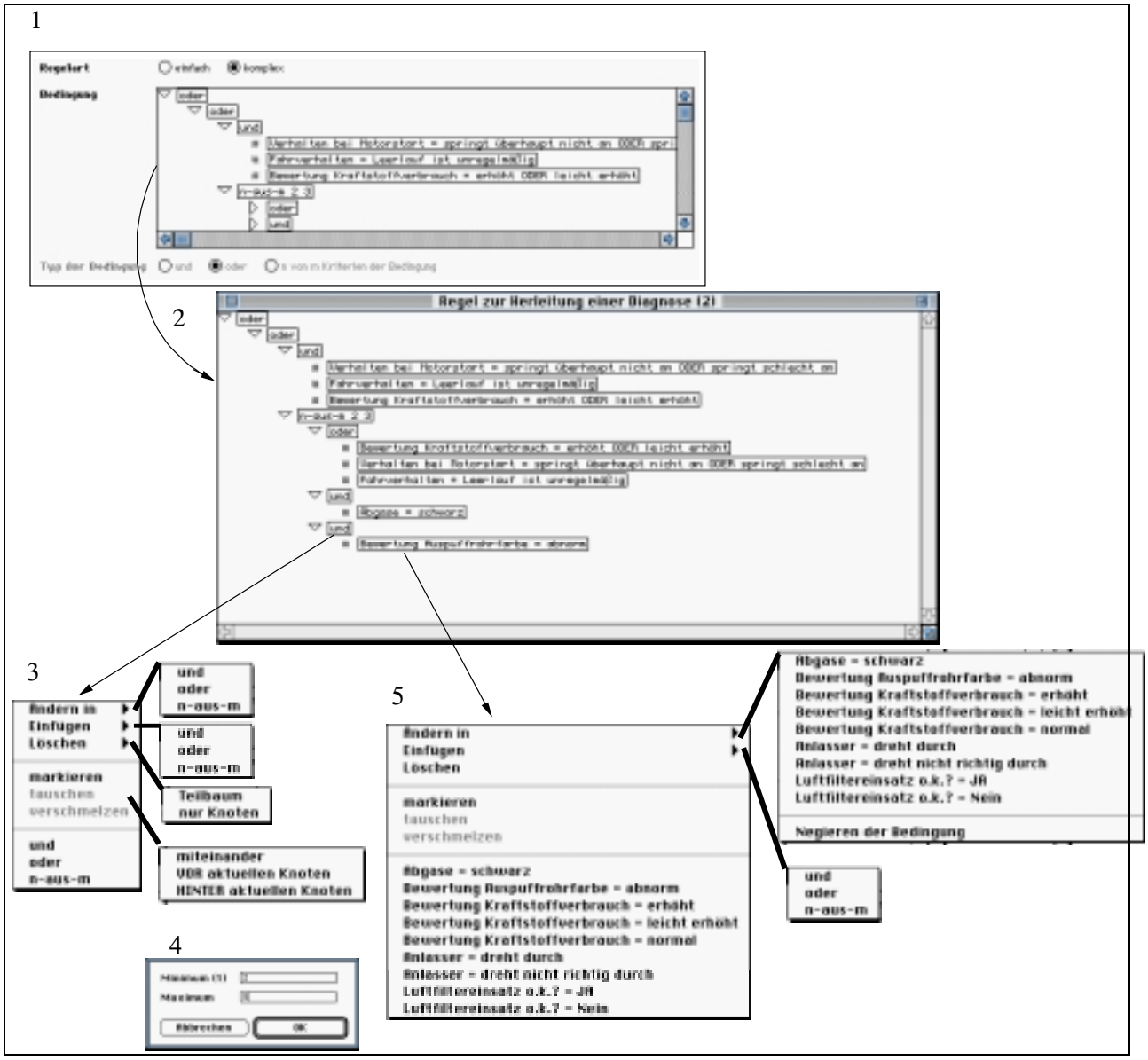
Der Vorbedingungsteilbereich einer einfachen Regel



1. Durch Verschieben der Dokumentensysmbole kann die Reihenfolge in der Vorbedingung geändert werden. Durch Selektieren eines Dokumentensymbols und Auswahl des Punktes AUSSCHNEIDEN aus dem BEARBEITEN Menüs kann eine Zeile entfernt werden.
2. Durch einfachen Klick in dieses Feld wird die dahinter liegende Bedingung negiert, durch erneuten Klick wird die Negation entfernt. Im Beispiel ist die dritte Zeile „Zündeinstellung o.k? = ja“ negiert.
3. Die Symptome/Diagnosen werden durch Objekttransfer eingefügt, der durch Klick auf dieses Kästchen ausgelöst wird. Durch erneutes Klicken auf ein bereits ausgefülltes Kästchen wird dieses durch das neue Objekt ausgetauscht. Neue Objekte werden durch Klick auf das unterste Kästchen <*Objekte*> eingefügt.
4. Durch Klick auf dieses Kästchen kann eingestellt werden, welche Belegungsart das Symptom haben soll. Bei numerischen Symptomen sind das Möglichkeiten, wie *gleich (=) größer, kleiner, Intervall*, usw., bei anderen Symptomen (z.B. multiple choice Fragen) oder Diagnosen ist nur *gleich (=)* möglich.
5. Hier kann nun eingestellt werden, welche Belegung das ausgesuchte Objekt haben soll. Bei Symptomen sind das die Antwortalternativen, bei Diagnosen die Möglichkeiten *etabliert* und *ausgeschlossen*. Bei multiple-choice-Fragen kann auch eine komplexere Bedingung angegeben werden, d.h. eine einstufige logische Verknüpfung von Antwortalternativen durch *und* oder *oder*:

Nachdem nun die Eingabe einer Vorbedingung einer einfachen Regel vollständig beschrieben wurde, wird anschließend der Vorbedingungsteilbereich einer komplexen Regel erklärt.

Der Vorbedingungsteilbereich einer komplexen Regel



1. Der Vorbedingungsteilbereich eines Regelformulars ändert sich, wenn man als Regelart „komplex“ angibt. Es wird eine Klapphierarchie angezeigt, die die Regel in allen Stufen darstellen kann.

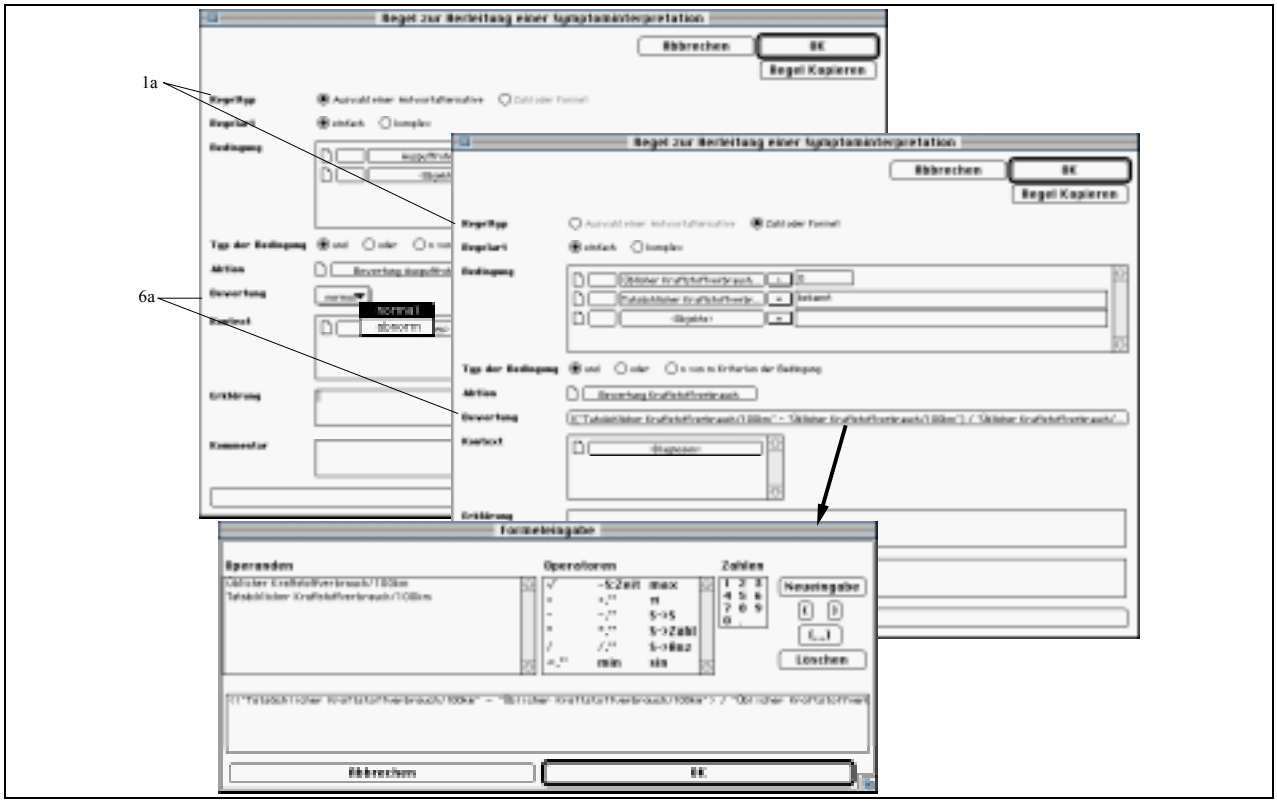
2. Oft reicht der Platz in dem Regelformular nicht aus, um eine komplexe Regel vollständig betrachten zu können. Durch einen Doppelklick in den Freiraum des Vorbedingungsteilbereichs wird ein neues Fenster geöffnet, in dem nur die Klapphierarchie der Regel angezeigt wird. Hier kann nun mit genügend Platz die Vorbedingung bearbeitet werden.
   Eine komplexe Vorbedingung besteht aus den logischen Verknüpfungen UND, ODER und N-AUS-M, sowie aus den Regelelementen zu einer Diagnose (siehe 3.3.6 Regelelemente). Durch Klick auf die Knoten wird ein Pop-Up-Menü geöffnet, über welches man die Hierarchie ändern und erweitern kann. Beim Erstellen einer komplexen Regel besteht die Hierarchie nur aus dem Knoten mit der logischen Verknüpfung UND.
3. Bei Klick auf einen Knoten mit einer logischen Verknüpfung kann man die logische Verknüpfung in eine andere logische Verknüpfung ändern (ÄNDERN IN). Durch Einfügen einer logischen Verknüpfung (EINFÜGEN) wird vor dem angeklickten Knoten ein neuer Knoten mit dieser Verknüpfung erstellt. Der Menüpunkt LÖSCHEN kann zum Löschen des Knotens (NUR KNOTEN) oder zum Löschen aller unter diesem Knoten hängenden Knoten (TEILBAUM) benutzt werden. Wenn man einen Knoten durch dieses Pop-Up-Menü markiert (MARKIEREN), kann man durch Klick auf einen anderen Knoten den markierten Knoten mit, vor oder hinter den aktuellen tauschen (TAUSCHEN). Ist der markierte Knoten auf der selben Ebenen wie der aktuelle Knoten und beide haben die selbe logische Verknüpfung, so ist auch eine Verschmelzung der beiden Knoten möglich (VERSCHMELZEN). Durch die Menüpunkte UND, ODER und N-AUS-M werden neue Knoten an den aktuellen Knoten angehängt. Hat der Knoten nicht bereits Nachfolgerknoten mit logischen Verknüpfungen, so stehen hier auch noch mögliche Regelelemente. Regelelemente und logische Verknüpfungen können nicht auf einer Ebene stehen!
4. Bei der Auswahl eines n-aus-m Knotens wird dieser Dialog geöffnet, um die Zahlenwerte n und m einzugeben. Möchte man später diese Zahlenwerte wieder ändern, muß man in dem Pop-Up-Menü (3) den Punkt ÄNDERN IN -> N-AUS-M wählen, dabei werden die Zahlenwerte neu erfragt.
5. Bei Klick auf einen Knoten mit einem Regelelement kann dieses in ein anderes Regelelement geändert oder das aktuelle Regelelement negiert (ÄNDERN IN) werden. Durch EINFÜGEN kann vor dem Regelelement ein neuer Knoten mit einer logischen Verknüpfung erstellt werden. Bei LÖSCHEN wird der aktuelle Knoten mit dem Regelelement aus der Vorbedingung entfernt. MARKIEREN, TAUSCHEN und VERSCHMELZEN haben die selbe Funktionalität wie bei Knoten mit logischen Verknüpfungen. Am Ende des Menüs stehen noch Regelelemente, die dann auf der gleichen Ebene der Hierarchie eingefügt werden.



Stellt man beim Arbeiten mit dem Regelformular fest, daß weitere Regelelemente benötigt werden, kann man über das BEARBEITEN Menü in der Menüzeile NEUE REGELELEMENTE den Regelelementeditor für diese Diagnose öffnen (siehe 3.3.6 Regelelemente).

Besonderheiten eines Regelformulars zur Herleitung einer Symptominterpretation

Der Aufruf dieses Regelformulars erfolgt analog zu dem Aufruf des Diagnoseregelformulars. In der Menüleiste unter dem Punkte DIAGNOSTIK befindet sich der Punkt DIAGNOSTIKREGEL, welcher ein weiteres Menü mit dem Punkt HERLEITUNG EINER SYMPTOMINTERPRETATION öffnet. Ist eine Symptominterpretation in der Symptomhierarchie selektiert, kann auch der Punkt HERLEITUNG DES DIAGNOSEOBJEKTS gewählt werden. Zu schon existierenden Regeln kann das Regelformular wie bei der Diagnose über die Herleitungsregel geöffnet werden.

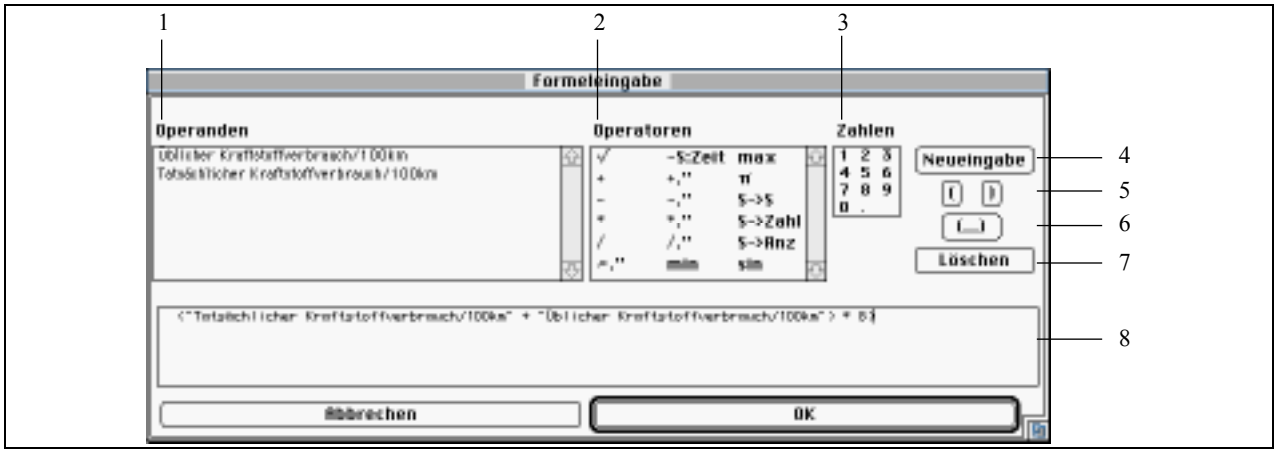


1a. Der Regeltyp wird durch die eingetragene Symptomabstraktion bestimmt. Wird eine Symptominterpretation durch Auswahl einer Antwortalternativen bewertet, befindet sich an dem Bewertungsbereich ein Pop-Up-Menü, durch das man die gewünschte Antwortalternative auswählen kann, die die Symptominterpretation nach Anwenden der Regel haben soll. Bei einer Bewertung durch Zahl oder Formel befindet sich an dieser Stelle ein Button, der den Formeleditor öffnet. In dem Formeleditor (Beschreibung anschließend) sind die Objekte der Vorbedingung als Operanden bereits eingetragen.

6a. Abhängig davon, ob eine Symptominterpretation ein Auswertungsschema hat, wird sie durch Angabe einer Zahl oder Formel oder durch Auswahl einer Antwortalternative bewertet.

Der Formeleditor

Mittels des Formeleditors kann eine Zahl oder Formel eingegeben werden, die Symptome als Operanden hat. Dadurch kann man Symptomabstraktionen abhängig von den Werten anderer Symptome berechnen.



1. Die Operanden des Formeleditors sind die Symptome, die auch in der Vorbedingung der Regel vorkommen. Durch einfachen Klick werden sie in die Formel (-> 8) geschrieben.
2. Die vorgebenen Operatoren werden ebenfalls durch einfachen Klick in die Formel übernommen. Die Operatoren haben folgende Bedeutung:

√	Quadratwurzel ziehen
+	Addition
-	Subtraktion
*	Multiplikation
/	Division
~.“	Runden eines Ausdrucks auf zwei Nachkommastellen
+.“	Addition mit Runden des Ergebnisses auf zwei Nachkommastellen
-.“	Subtraktion mit Runden auf zwei Nachkommastellen
*.“	Mulltiplikation mit Runden auf zwei Nachkommastellen
/.“	Division mit Runden auf zwei Nachkommastellen
min	Minimum einer Liste, z.B (min 2 7 3)
max	Maximum einer Liste, z.B. (max 6 3)
sin	Sinus anwenden auf einen Ausdruck
π	Konstante
-S:Zeit	Differenzbildung zweier Zeitpunkte
S->Zahl	der numerische Wert einer Antwortalternative eines One choice Symptoms
S->S	die interne Nummer der zutreffenden Antwortalternative eines oc Symptoms
S->Anzahl	die Anzahl der zutreffenden Antwortalternativen bei eines multiple choice Symptoms

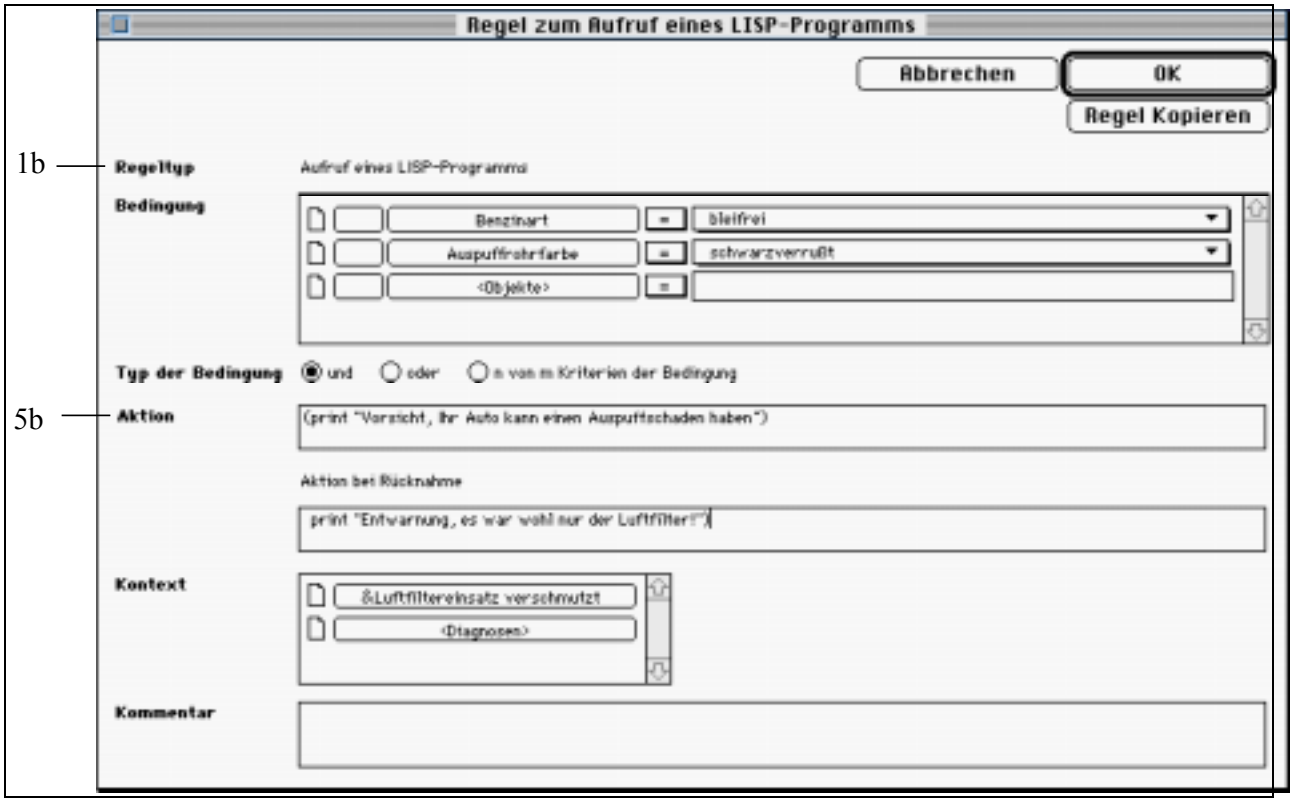
3. Die Zahlen können durch Klick in die Formel eingefügt werden.
4. Durch Klick auf Neueingabe wird die bisher eingetragene Formel gelöscht.
5. Diese beiden Knöpfe werden für die Klammersetzung in der Formel benutzt.
6. Mit dem Knopf "(..)" kann der ganze Ausdruck geklammert werden.

7. Durch Klick auf LÖSCHEN wird der als letztes eingefügte Formelteil gelöscht.
8. Dies ist nun die eigentliche Formel. Sie kann entweder durch die in (1-7) beschriebene Weise geändert oder durch Eintippen über die Tastatur in dem Formelbereich direkt editiert werden. Wird ein syntaktischer Fehler begangen wird eine Meldung ausgegeben, die Formel aber nicht verbessert. Durch Löschen kann man aber diese Änderung wieder rückgängig machen. Ein syntaktischer Fehler könnte z.B. sein, dem Wurzeloperator zwei Elemente zuzuweisen ((√ 2 4) statt (√ 2)).

Die Buttons des Formeleditors haben folgende Funktionalität:
ABBRECHEN: Das Fenster wird geschlossen ohne daß die neue Formel übernomen wird, d.h. die vorherige Formel bleibt erhalten.
OK: Die neue Formel wird in der Wissenbasis gespeichert.

Besonderheiten eines Regelformulars zum Aufruf eines LISP- Programms

Der Aufruf dieses Regelformulars kann nur über das Menü DIAGNOSTIK und den Menüpunkt DIAGNOSTIKREGEL, im Unterpunkt REGEL ZUM AUFRUF EINES LISP-PROGRAMMS erfolgen.



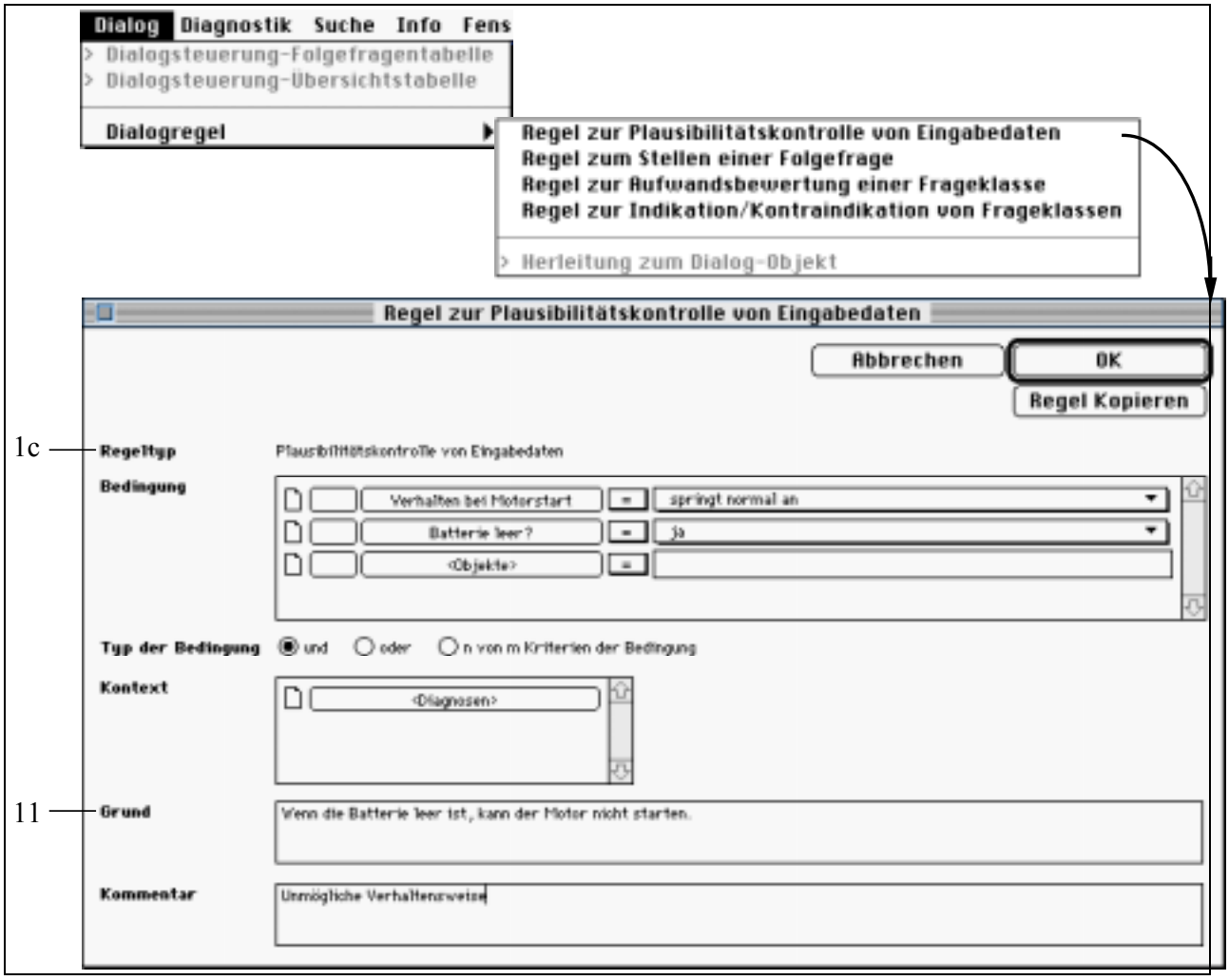
Bei einem Regelformular zum Aufruf eines LISP-Programms können nur einfache Vorbedingung eingetragen werden, es gibt keinen Bewertungsteil und keine Ausnahmen.

1b. Der Regeltyp ist fest als Aufruf eines LISP-Programms vorgegeben.

5b. Der Aktionsteilbereich besteht aus einem editierbaren Text, in dem die LISP-Anweisungen geschrieben werden. In dem editierbaren Text darunter kann man ein LISP-Programm angeben, das ausgeführt wird, wenn die Regel wieder zurückgezogen wird.

Besonderheiten eines Regelformulars zur Plausibiltätskontrolle von Eingabedaten

Der Aufruf dieses Regelformulares erfolgt aus der Menüleiste unter DIALOG mit dem Punkt DIALOGREGEL. In dem weiteren Pop-Up-Menü wählt man den Punkt REGEL ZUR PLAUSIBILITÄTSKONTROLLE VON EINGABEDATEN:



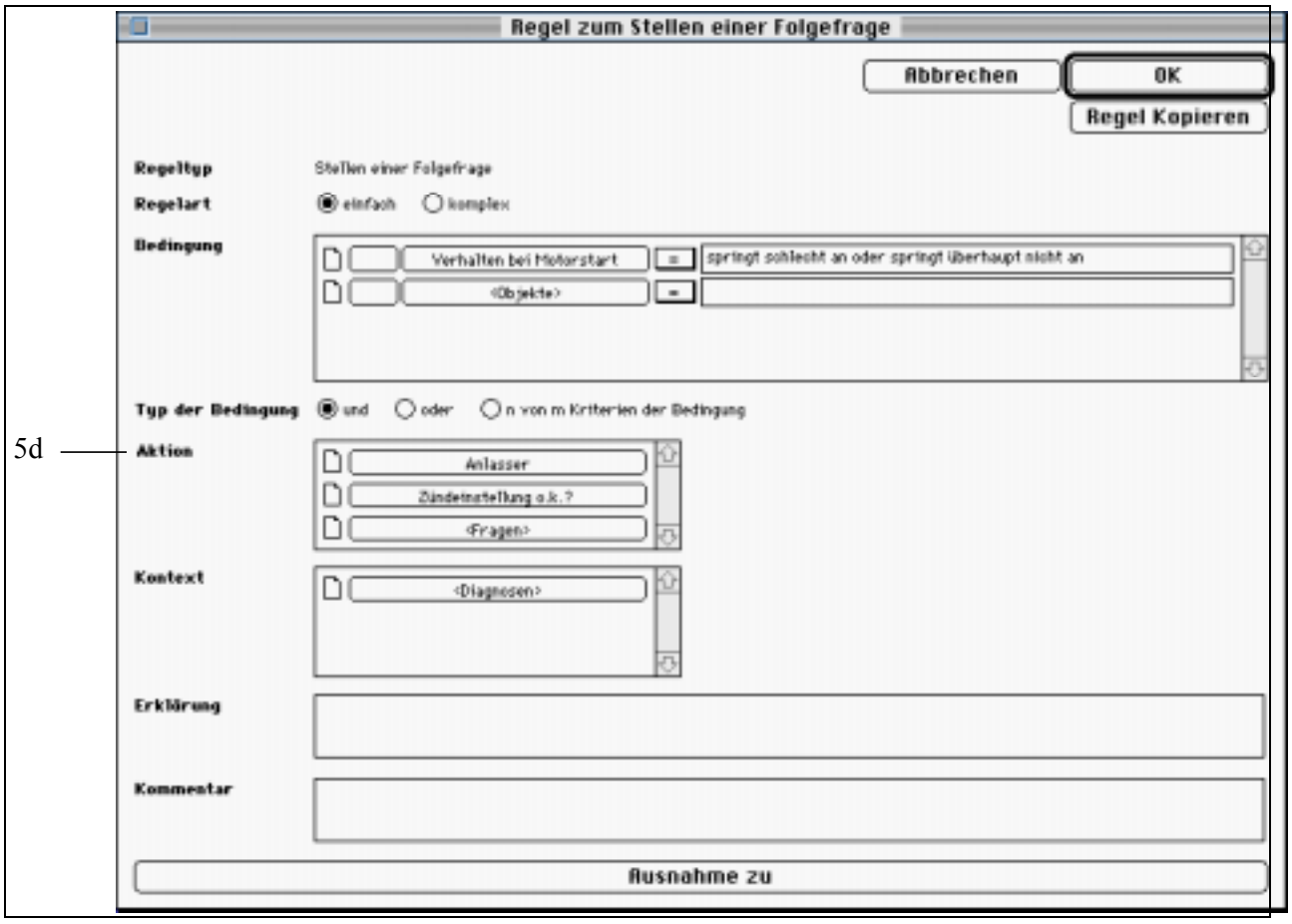
Auch das Regelformular zur Plausibilitätskontrolle erlaubt nur die Eingabe einfacher Vorbedingungen und besitzt keine Ausnahmen.

1c. Der Regeltyp ist festgelegt auf Plausibilitätskontrolle von Eingabedaten.

11. Hier kann ein Text zur Begründung des Widerspruchs eingetragen werden.

Besonderheiten eines Regelformulars zum Stellen einer Folgefrage

Der Aufruf dieses Regelformulares erfolgt aus der Menüleiste unter DIALOG mit dem Punkt DIALOGREGEL. In dem weiteren Pop-Up-Menü wählt man den Punkt REGEL ZUM STELLEN EINER FOLGEFRAGE. Zusätzlich kann man bei einer in der Symptomhierarchie selektierten Frage, den Punkt Herleitung des Dialogobjekts wählen. Die Frage ist dann in dem Regelformular schon vorbelegt.

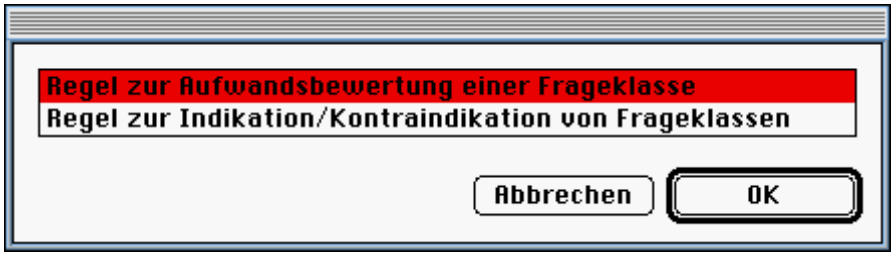


5d. Der einzige Unterschied zwischen einem Regelformular zur Herleitung einer Diagnose und zum Stellen einer Folgefrage befindet sich im Aktionsteil der Regel. Hier besteht die Aktion der Regel aus einer oder mehreren Fragen, die über Klick auf das Objektkästchen und dem Objekttransfer (siehe 3.3.5) einge-

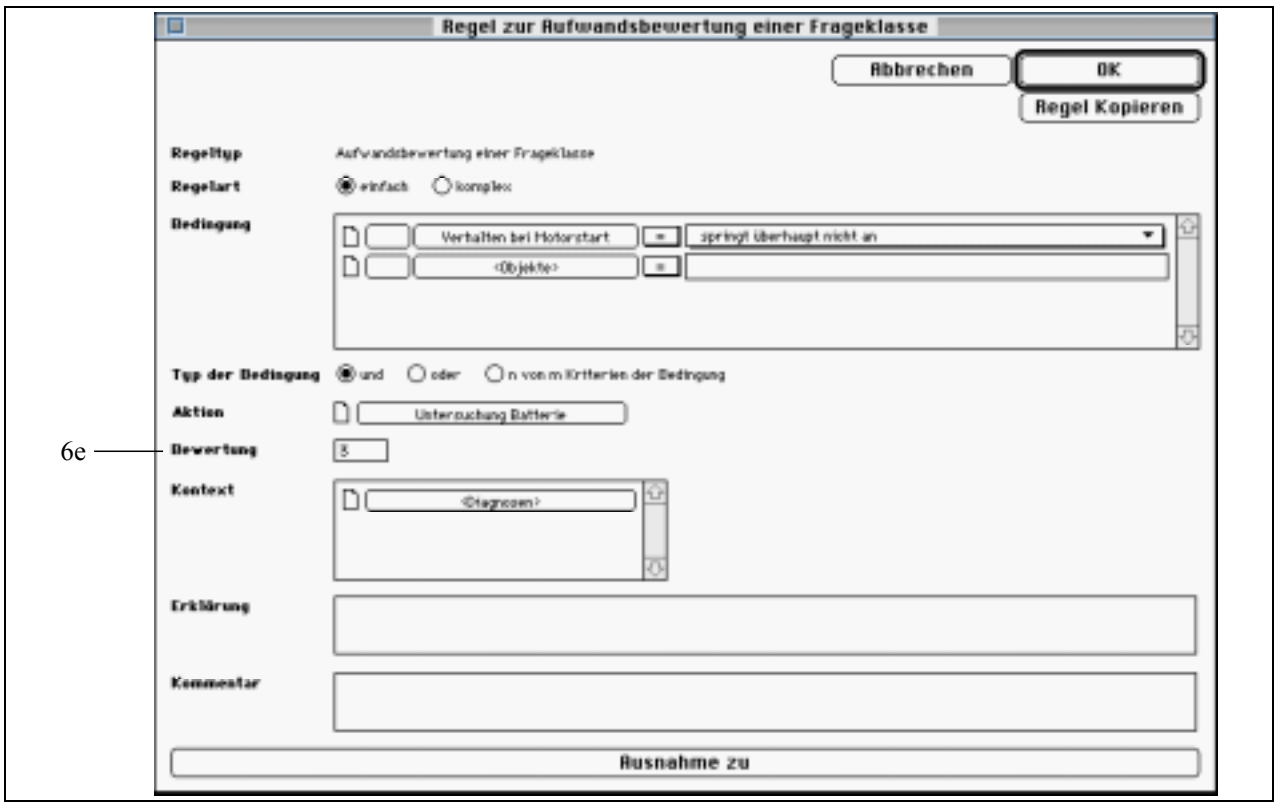
fügt werden. Bei erfüllter Vorbedingung werden die hier aufgelisteten Fragen in dem Dialog gestellt.

Besonderheiten eines Regelformulars zur Aufwandsbewertung einer Frageklasse

Der Aufruf eines solchen Regelformulares erfolgt analog zu dem einer Folgefrage, mit dem Menüpunkt REGEL ZUR AUFWANDSBEWERTUNG EINER FRAGEKLASSE. Ist eine Frageklasse selektiert kann auch der Menüpunkt HERLEITUNG ZUM DIALOGOBJEKT benutzt werden, der als nächstes folgende Zwischenabfrage öffnet, in der man die Alternative REGEL ZUR AUFWANDSBEWERTUNG EINER FRAGEKLASSE selektiert und dann auf OK klickt. Bei Wahl der anderen Alternative bekommt man das Regelformular zur Indikation/Koindikation von Frageklassen, welches im Anschluß beschrieben wird.



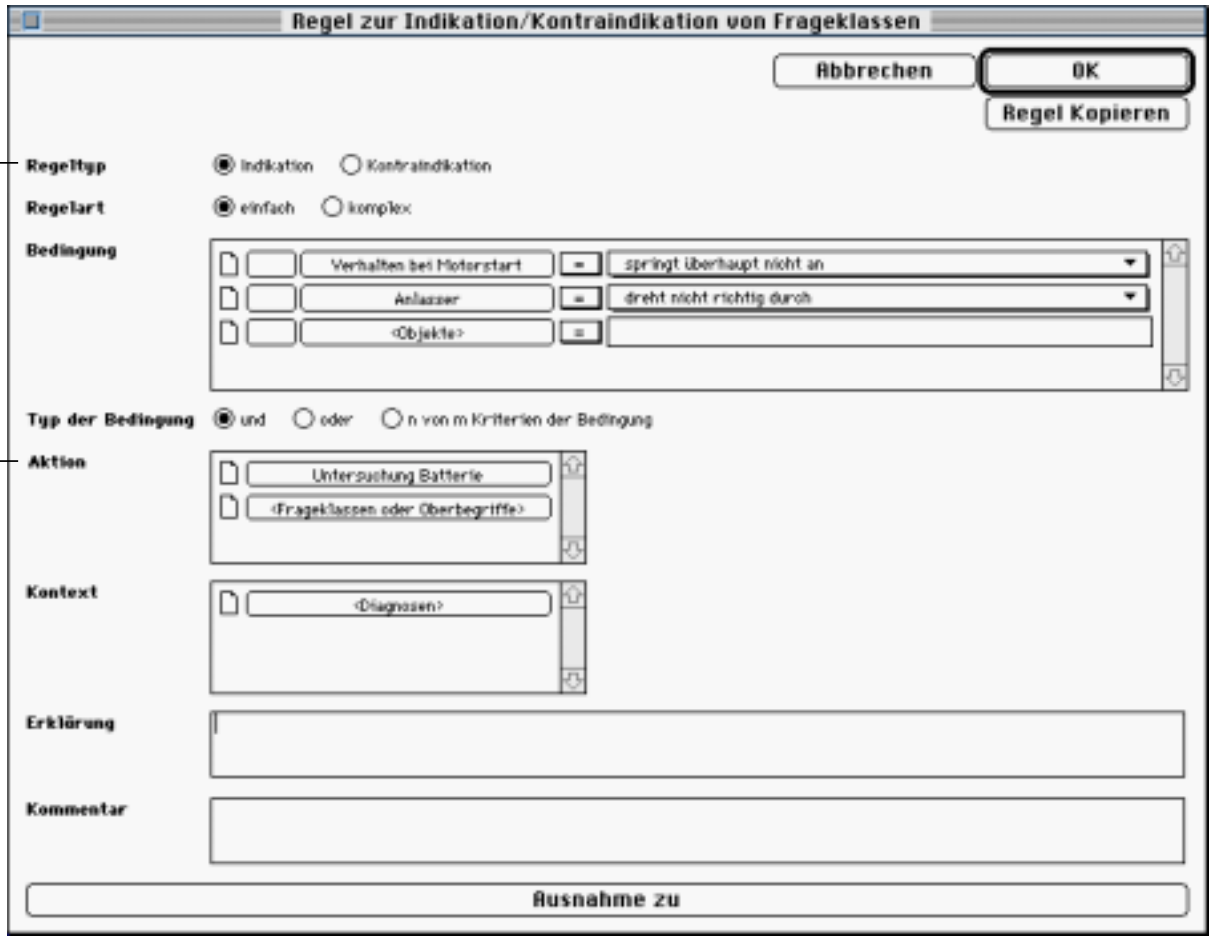
Die Handhabung dieses Regelformulars weicht nur in der Bewertung (6e) von dem Regelformular zur Herleitung einer Diagnose ab:



6e. Die Bewertung einer solchen Regel besteht aus der Eingabe einer Zahl, die den Kosten der Frageklasse hinzugefügt wird.

Besonderheiten des Regelformulars zur Indikation/Kontraindikation von Frageklassen

Der Aufruf dieses Formulars kann ebenfalls über die Menüpunkte DIALOGREGEL und REGEL ZUR INDIKATION/KONTRAINDIKATION VON FRAGEKLASSEN erfolgen. Ebenso kann es, wie vorher beschrieben, über die Selektion einer Frageklasse und Wahl des Menüpunkts HERLEITUNG DES DIALOGOBJEKTS geöffnet werden.



1f. Durch den Regeltyp können die ausgewählten Frageklassen entweder indiziert (Indikation) oder kontraindiziert (Kontraindikation) werden.

5f. Als Aktion können hier mehrere Frageklassen stehen, die durch Klick auf das Objektkästchen und dem Programm, das ausgeführt wird, angeben, wenn die Regel wieder zurückgezogen wird.Objekttransfer (siehe 3.3.5) eingefügt werden können.

3.3.8 N-Stufen-Regeleditor

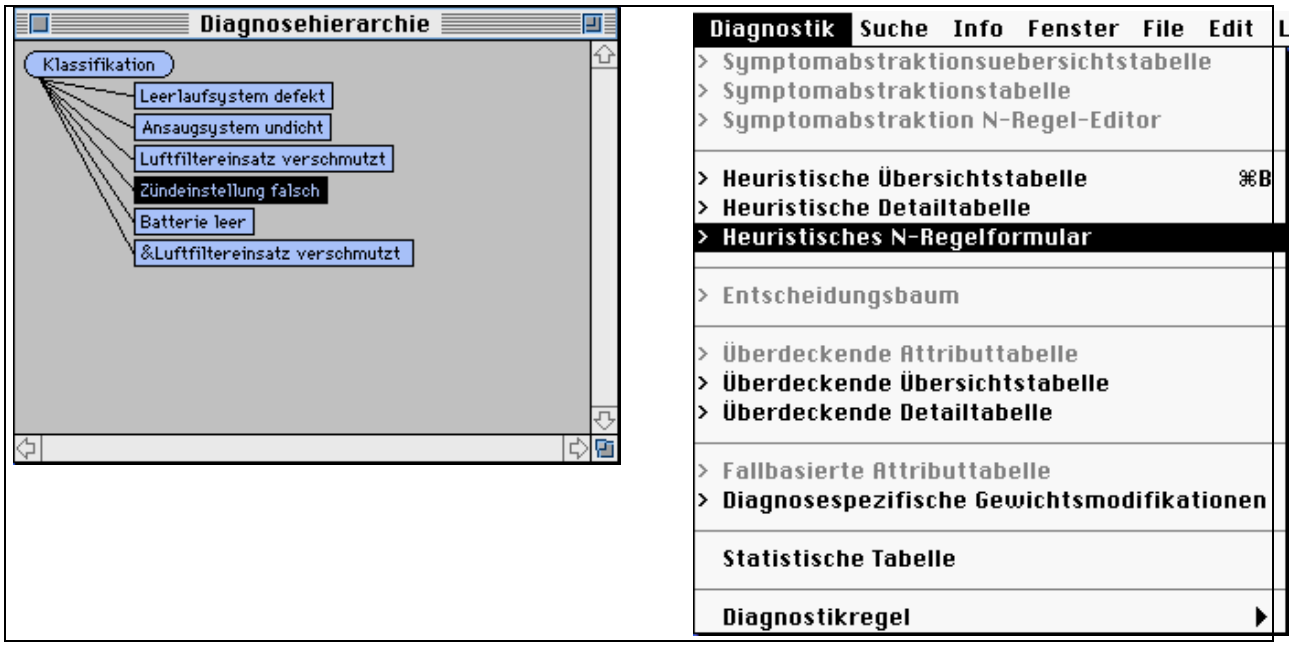
N-Stufen-Regeleditoren werden benutzt, um mehrere Regeln zu einem Diagnoseobjekt (Diagnosen und Symptomabstraktionen) in komplexer Form zu erstellen. Der N-Stufen-Regeleditor, auch N-Regelformular genannt, unterscheidet sich von dem einfachen Regelformular (siehe 3.3.7) nur durch die Möglichkeiten alle vorhandenen und neue Regeln in diesem Editor vollständig zu bearbeiten.

Das N-Regelformular gibt es zur Erstellung und Bearbeitung von Regeln

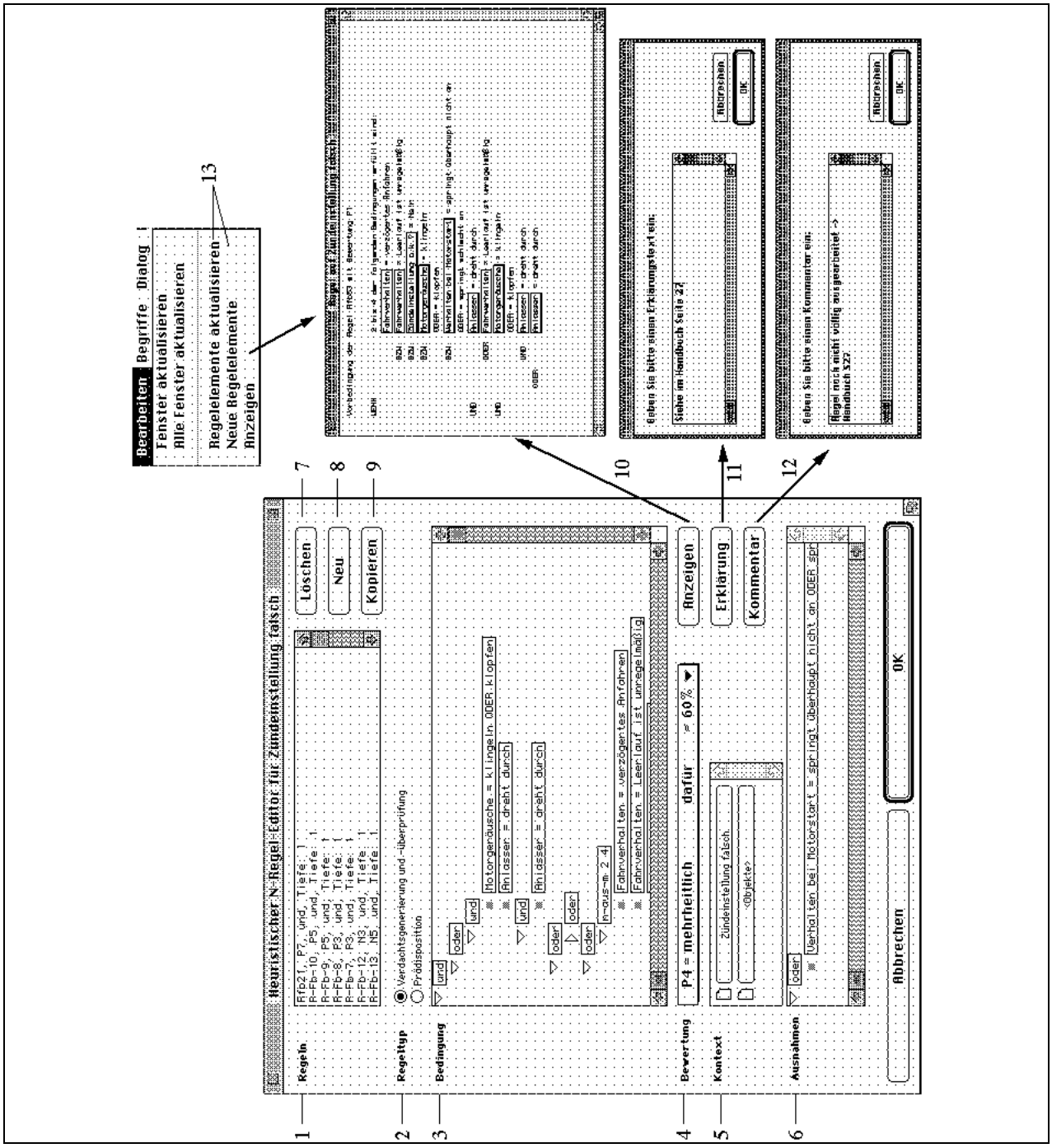
- *zur Herleitung einer Diagnose und*
- *zur Herleitung einer Symptominterpretation*

Bei der folgenden Beschreibung wird zunächst das N-Regelformular zur Herleitung einer Diagnose vollständig kommentiert, während bei dem N-Regelformular zur Herleitung einer Symptomabstraktion nur noch die Unterscheide erläutert werden.

Aufruf des N-Regelformulars zur Herleitung einer Diagnose



1. Selektion einer Diagnose in der Diagnosehierarchie.
2. In dem Menüleistepunkt DIAGNOSTIK den Punkt HEURISTISCHES N-REGELFORMULAR wählen.



1. In dem scrollbaren Bereich REGELN sind alle vorhandenen Regeln zur heuristischen Herleitung der ausgesuchten Diagnose aufgelistet. Sie werden durch eine interne Nummer, der Bewertung, der Wurzelverknüpfung (logischer Knoten auf oberster Ebene) und der Regeltiefe dargestellt (z.B. Rfb3, P2, oder, Tiefe:1). Bei Klick auf eine andere Zeile (andere Regel) werden die Bereiche des N-Regelformulars mit den Werten dieser Regel belegt.
2. Der Regeltyp für Diagnosen kann entweder eine Verdachtsgenerierung- und überprüfung sein oder es handelt sich um eine Prädispositionregel.

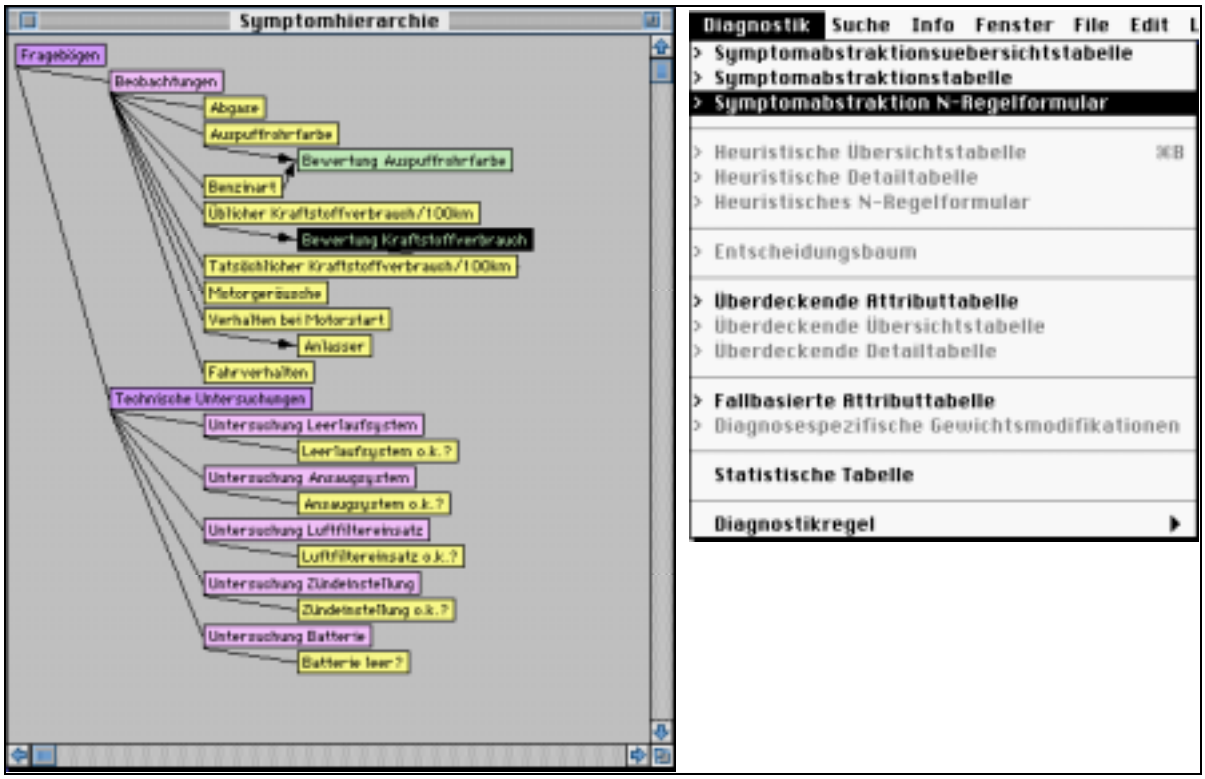
3. Die Vorbedingung gibt an, wann die Regel angewandt werden soll. Eine genaue Beschreibung dieses komplexen Vorbedingungbereichs kann in (3.3.7. Regelformular) nachgelesen werden. Auch hier öffnet sich auf Doppelklick in den Hintergrund der Hierarchie ein weiteres Fenster, welches die Vorbedingung zeigt und beliebig vergrößerbar ist, damit man bei großen Regelvorbedingungen nicht unnötig viel scrollen muß.
4. Die Bewertung einer Regel erfolgt (analog zum Regelformular 3.3.7) über ein Pop-Up-Menü, in dem die verschiedenen Bewertungskategorien ausgewählt werden können.
5. Der Kontext beinhaltet die Diagnosen, die etabliert sein müssen, damit diese Regel angewandt werden kann. Die Objektkästchen werden über den Objekttransfer (siehe 3.3.5) ausgefüllt.
6. In der Ausnahme kann eine Bedingung (Eingabe wie bei der Vorbedingung) eingetragen werden, die das Anwenden dieser Regel verhindern kann.
7. Durch Klick auf den Button LÖSCHEN wird die aktuell selektierte Regel (Teilbereich 1) aus der Wissensbasis gelöscht.
8. Durch Klick auf den Button NEU werden alle Teilbereiche zurückgesetzt, so daß nun eine neue Regel eingegeben werden kann.
9. Durch Klick auf den Button KOPIEREN wird eine neue Regel erstellt, die alle Eintragungen der aktuell selektierten Regel übernommen hat.
10. Der Button ANZEIGEN hat zur Folge, daß die Vorbedingung der aktuell selektierten Regel in einem eigenen Fenster dargestellt wird. Etwaige Vereinfachungen werden in dieser Darstellung vorgenommen, so wird z.B. aus „UND : Element“, nur noch „Element“. Dies ist auch die Darstellung, die in der Erklärung der Dialogoberfläche benutzt wird.
11. Eine Erklärung zu dieser Regel kann über den Knopf ERKLÄRUNG eingegeben werden, der ein neues Fenster öffnet, in dem ein Text eingegeben werden kann.
12. Ähnlich zu der Erklärung kann über den Button KOMMENTAR ein Text eingeben werden, der zur Orientierung des Wissensbasiserstellers dient und in der Dialogoberfläche nicht erscheint.
13. Ist das N-Regelformular geöffnet, ändert sich das Menü BEARBEITEN in der Menüleiste. Die Punkte FENSTER AKTUALISIEREN und ALLE FENSTER AKTUALISIEREN arbeiten wir gewohnt. Der Punkt REGELELEMENTE AKTUALISIEREN bewirkt, daß neue Regelelemente zu dieser Diagnose in dem N-Regelformular angezeigt werden. Durch den Punkt NEUE REGELELEMENTE wird der Editor zur Eingabe neuer Regelelemente (siehe 3.3.6) mit dieser Diagnose geöffnet. Das Anzeigen der Vorbedingung der aktuell selektierten Regel in einem eigenem Fenster kann auch über den Menüpunkt ANZEIGEN erfolgen.

Die beiden Buttons in dem unteren Teil des Fenster haben folgende Funktionalität:

ABBRECHEN: Das N-Regelformular wird geschlossen ohne daß die eingegebenen Änderungen berücksichtigt werden.

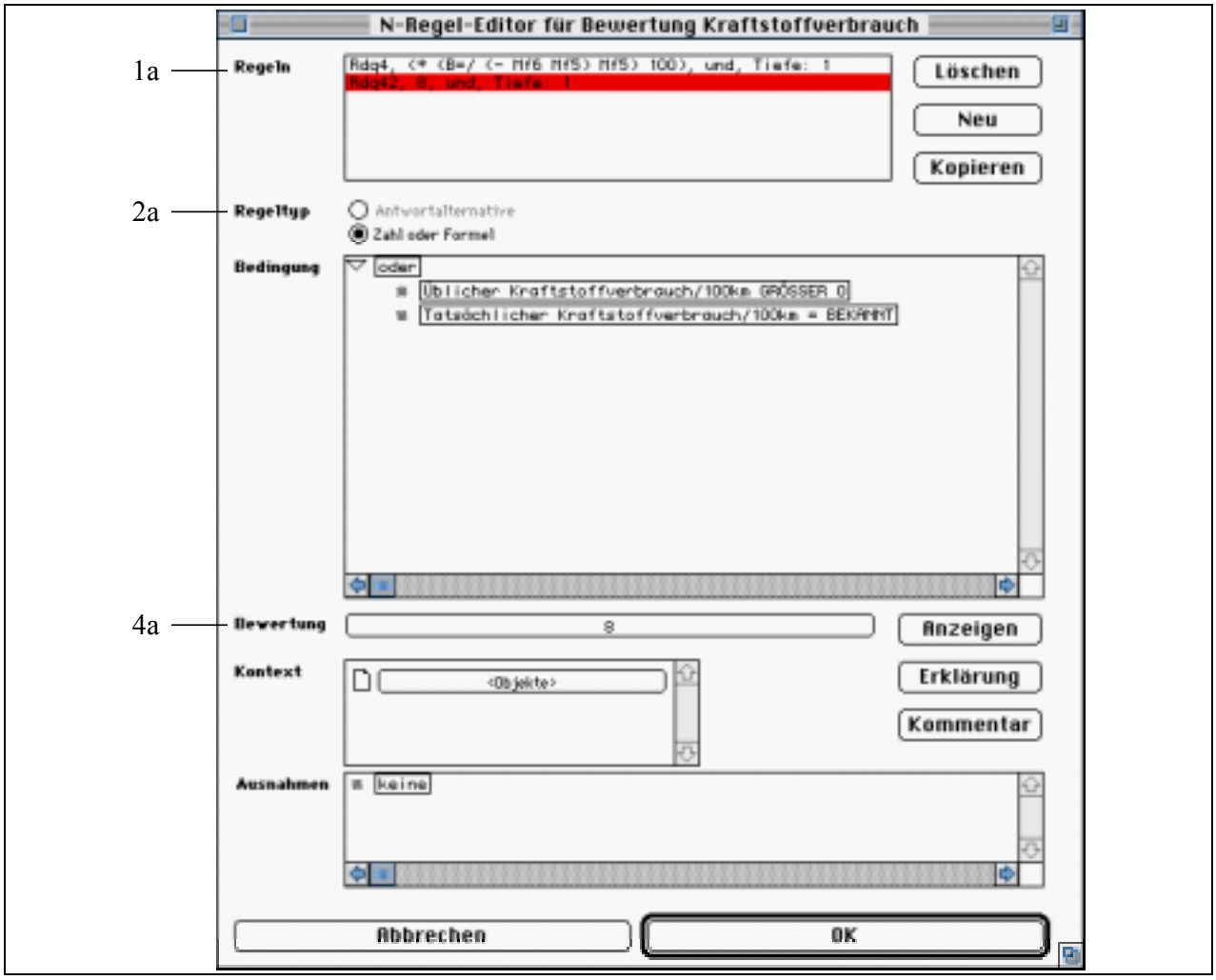
OK: Alle bisher getätigten Änderungen werden in die Wissensbasis übernommen. Das N-Regelformular bleibt geöffnet.

Aufruf des N-Regelformulars zur Herleitung einer Symptomabstraktion



1. Selektion einer Symptomabstraktion in der Symptomhierarchie.
2. In dem Menüleistepunkt DIAGNOSTIK den SYMPTOMABSTRAKTION N-REGELFORMULAR wählen.

Besonderheiten des N-Regelformulars zur Herleitung einer Symptomabstraktion



1a. Die Darstellung der Regeln in dem scrollbaren Bereich unterscheidet sich in dem Namen der Regeln. Hier wird der interne Regelname, die Bewertung, (Zahl oder Formel), die Wurzelverknüpfung und die Tiefe angegeben.

2a. Die Regel kann von dem Typ „Antwortalternative“ oder „Zahl oder Formel“ sein, was allerdings durch den Typ der Symptomabstraktion vorgegeben ist. Der Regeltyp wird also nur angezeigt und kann nicht verändert werden.

4a. Die Bewertung erfolgt hier, wie beim Regelformular (siehe 3.3.7), bei Regeln des Typs „Antwortalternative“ durch ein Pop-Up-Menü mit den verschiedenen Antwortalternativen der Symptomabstraktion,aus denen eine ausgewählt wird, die der Symptomabstraktion beim Anwenden dieser Regel zugewiesen wird. Bei Symptomabstraktionen des Typs „Zahl oder Formel“ erscheint ein Button, der den Formeleditor öffnet (siehe Beschreibung in 3.3.7). Die Symptome und Diagnosen der Vorbedingung sind als Elemente für die Formel vorbelegt.

3.3.9 Regel-Übersichtstabelle

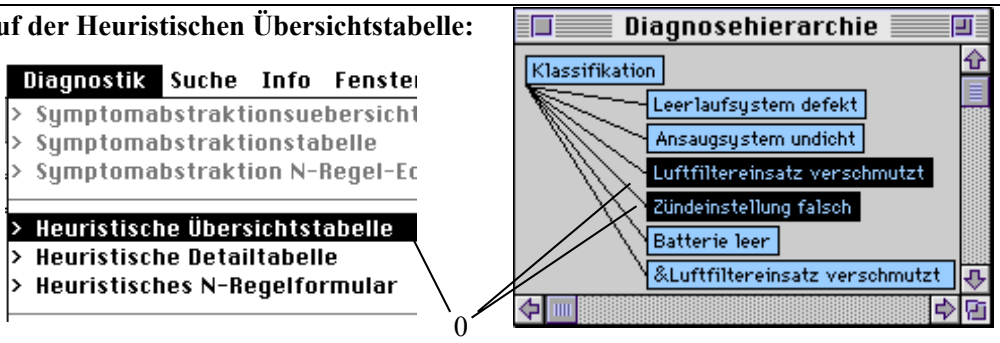
Die Regelübersichtstabellen dienen einerseits zur schnellen Eingabe vieler einfacher Regeln zur Herleitung eines oder mehrerer ähnlicher Objekte, andererseits auch zum Überblick über die vorhandenen Regeln. Dabei werden komplexe Regeln in vereinfachter Form angezeigt.

Im einzelnen gibt es folgende Übersichtstabellen, die alle ähnlich aufgebaut sind:

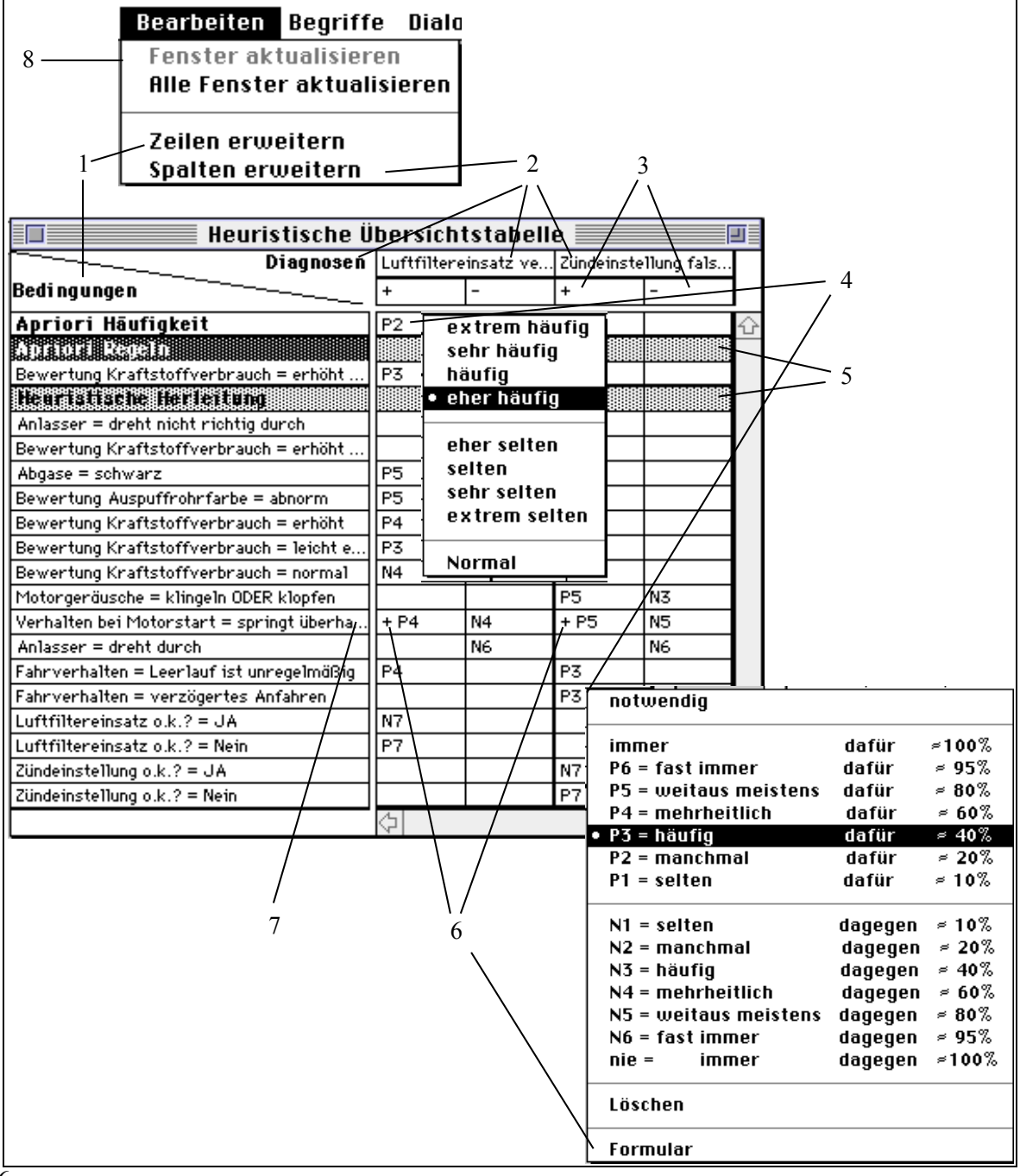
- *Heuristische Übersichtstabelle:* Eingabe von Regeln zur heuristischen Herleitung von Diagnosen, ihrer Apriori-Wahrscheinlichkeit und von Regeln zur Modifikation der Apriori-Wahrscheinlichkeit.
- *Überdeckende Übersichtstabelle:* Eingabe von Regeln zur überdeckenden Herleitung von Diagnosen, ihrer Apriori-Wahrscheinlichkeit und von Regeln zur Modifikation der Apriori-Wahrscheinlichkeit.
- *Symptomabstraktionsübersichtstabelle:* Regeln zur Herleitung von Symptomabstraktionen (Symptominterpretationen).
- *Dialogsteuerung-Übersichtstabelle:* Eingaben von Wissen zur globalen Dialogsteuerung, wann welche Frageklasse aktiviert wird. Frageklassen können immer zu Dialogbeginn, nach Bestätigung einer Diagnose, durch Regeln mit beliebigen Vorbedingungen oder nach Verdächtigung von Diagnosen gemäß einer Kosten-Nutzen-Analyse indiziert werden. Für jede Wissensart gibt es einen Abschnitt in der Tabelle.
- *Dialogsteuerung-Folgefragetabellen:* Eingabe der Regeln zur Aktivierung von Folgefragen.
- *Diagnosespezifische Gewichtsmodifikationen:* Eingabe von Wissen zum Ähnlichkeitsmaß für die fallbasierte Diagnostik, wie bei bestimmten Diagnosen das Gewicht von Symptomen modifiziert werden soll.

Bei der folgenden Beschreibung wird zunächst eine Tabelle (die heuristische Übersichtstabelle) vollständig kommentiert, bei den übrigen Tabellen werden nur noch die abweichenden Eigenschaften (gekennzeichnet mit Ziffer+Buchstabe, z.B. 4a) ausgeführt.

I. Aufruf der Heuristischen Übersichtstabelle:



II. Bearbeitung der Heuristischen Übersichtstabelle:



0. Aufruf der Heuristischen Übersichtstabelle durch Markieren einer oder mehrerer Diagnosen in der Diagnosehierarchie und Auswahl des Menüpunktes HEURISTISCHE ÜBERSICHTSTABELLE im Menü DIAGNOSTIK.
1. In den Zeilen der Tabelle stehen Regelelemente, d.h. Bedingungen zu genau einem Objekt (Merkmal oder Diagnose). Neue Regelelemente werden mit dem Menüpunkt ZEILEN ERWEITERN im Menü BEARBEITEN hinzugefügt (dabei spielen die Tabellenabschnitte aus Punkt 5 eine Rolle). Unabhängig davon kann man REGELELEMENTE auch über das Menü BEGRIFFE bei markierter Diagnose eingeben. Ihre Funktionalität ist in Kap. 3.3.6 beschrieben.
2. In den Spalten der Tabelle erscheinen die beim Aufruf markierten Diagnosen. Weitere Diagnosen kann man zu einer bestehenden Tabelle mit dem Menüpunkt SPALTEN ERWEITERN im Menü BEARBEITEN hinzufügen.
3. Jede Spalte der Tabelle besteht aus zwei Unterspalten, die mit "+" und "-" markiert sind. Ihre Einträge bedeuten, wie bei Zutreffen (+) bzw. bei Nichtzutreffen (-) der Bedingung der zugehörigen Zeile die Diagnose bewertet wird.
4. Die Einträge in den Kästchen der Tabelle geben die Bewertung der Beziehung zwischen Spalten- und Zeileneintrag an und werden per Pop-Up-Menü ausgewählt. Die Bewertungsoptionen können in verschiedenen Tabellenabschnitten verschieden sein (s. Punkt 5). Ihre Bedeutung ist in Kap. 3.2.3.1 erläutert. Die beiden gerade mit den Pop-Up-Menüs eingegebenen Einträge bedeuten:
   - *die Apriori Häufigkeit bei "Luftfiltereinsatz verschmutzt" ist "eher häufig", d.h. "p2".*
   - *Wenn beim "Fahrverhalten = verzögertes Anfahren" zutrifft, dann spricht das "häufig", d.h. "p3", für die Diagnose "Zündeinstellung falsch".*
5. Eine Übersichtstabelle kann aus mehreren Abschnitten bestehen, deren Überschriften als graue Felder markiert sind (hier "Apriori-Regeln" und "Heuristische Herleitung"). Da der Menüpunkt ZEILEN ERWEITERN nicht eindeutig ist, muß man zusätzlich den Abschnitt markieren (anklicken), zu dem die Regelelemente hinzugefügt werden sollen (Punkt 1). Wenn kein Abschnitt markiert ist, wird standardmäßig die "heuristische Herleitung" gewählt. Außerdem sind die Pop-Up-Menüs in beiden Abschnitten unterschiedlich.
6. Die mit Übersichtstabellen darstellbaren Regeln haben nur eine einzelne Bedingung. Komplexere Regelbedingungen werden durch Aufruf des Menüpunktes "Formular" im Pop-Up-Menü mit dem Regelformular eingegeben (s. Kap. 3.3.7). Sie werden in der Übersichtstabelle durch ein "+" vor der Bewertung angezeigt, wobei in der Zeile nur die erste Bedingung steht. Mehrere Regeln mit derselben (ersten) Bedingung werden durch ein "*"-Zeichen symbolisiert.
7. Die Einträge in den Zeilen und Spalten werden abgeschnitten, wenn sie zu lang sind (durch die "..." angedeutet). Den vollen Text sieht man, indem man bei gedrückter "alt"-Taste auf den Eintrag klickt.

8. Die Zusatzkennzeichen für komplexe Regeln in Punkt 6 werden nicht automatisch in der Übersichtstabelle angezeigt, sondern erst nach einem expliziten Aufruf. Da derzeit der Menüpunkt FENSTER AKTUALISIEREN zu der Übersichtstabelle noch nicht implementiert ist (vgl. Kap. 3.1), muß man zum Aktualisieren das Fenster schließen und wieder öffnen.

Besonderheiten der Überdeckenden Übersichtstabelle

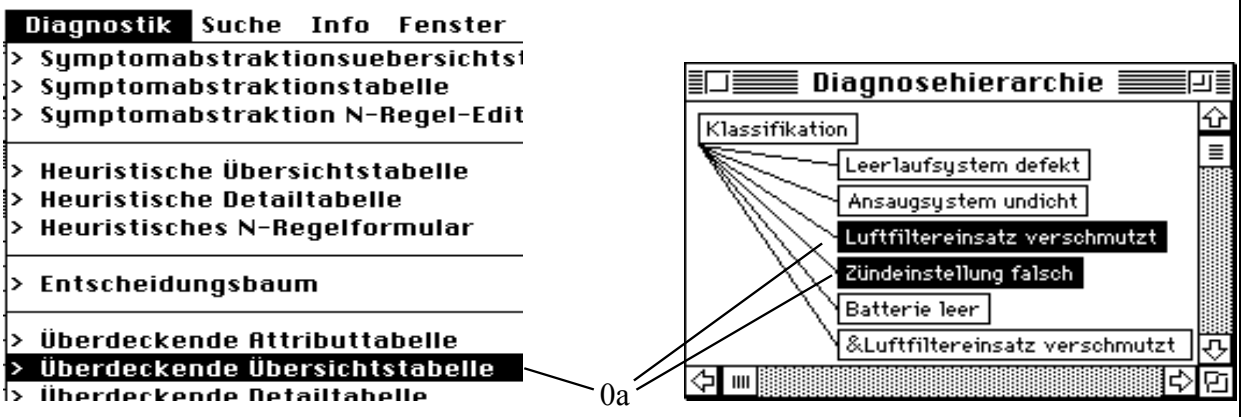
0a. Aufruf der Überdeckenden Übersichtstabelle durch Markieren einer oder mehrerer Diagnosen in der Diagnosehierarchie und Auswahl des Menüpunktes ÜBERDECKENDE ÜBERSICHTSTABELLE im Menü DIAGNOSTIK.

1a. Die Regelelemente sind für heuristische und überdeckende Herleitung identisch, damit sie nicht doppelt eingegeben werden müssen. Jedoch sollen ähnliche Ausprägungen zu einem Merkmal (z.B. "Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht oder leicht erhöht") in einem Regelelement zusammengefaßt werden, wenn diese Ausprägungen von einer Diagnose überdeckt werden können. So werden die beiden Regelelemente "Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht" und "Bewertung Kraftstoffverbrauch = leicht erhöht" in der oberen Tabellenhälfte nicht benutzt, stattdessen wird weiter unten ein neues Regelelement "Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht oder leicht erhöht" (das nur teilweise sichtbar ist) benutzt.

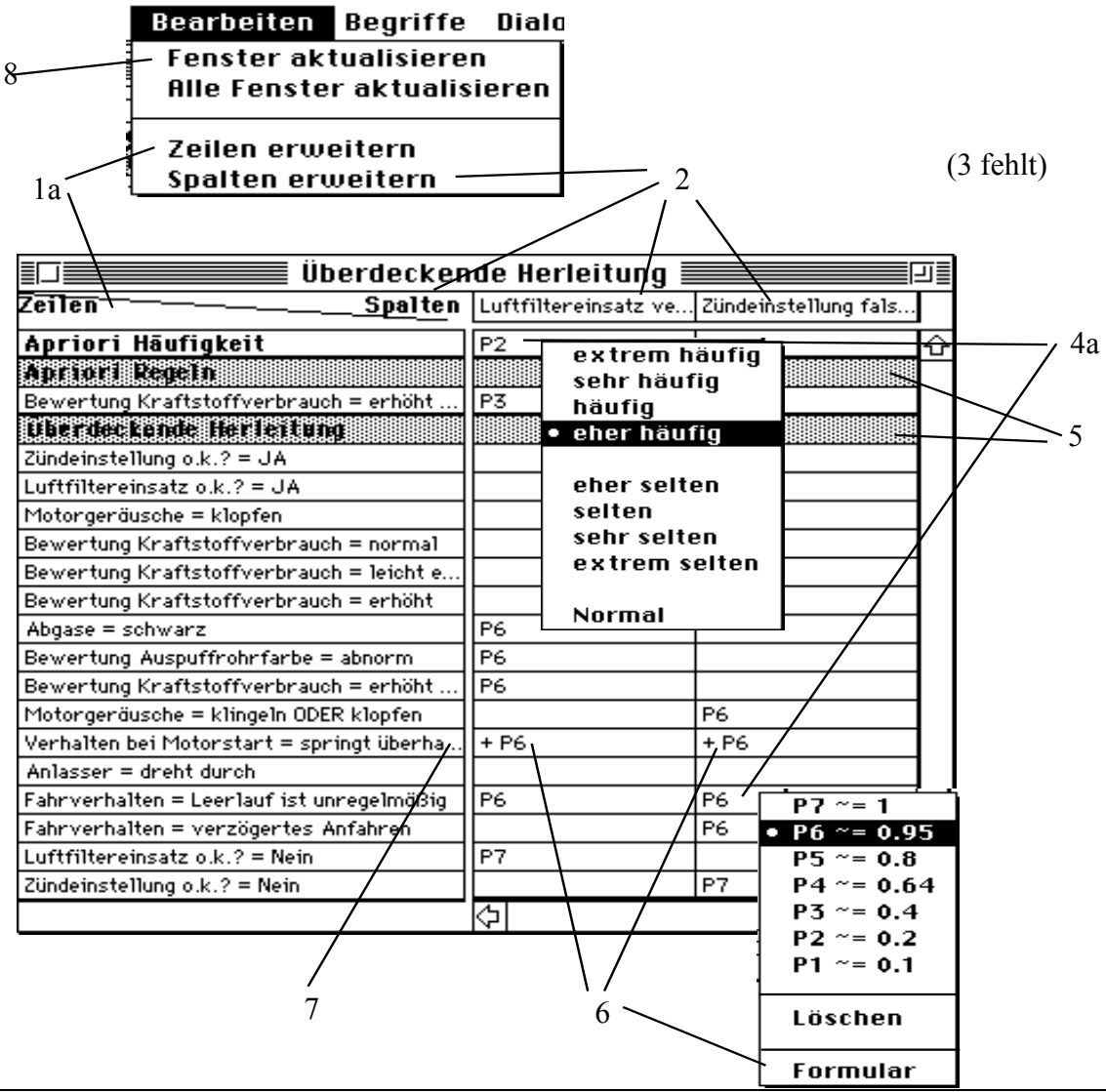
4a. Die Einträge in den Kästchen der Tabelle geben die Bewertung der Beziehung zwischen Spalten- und Zeileneintrag an und werden per Pop-Up-Menü ausgewählt. Während die Bewertungsoptionen für die Apriori-Regeln identisch mit denen der heuristischen Übersichtstabelle sind (s. Punkt 4), ist die Bedeutung der Einträge im Abschnitt "überdeckende Herleitung" anders (s. Kap. 3.2.3.3). Der untere mit dem Pop-Up-Menü eingegebene Eintrag bedeutet:

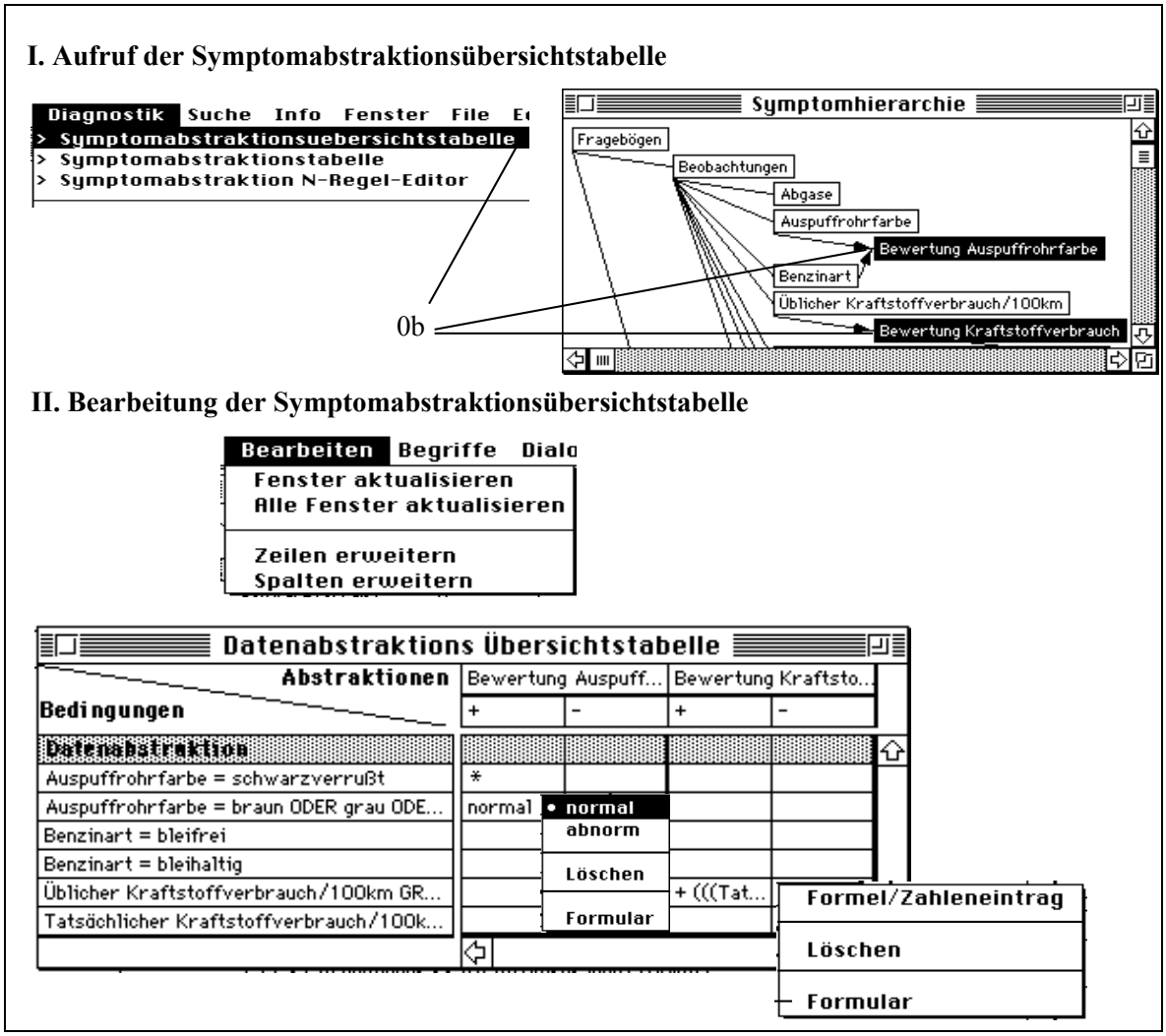
• *Wenn die Diagnose "Zündeinstellung falsch" zutrifft, dann beobachtet man fast immer (p6 = 95%) bei"Fahrverhalten = Leerlauf ist unregelmäßig".*

I. Aufruf der Überdeckenden Übersichtstabelle



II. Bearbeitung der Überdeckenden Übersichtstabelle



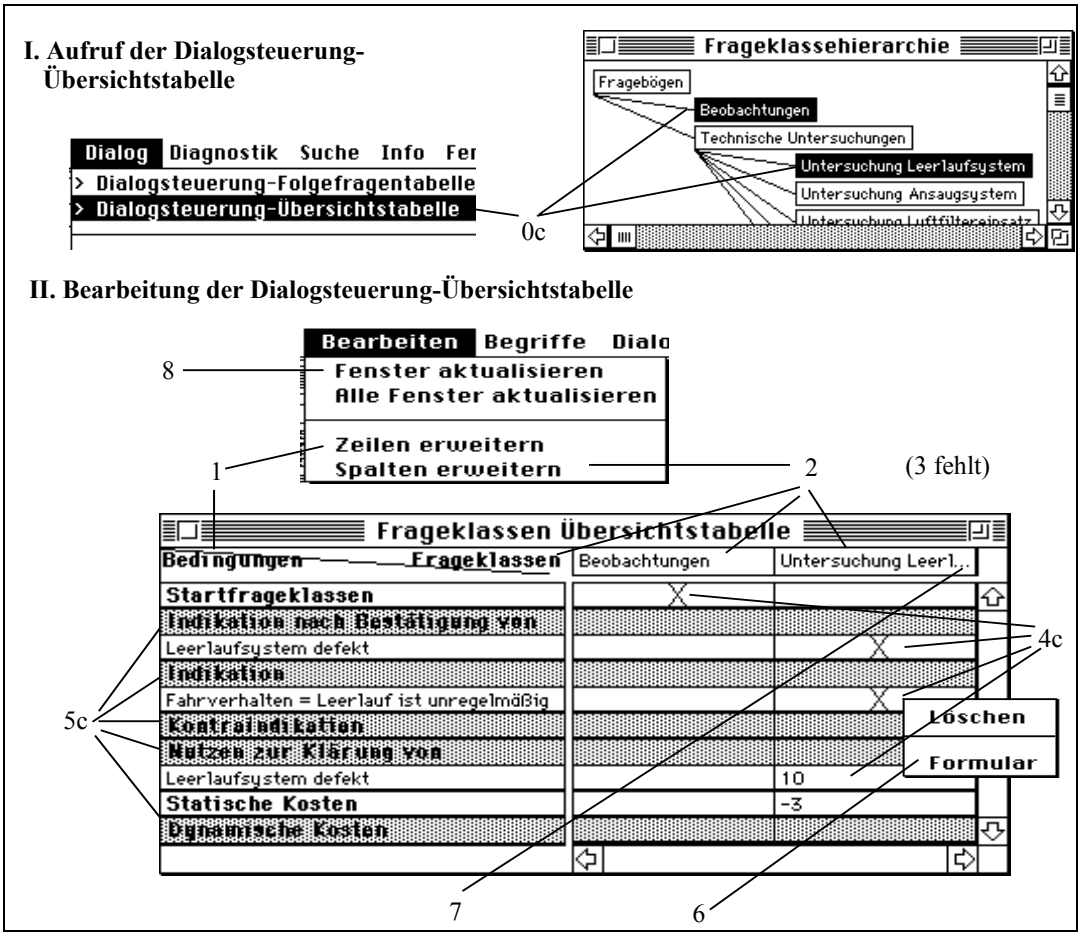


Besonderheiten der Symptomabstraktionsübersichtstabelle

0b. Aufruf der Übersichtstabelle für Symptomabstraktionen (Symptominterpretationen) durch Markieren einer oder mehrerer Symptominterpretationen in der Symptomhierarchie und Auswahl des Menüpunktes SYMPTOMABSTRAKTIONS-ÜBERSICHTSTABELLE im Menü DIAGNOSTIK.

4b. Die Einträge in den Kästchen der Tabelle geben die Bewertung der Beziehung zwischen Spalten- und Zeileneintrag an und werden per Pop-Up-Menü ausgewählt. Je nach dem Typ der Symptominterpretation wird entweder ein Wert ausgewählt oder eine Zahl bzw. Formel eingegeben. Die beiden gerade mit dem Pop-Up-Menü eingegebenen Regeln bedeuten:

- *Wenn die "Auspuffrohrfarbe = braun oder grau oder hellgrau" ist, dann ist die "Bewertung Auspuffrohrfarbe = normal".*
- *"Wenn "üblicher Kraftstoffverbrauch/100km > 0" und "tatsächlicher Kraftstoffverbrauch/100km = bekannt" sind, dann berechne die "Bewertung Kraftstoffverbrauch" mit einer Formel (Formeleditor s. Kap. 3.3.7).*



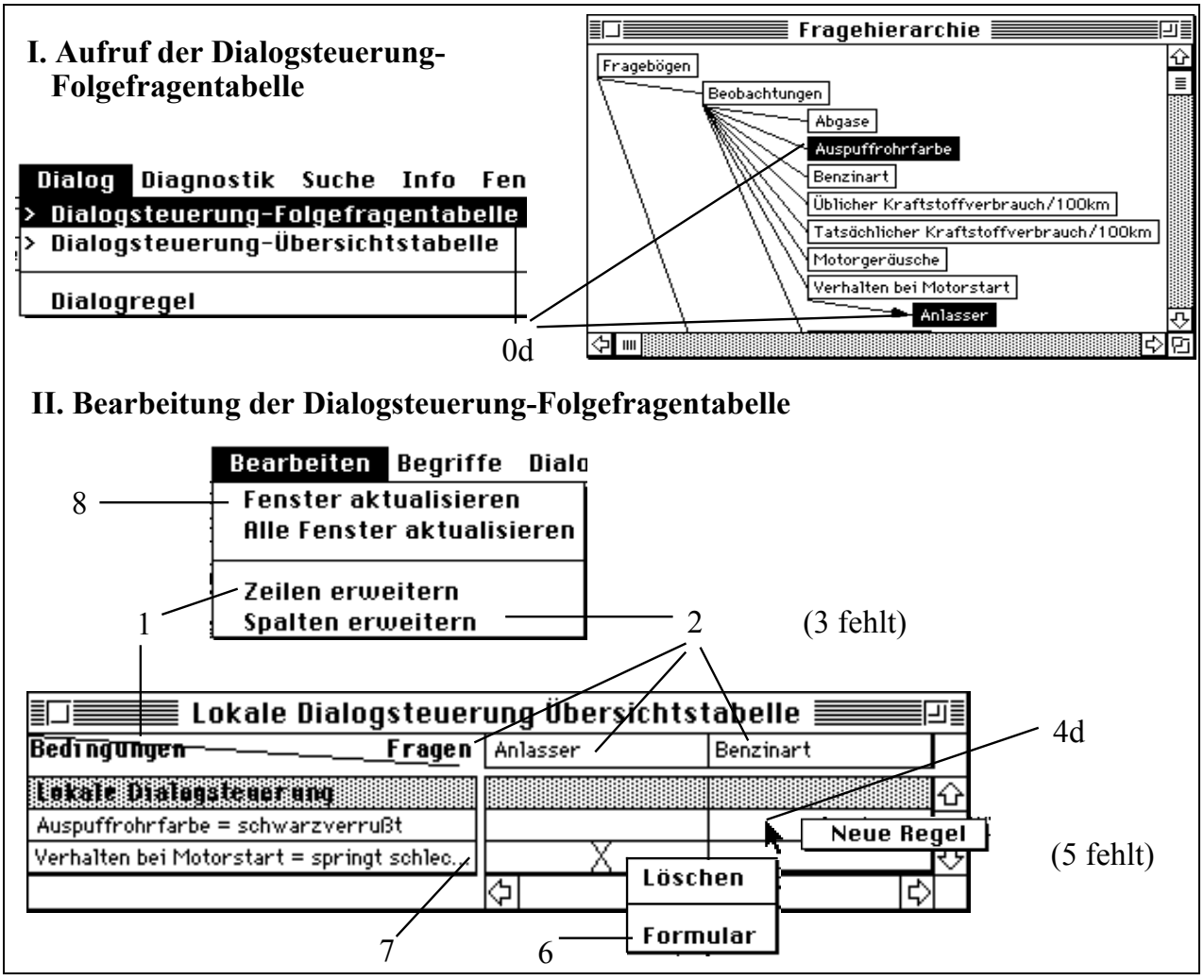
Besonderheiten der Dialogsteuerung-Übersichtstabelle:

0c. Aufruf der Dialogsteuerung-Übersichtstabelle durch Markieren einer oder mehrerer Frageklassen in der Frageklassenhierarchie und Auswahl des Menüpunktes DIALOGSTEUERUNG-ÜBERSICHTSTABELLE im Menü DIALOG.

4c. Je nach Abschnitt stehen in den Kästchen Kreuze oder Zahlen. Die Einträge, auf die sich die Linien zeigen, bedeuten:

- *Die Frageklasse "Beobachtungen" wird immer als "Startfrageklasse" gestellt.*
- *Wenn "Fahrverhalten = Leerlauf ist unregelmäßig," dann "Untersuchung Leerlaufsystem".*
- *Wenn Diagnose "Leerlaufsystem defekt" bestätigt, dann "Untersuchung Leerlaufsystem".*
- *Der Nutzen der Frageklasse "Untersuchung Leerlaufsystem" zur Klärung der Diagnose "Leerlaufsystem defekt" beträgt 10 Punkte.*

5c. Die Dialogsteuerung-Übersichtstabelle hat fünf Abschnitte. Daher ist es besonders wichtig, vor "Zeilen erweitern" (Punkt 1) den gewünschten Abschnitt zu markieren. In den Abschnitten "Indikation nach Bestätigung von" und "Nutzen zur Klärung von" stehen keine Regelelemente, sondern Diagnosen, die direkt aus der Diagnosehierachie ausgewählt werden (vgl. Kap. 3.2.2.4).



Besonderheiten der Dialogsteuerung-Folgenfragetabelle:

0d. Aufruf der Dialogsteuerung-Folgefragentabelle durch Markieren einer oder mehrerer Fragen in der Fragehierarchie und Auswahl des Menüpunktes DIALOGSTEUERUNG-FOLGEFRAGENTABELLE im Menü DIALOG.

4d. In den Kästchen kann man nur Kreuze, d.h. neue Regeln, eintragen und löschen. Der mit der Linie angedeutete Eintrag bedeutet:

- *Wenn "Auspuffrohrfarbe = schwarzverußt", dann frage nach "Benzinart".*

Besonderheiten der Tabelle für Gewichtsmodifikationen:

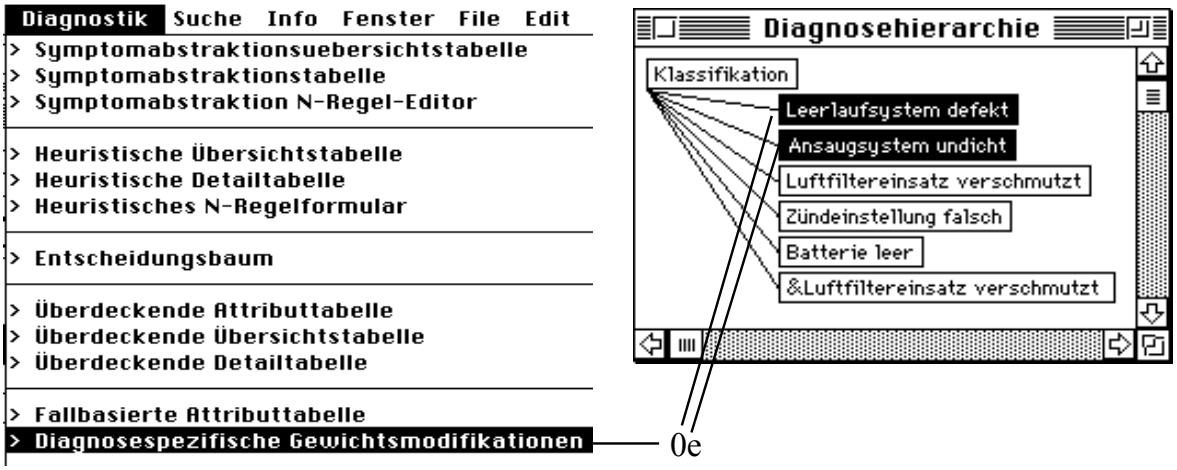
0e Aufruf der Tabelle für Gewichtsmodifikationen durch Markieren einer oder mehrerer Diagnosen in der Diagnosehierarchie und Auswahl des Menüpunktes DIAGNOSESPEZIFISCHE GEWICHTSMODIFIKATIONEN im Menü DIAGNOSTIK.

1e. Die Zeilen bestehen nicht aus Regelelementen, sondern aus Symptomen (Fragen oder Symptominterpretationen). Deswegen wird bei Aufruf des Menüpunktes ZEILEN ERWEITERN direkt eine Hierarchie aufgerufen, aus der die zu übertragenden Symptome ausgewählt werden. Falls diagnoseunabhängige Gewichte der Symptome vorhanden sind, werden sie zur Information vor den Symptomen angezeigt.

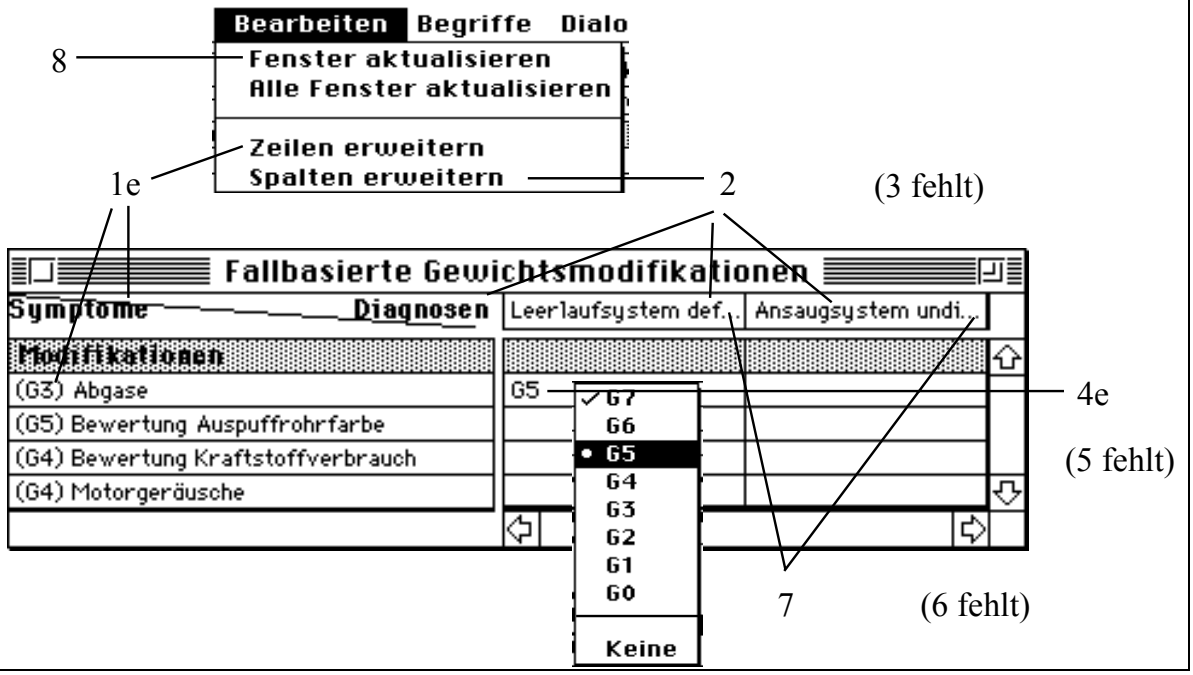
4e. In den Kästchen werden für die Symptome diagnosespezifische Gewichte eingetragen, die bei der fallbasierten Klassifikation genutzt werden. Der mit der Linie angedeutete Eintrag bedeutet:

• *Wenn in einem Vergleichsfall die Diagnose "Leerlaufsystem defekt" zutrifft, dann soll das Gewicht des Symptoms "Abgase" von "G3" (mäßig wichtig) um 2 Stufen auf "G5" (wichtig) heraufgesetzt werden.*

I. Aufruf der diagnosespezifischen Gewichtsmodifikationen



II. Bearbeitung der diagnosespezifischen Gewichtsmodifikationen



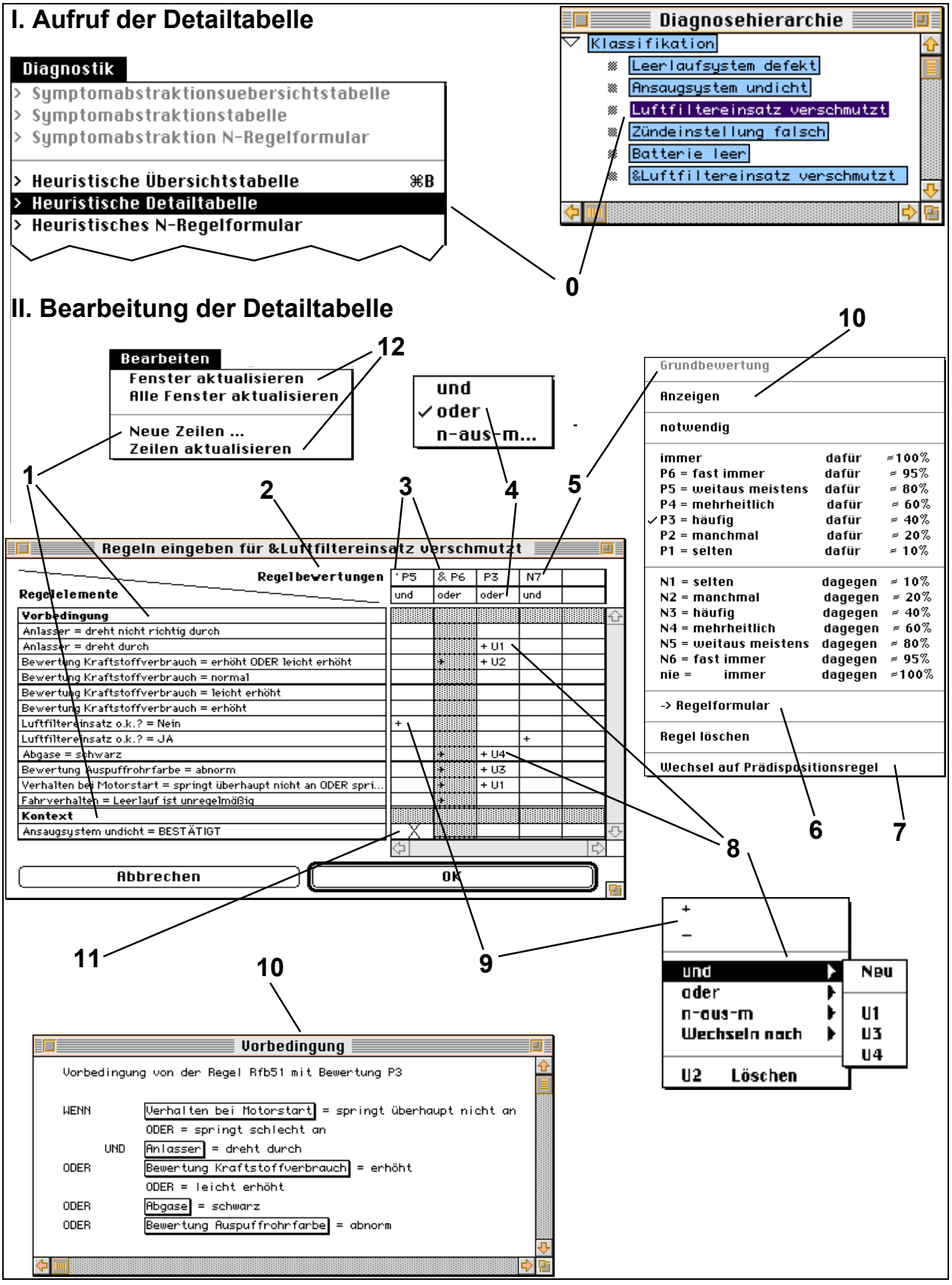
3.3.10 Regel-Detailtabelle

Die Regeldetailtabellen dienen zum umfassenden Bearbeiten von einfachen und komplexen Regeln bis zur Stufe Zwei. Regeln mit einem Komplexitätsgrad größer als zwei können angezeigt aber nur eingeschränkt (die Regelbewertung) bearbeitet werden (für deren Bearbeitung siehe Kapitel 3.3.7 und 3.3.8).

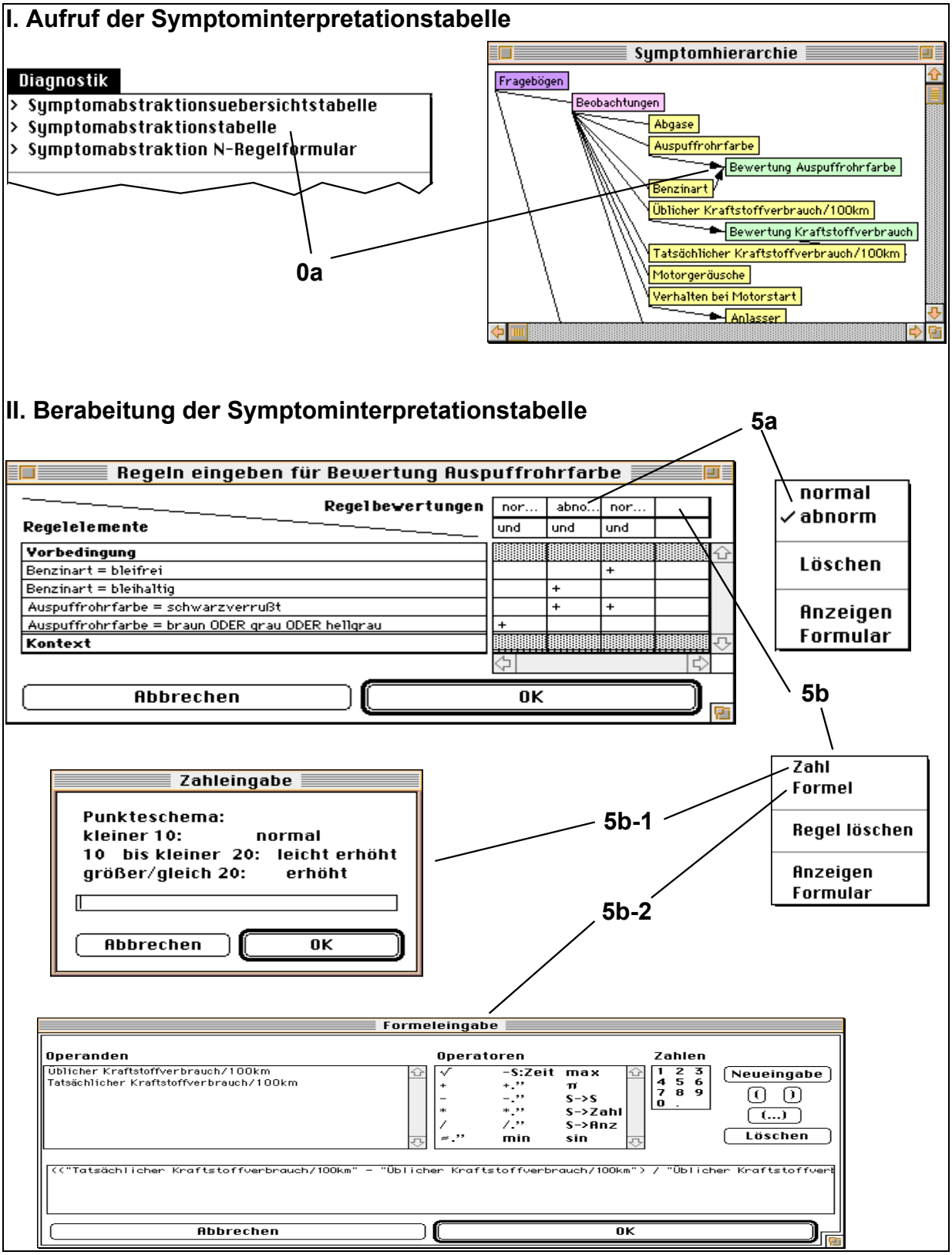
Im einzelnen gibt es folgende Detailtabellen, die alle ähnlich aufgebaut sind:

- *Heuristische Detailtabellen:* Eingabe von Regeln zur heuristischen Herleitung von Diagnosen und von Regeln zur Modifikation der Apriori-Wahrscheinlichkeit.
- *Überdeckende Detailtabellen:* Eingabe von Regeln zur überdeckenden Herleitung von Diagnosen.
- *Symptomabstraktionstabellen:* Regeln zur Herleitung von Symptomabstraktionen (Symptominterpretationen).

Bei der folgenden Beschreibung wird zunächst eine Tabelle (die heuristische Detailtabelle) vollständig kommentiert, bei den übrigen Tabellen werden nur noch die abweichenden Eigenschaften (gekennzeichnet mit Ziffer+Buchstabe, z.B. 4a) ausgeführt.


I. Aufruf der Detailtabelle
Diagnostik
Symptomabstraktionsuebersichtstabelle
Symptomabstraktionstabelle
Symptomabstraktion N-Regelformular
Heuristische Übersichtstabelle ⌘B
Heuristische Detailtabelle
Heuristisches N-Regelformular
Diagnosehierarchie
Klassifikation
Leerlaufsystem defekt
Ansaugsystem undicht
Luftfiltereinsatz verschmutzt
Zündeinstellung falsch
Batterie leer
&Luftfiltereinsatz verschmutzt
0
II. Bearbeitung der Detailtabelle
Bearbeiten
Fenster aktualisieren
Alle Fenster aktualisieren
Neue Zeilen ...
Zeilen aktualisieren
12
und
oder
n-aus-m...
Grundbewertung
Anzeigen
notwendig
immer dafür =100%
P6 = fast immer dafür = 95%
P5 = weitaus meistens dafür = 80%
P4 = mehrheitlich dafür = 60%
P3 = häufig dafür = 40%
P2 = manchmal dafür = 20%
P1 = selten dafür = 10%
N1 = selten dagegen = 10%
N2 = manchmal dagegen = 20%
N3 = häufig dagegen = 40%
N4 = mehrheitlich dagegen = 60%
N5 = weitaus meistens dagegen = 80%
N6 = fast immer dagegen = 95%
nie = immer dagegen =100%
-> Regelformular
Regel löschen
Wechsel auf Prädispositionsregel
10
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Regeln eingeben für &Luftfiltereinsatz verschmutzt
Regelbewertungen
Regelelemente
P5 & P6 P3 N7
und oder oder und
Vorbedingung
Anlasser = dreht nicht richtig durch
Anlasser = dreht durch
Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht ODER leicht erhöht
Bewertung Kraftstoffverbrauch = normal
Bewertung Kraftstoffverbrauch = leicht erhöht
Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht
Luftfiltereinsatz o.k.? = Nein
Luftfiltereinsatz o.k.? = JA
Abgase = schwarz
Bewertung Auspuffrohrfarbe = abnorm
Verhalten bei Motorstart = springt überhaupt nicht an ODER spri...
Fahrverhalten = Leerlauf ist unregelmäßig
Kontext
Ansaugsystem undicht = BESTÄTIGT
+ U1
+ U2
+ U4
+ U3
+ U1
Abbrechen
OK
+
−
und
oder
n-aus-m
Wechseln nach
U2 Löschen
Neu
U1
U3
U4
Vorbedingung
Vorbedingung von der Regel Rfb51 mit Bewertung P3
WENN Verhalten bei Motorstart = springt überhaupt nicht an
ODER = springt schlecht an
UND Anlasser = dreht durch
ODER Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht
ODER = leicht erhöht
ODER Abgase = schwarz
ODER Bewertung Auspuffrohrfarbe = abnorm

0. Aufruf der Heuristischen Detailtabelle durch Markieren einer Diagnose in der Diagnosehierarchie und Auswahl des Menüpunktes HEURISTISCHE DETAILTABELLE im Menü DIAGNOSTIK.
1. In den Zeilen der Tabelle stehen Regelelemente, d.h. Bedingungen zu genau einem Objekt nach zwei Kategorien getrennt: Vorbedingung und Kontexte. Neue Regelelemente werden mit dem Menüpunkt NEUE ZEILEN... im Menü BEARBEITEN hinzugefügt (die neuen Zeilen werden in den zuvor selektierten Abschnitt eingefügt). Unabhängig davon kann man REGELELEMENTE auch über das Menü BEGRIFFE bei markierter Diagnose eingeben. Die Funktionalität der Regelelemente ist in Kap. 3.3.6 beschrieben.
2. In den Spalten der Tabelle erscheinen die Regeln, die die Diagnose herleiten. Sie werden durch ihre Regelbewertung bezeichnet. Die Regeln sind nach Apriori- und Herleitungsregeln geordnet und ausserdem in absteigender Folge nach ihrer Bewertungsstärke.
3. Zwei zusätzliche Kennzeichnungen erleichtern das Arbeiten. Mit einem *Hochkomma* (‘) werden alle Apriori-Regeln gekennzeichnet, mit einem *Ampersand* (&) alle Regeln, die eine Ausnahme haben.
4. Jede Spalte hat noch eine Unterspalte, die die Hauptverknüpfung der Regel anzeigt.
5. Klickt man auf die Regelbewertung, kann man sie verändern.
6. Es besteht jederzeit die Möglichkeit in das Regelformular zu wechseln (Kap. 3.3.7), um weitere Bearbeitungen vorzunehmen (z.B. Ausnahmen eingeben).
7. Mit diesem Eintrag kann man zwischen den Regeltypen *Apriori* und *Regelbewertung* hin- und herschalten.
8. Um komplexere Bedingungen zu formulieren, können die Einzelbedingungen untereinander verknüpft werden. Dabei hat man die Möglichkeit mit *Neu* eine neue Verknüpfung anzulegen oder eine schon vorher angelegte Verknüpfung (U2,U3 oder U4) auszuwählen. Mit *Wechsel nach* ist auch eine Verschieben einzelner Bedingungen in andere Verknüpfungen möglich.
9. Für einfache Regeln genügt es ein ‘+’ in das Feld einzutragen. Ein ‘–’ Eintrag bedeutet, daß die in der Zeile angegebene Bedingung negiert wird.
10. Über den Eintrag ANZEIGEN wird die komplette Vorbedingung in einer leichter lesbaren Form verbalisiert. Umrahmte Felder können angeklickt werden, um weitere Informationen zu erhalten (s. Kap. 2.4 - 2.7)
11. Im Abschnitt *Kontext* werden Kontextdiagnosen aufgeführt, die für das Feuern einer Regel erfüllt sein müssen. Die Aktivierung einer Kontextdiagnose erfolgt durch das Ankreuzen des betreffenden Tabellenfeldes.
12. Durch Arbeiten in anderen Editoren kann der Inhalt der Tabelle beeinflusst werden. FENSTER AKTUALISIEREN führt einen kompletten Test des gesamten Inhalts durch, ZEILEN AKTUALISIEREN betrifft nur die Zeileneinträge (z.B. um sie mit der Regelelementetabelle, Kap. 3.3.6, abzugleichen).


I. Aufruf der Symptominterpretationstabelle
Diagnostik
> Symptomabstraktionsuebersichtstabelle
> Symptomabstraktionstabelle
> Symptomabstraktion N-Regelformular
0a
Symptomhierarchie
Fragebögen
Beobachtungen
Abgase
Auspuffrohrfarbe
Bewertung Auspuffrohrfarbe
Benzinart
Üblicher Kraftstoffverbrauch/100km
Bewertung Kraftstoffverbrauch
Tatsächlicher Kraftstoffverbrauch/100km
Motorgeräusche
Verhalten bei Motorstart
Anlasser
II. Berabeitung der Symptominterpretationstabelle
5a
Regeln eingeben für Bewertung Auspuffrohrfarbe
Regelbewertungen
Regelelemente
nor... abno... nor...
und und und
Vorbedingung
Benzinart = bleifrei
Benzinart = bleihaltig
Auspuffrohrfarbe = schwarzverrußt
Auspuffrohrfarbe = braun ODER grau ODER hellgrau
Kontext
Abbrechen
OK
normal
abnorm
Löschen
Anzeigen Formular
5b
Zahl
Formel
Regel löschen
Anzeigen Formular
5b-1
5b-2
Zahleingabe
Punkteschema:
kleiner 10: normal
10 bis kleiner 20: leicht erhöht
größer/gleich 20: erhöht
Abbrechen
OK
Formeleingabe
Operanden
Üblicher Kraftstoffverbrauch/100km
Tatsächlicher Kraftstoffverbrauch/100km
Operatoren
Zahlen
Neueingabe
Löschen
Abbrechen
OK

0. Aufruf der Symptomabstraktionstabelle durch Markieren einer Symptomabstraktion in der Symptomhierarchie und Auswahl des Menüpunktes SYMPTOMABSTRAKTIONSTABELLE im Menü DIAGNOSTIK.

1.–4. siehe oben

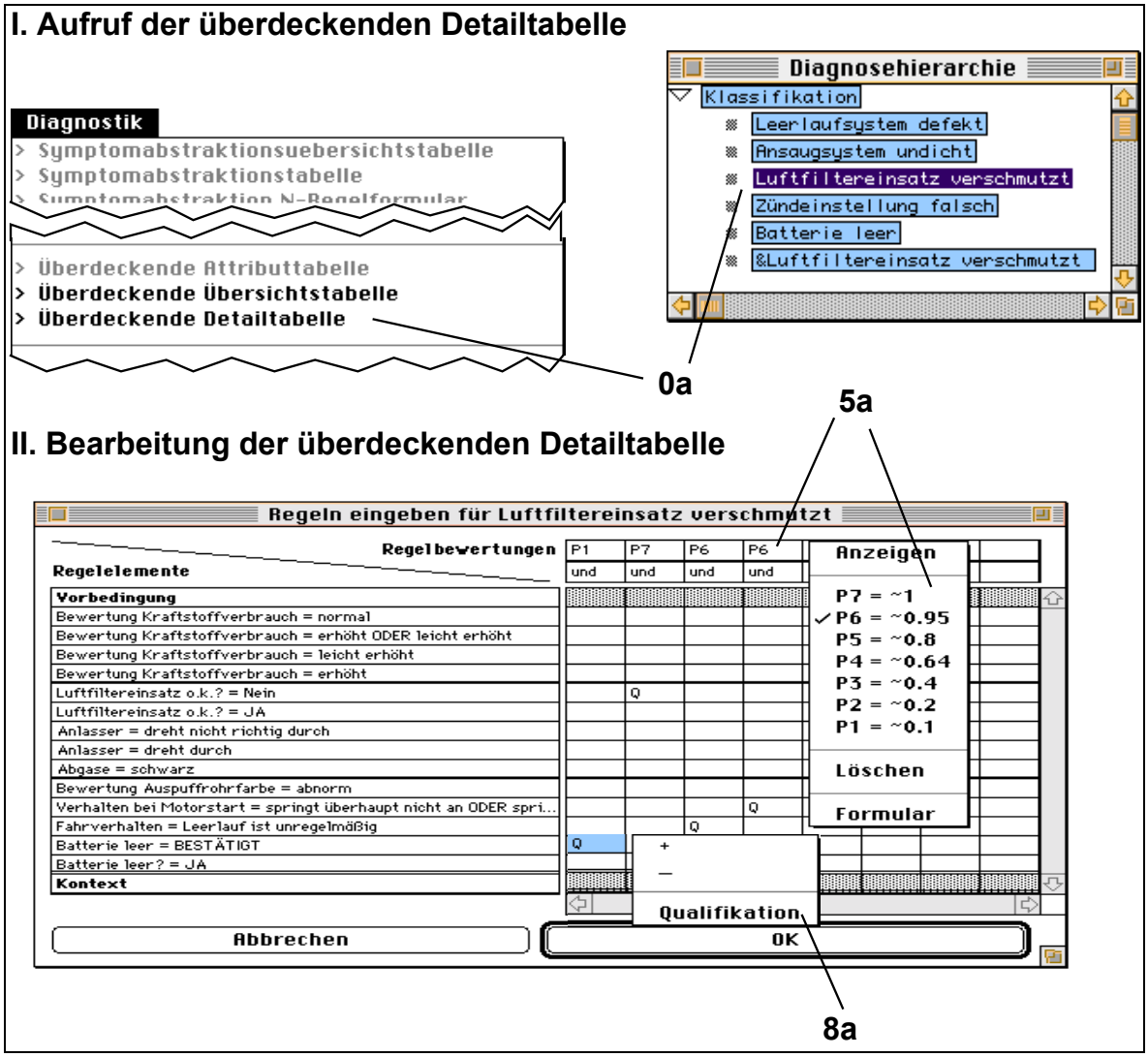
5a. In der Regelaktion werden in einem Pop-Up Menü die Antwortalternativen der Symptomabstraktionen angeboten. Durch Anwählen eines Eintrages wird die zu setzende Alternative ausgewählt.

5b. Wurde bei einer Symptomabstraktion ein Punkteschema angegeben (s. Kapitel 3.2.2), so werde in in dem Pop-Up Menü zwei Einträge fest angeboten.

5b-1 Bei ZAHL erscheint das Zahleingabefenster mit der Angabe des vorhandenen Punkteschemas. Hier kann eine Zahl eingegeben werden.

5b-2 Bei FORMEL wird der Formeleditor geöffnet, in dem mit den in der Vorbedingung angegebenen Objekten eine Formel gebildet werden kann (s. Kapitel 3.3.7).

6.-12. siehe oben



0. Aufruf der überdeckenden Detailtabelle durch Markieren einer Diagnose in der Diagnosehierarchie und Auswahl des Menüpunktes ÜBERDECKENDE DETAILTABELLE im Menü DIAGNOSTIK.

1.–4. siehe oben

5a. Das Regelbewertung-Pop-Up-Menü zeigt die spezifischen Regelbewertungen für das überdeckende Wissen an.

6.–7. siehe oben

8a Eine Besonderheit der überdeckenden Regeln ist die Qualifikation (siehe Kap. 3.2.8). Bei Änderung der Qualifikation bleibt zu beachten, daß die neue Qualifikation denselben Objekttyp aufweisen soll. Soll der Objekttyp aber geändert werden (z.B. von einer Diagnose auf ein Symptom), so muß die gesamte Regel gelöscht und neu eingegeben werden.

9.-12. siehe oben

3.3.11 Graphen

Graphen dienen zur Definition und Darstellung von Abhängigkeiten zwischen Objekten. Objekte werden in Graphen als Kästchen[10] dargestellt. Die Relationen zwischen den Objekten werden durch Verbindungslinien bzw. Pfeile angezeigt.

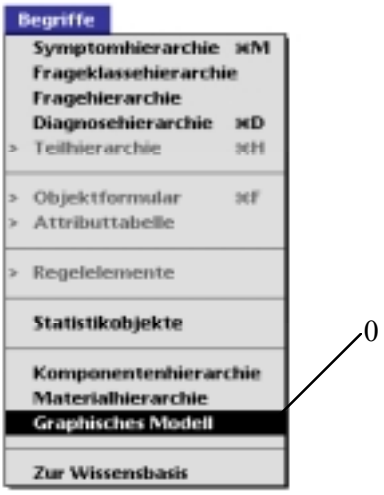
Graphen bieten dem Anwender verschiedene Manipulationsmodi. Am linken Rand befindet sich eine Icon-Leiste, wobei jeder Modus durch ein Sinnbild (Icon) repräsentiert wird. Der jeweils aktuelle Modus wir durch eine farbige Hervorhebung (Invertierung) des entsprechenden Icons angezeigt. Um in den gewünschten Modus zu wechseln, muß das entsprechende Icon mit der Maus angeklickt werden.

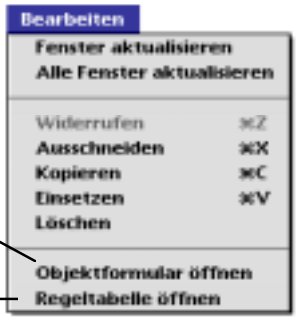
Um die Übersicht über die Darstellung zu erhöhen, bietet der Graph die Möglichkeit ein Hintergrundbild anzuzeigen.

Graphen werden im D3-Wissenserwerb nur zur Spezifikation von funktionalen Modellen verwendet, d.h. zur Definition der Beziehungen zwischen Komponenten und Materialien.

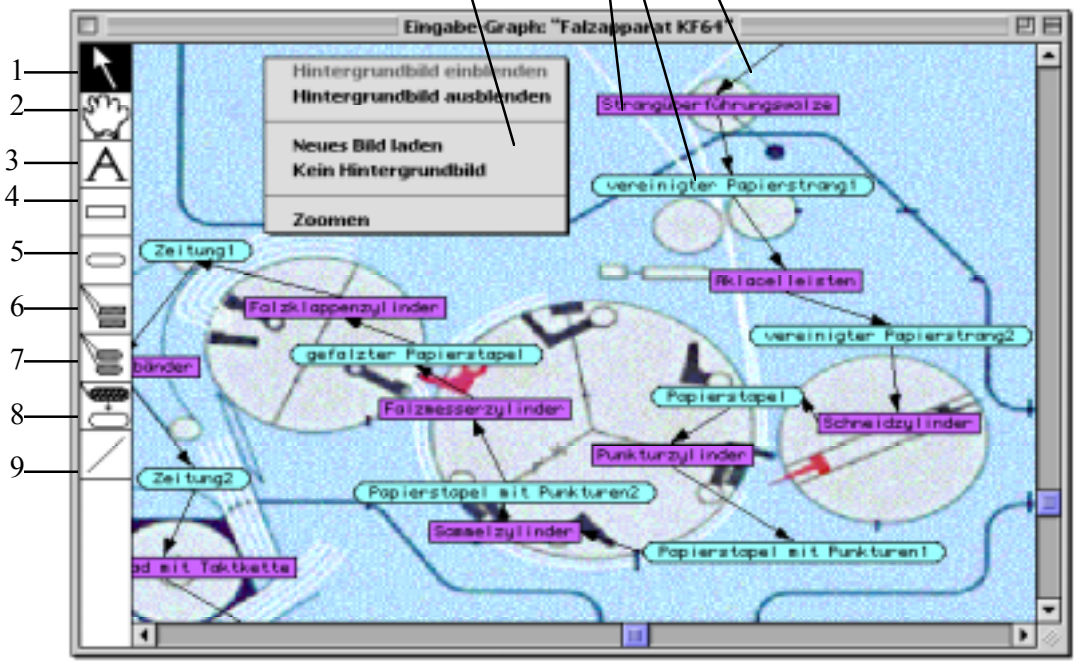
[10] im folgenden als Knoten bezeichnet

I. Öffnen des funktionalen Wissenserwerbsgraphen:





II. Bearbeitung des funktionalen Wissenserwerbsgraphen:



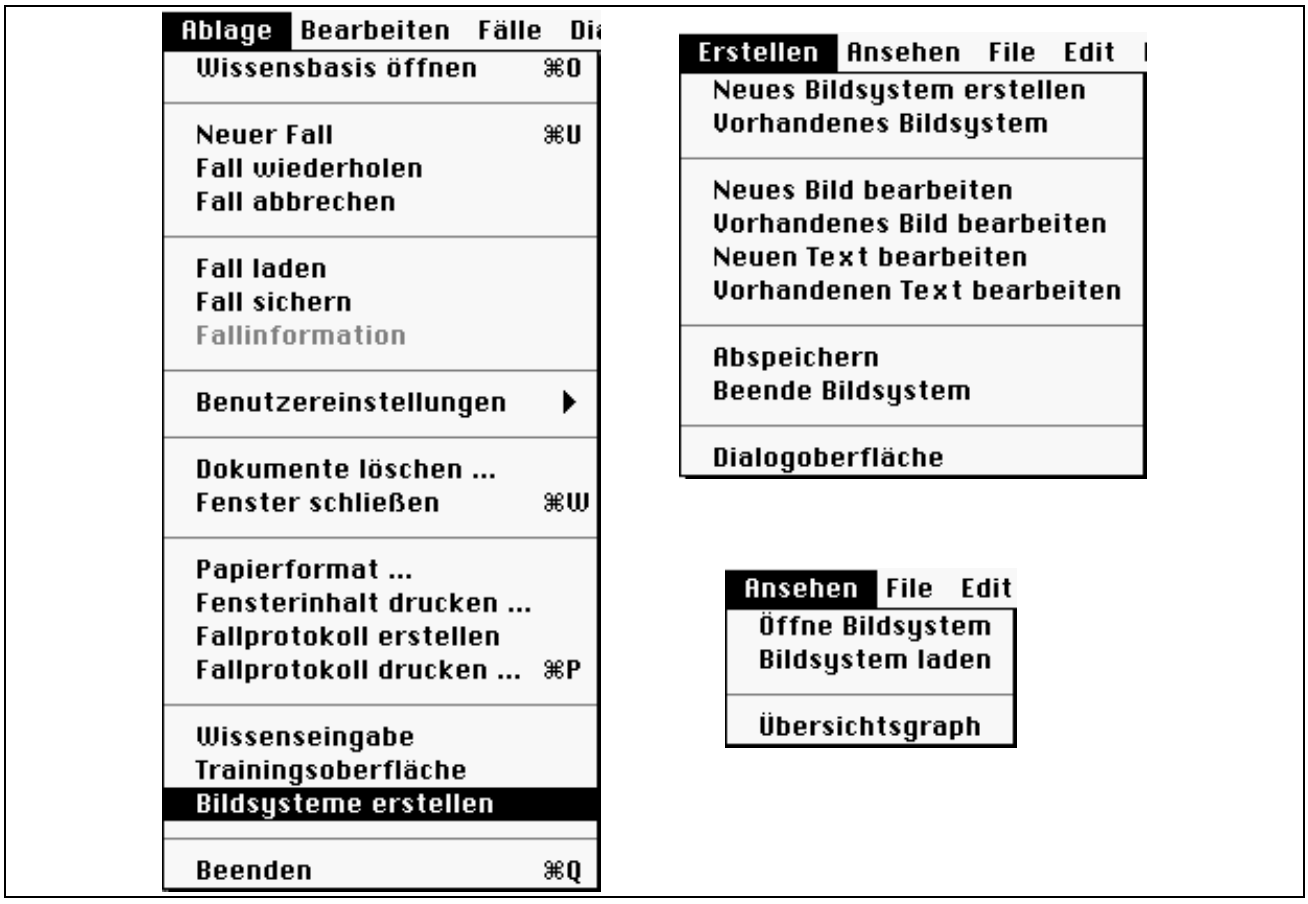
0. Öffnen des funktionalen Wissenserwerbsgraphen durch Auswahl des Menüpunktes GRAPHISCHES MODELL im Menü BEGRIFFE.
1. Im **Zeigefinger-Modus** können Knoten und Linien durch Anklicken selektiert werden. Durch Aufziehen eines rechteckigen Bereichs bei gedrückter Maustaste kann ein Bereich selektiert werden. Bei Klick auf eine freie Stelle des Graphen wird alles deselektiert.
2. Im **Verschiebe-Modus** kann ein einzelner Knoten oder ein selektierter Bereich verschoben werden, in dem er angeklickt und bei gedrückter Maustaste verschoben wird.
3. Im **Editier-Modus** kann durch Anklicken eines Knotens der Knotenname geändert werden.
4. Der **Komponente-Generieren-Modus** ermöglicht das Erzeugen neuer Komponenten im Graphen. Dazu muß zunächst eine leere Stelle im Graphen angeklickt werden, worauf ein Eingabefenster für den Komponentennamen geöffnet wird. Anschließend wird die Komponente an die entsprechende Stelle im Graphen eingefügt.
5. Im **Material-Generieren-Modus** können neue Materialien analog zum Komponente-Generieren-Modus im Graphen erzeugt werden.
6. Mit Hilfe des **Komponente-Kopieren-Modus** können Komponenten via Objekttransfer (siehe Kap. 3.3.5) in den Graph kopiert werden.
7. Im **Material-Kopieren-Modus** können Materialien via Objekttransfer (siehe Kap. 3.3.5) in den Graph kopiert werden.
8. Der **Material-Ableiten-Modus** dient zur Erzeugung von Materialien, welche von einem Materialtyp abgeleitet werden sollen. Nach einem Klick auf eine freie Stelle im Graphen öffnet sich eine Material- bzw. Materialtyphierachie für den Objekttransfer (siehe Kap. 3.3.5). Nach der Auswahl des gewünschten Materialtyps wird ein entsprechender Materialknoten an der zuvor gewählte Stelle eingefügt.
9. Im **Linien-Modus** können Verbindungslinien zwischen den einzelnen Knoten eingezeichnet werden. Um eine Linie von Knoten A zu Knoten B einzutragen, muß zunächst Knoten A angeklickt werden und anschließend mit gedrückter Maustaste eine Linie zu Knoten B gezogen werden, bis dieser selektiert ist.
10. Durch Klick auf eine leere Stelle im Graphen bei gedrückter ALT-Taste im Zeigefinger-Modus öffnet sich das Menü zur Manipulation des Hintergrundbildes. Es bietet folgende Optionen:
    - Einblenden des Hintergrundbildes
    - Ausblenden des Hintergrundbildes
    - Laden einer neuen Bilddatei
    - Entfernen des Hintergrundbildes
    - Größenänderung des Graphen

11. Durch Doppelklick auf einen Knoten oder über den Menüpunkt OBJEKTFORMULAR ÖFFNEN im Menü BEARBEITEN kann zu einem selektierten Knoten das zugehörige Objektformular (siehe Kap. 3.3.3) geöffnet werden.
12. Durch Doppelklick auf einen Verbindungspfeil oder über den Menüpunkt REGELTABELLE ÖFFNEN im Menü BEARBEITEN kann zu einem selektierten Pfeil eine Regelübersichtstabelle (siehe Kap. 3.3.9) geöffnet werden.

3.3.12 Bildsystemeditor

Durch den Bildsystemeditor werden sogenannte Bildsysteme erstellt, die z.B. bei der tutoriellen Nutzung für die Darstellungen eines Falls dienen. Ein Bildsystem besteht aus mehreren Bilder und Texten, die untereinander verknüpft sind und Anbindungen an Symptome haben können.

Über den Menüpunkt ABLAGE der Dialogoberfläche kann man den Punkt BILDSYSTEME ERSTELLEN auswählen, der dann eine neue Menüzeile mit den Punkten ERSTELLEN und ANSEHEN enthält. Unter ERSTELLEN sind alle Möglichkeiten zur Definition eines solchen Bildsystems gesammelt, während unter Ansehen die Möglichkeit gegeben wird ein fertiges Bildsystem anzusehen, wie es dem Benutzer gezeigt wird.

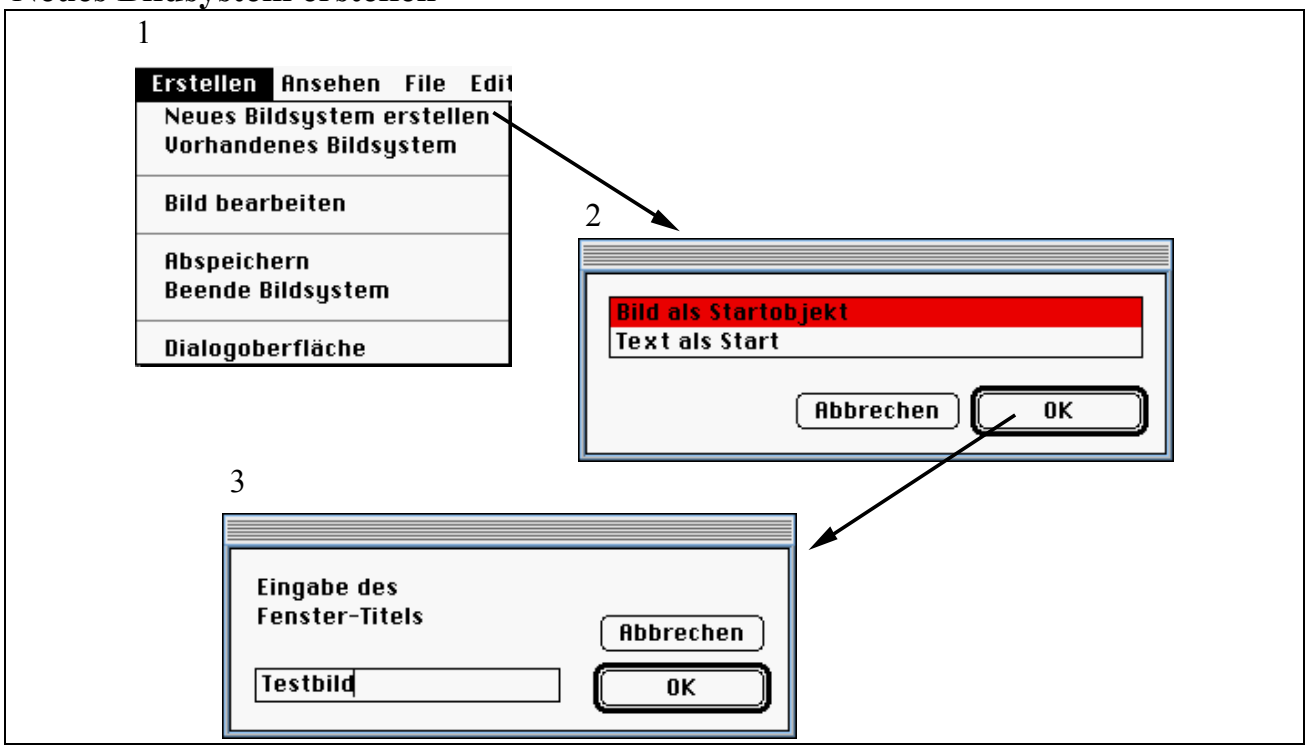


Erstellen:

Neues Bildsystem erstellen	Ein neues Bildsystem wird geöffnet wie anschließend beschrieben.
Vorhandenes Bildsystem	Ein existierendes Bildsystem kann aus der Datei geladen und nachbearbeitet werden.
Neues Bild bearbeiten	Ein neues Bildelement kann erstellt und bearbeitet werden.
Vorhandenes Bild anbinden	Aus den bereits erstellten Bildelementen kann ein Bild ausgewählt und bearbeitet werden.

Neuen Text bearbeiten	Ein neues Textelement kann erstellt und bearbeitet werden.
Vorhandenen Text bearbeiten	Aus den bereits erstellten Textelementen kann ein Text ausgewählt und bearbeitet werden.
Abspeichern	Das bisher erstellte Bildsystem kann auf Datei gesichert werden.
Beende Bildsystem	Alle Fenster des Bildsystems werden geschlossen.
Dialogoberfläche	Das Bildsystem wird beendet und in die Dialogoberfläche gewechselt.
Ansehen:	
Öffne Bildsystem	Das momentan aktuelle Bildsystem wird geöffnet. Ist kein Bildsystem geladen wird eine Dateiauswahl geöffnet.
Bildsystem laden	Ein Bildsystem kann von Datei geladen werden und wird anschließend geöffnet.
Übersichtsgraph	Öffnet ein Fenster, in dem ein Graph mit der momentanen Struktur des aktuellen Bildsystems zu sehen ist. Ein Klick auf ein Bildsystemelement öffnet ein Pop-Up-Menü, das die angebundenen Symptome auflistet.

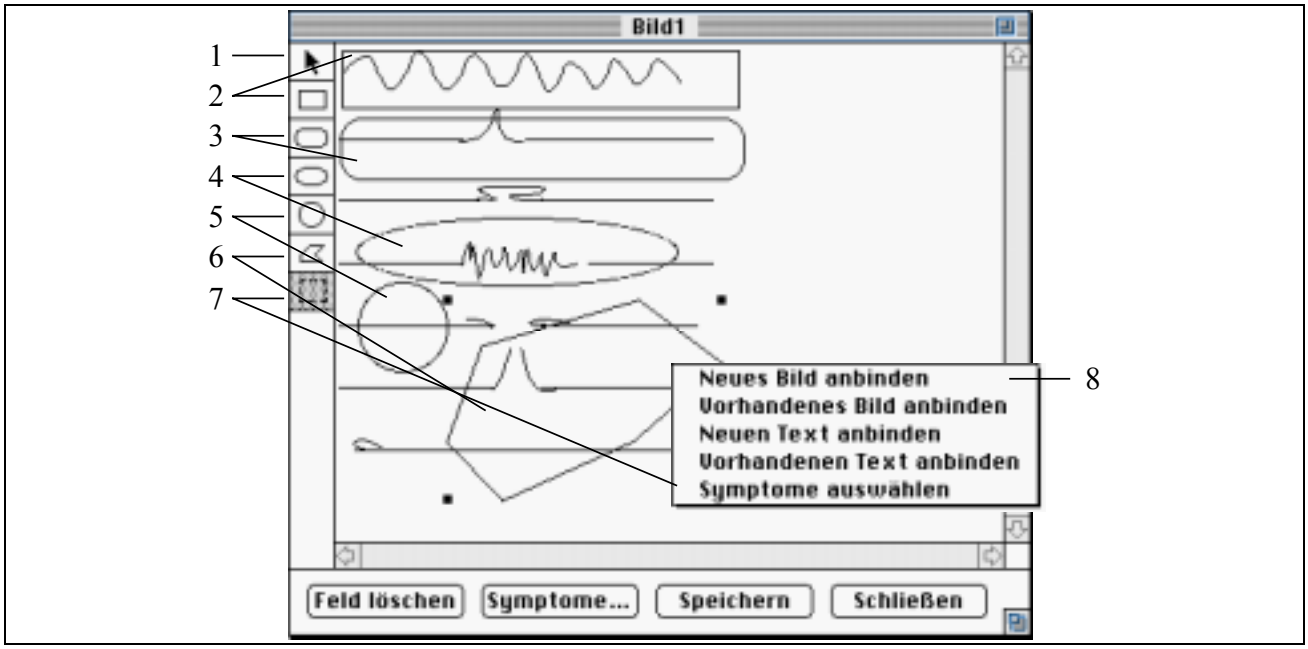
Neues Bildsystem erstellen



1. Durch NEUES BILDSYSTEM erstellen wird ein neues Bildsystem angelegt.
2. Ein Bildsystem kann entweder mit einem Text oder einem Bild (Bilddatei) beginnen.
3. Zuerst muß dem Fenster ein Name gegeben werden, ansonsten wird das Startfenster wie alle anderen Text/Bildfenster bearbeitet.

Bilder/Texte bearbeiten

Ein Bildfenster braucht zunächst eine Grafikdatei (Formate: PICT für Macintosh, BMP für Windows-Anwendungen) und einen Fensternamen, bevor es weiterverarbeitet werden kann. Ein Bildfenster kann verschiedene sensitive Stellen in unterschiedliche Formen haben, an denen ein neues oder vorhandenes Bild, ein neuer oder vorhandener Text oder Symptome der Wissensbasis angebunden werden können. Eine sensitive Stelle kann auch mehrere verschiedene oder typgleiche Anbindungen haben.



1. Der Zeigepfeil dient zur Selektion bereits definierter sensitiver Stellen durch einfachen Klick.
2. Durch Klick auf dieses Rechtecksymbol und anschließendes Ziehen der Maus mit gedrückter Maustaste auf dem Bild kann ein rechteckiger Bereich definiert werden.
3. Analog zum Rechteck kann hier ein Rechteck mit abgerundeteten Ecken definiert werden.
4. Ellipse analog zu Rechteck.
5. Kreis analog zu Rechteck.
6. Ein Polygon wird durch mehrere Einfachklicks und einen abschließenden Doppelklick definiert.
7. Nach Auswahl dieses Werkzeugs durch Klick auf das Rechteck ist der Verknüpfungsmodus aktiviert. Bei einem Klick auf eine sensitive Stelle wird nun das Verknüpfungs-Pop-Up-Menü geöffnet.
8. Verknüpfungs-Pop-Up-Menü

Ein Bildfenster hat folgende Buttons:

FELD LÖSCHEN: Bei selektierten, sensitiven Feld wird dieses Feld und seine Anbindungen gelöscht.

SYMPTOME AUSWÄHLEN: Zu einem Bildfenster können auch Symptome oder Symptomalternativen angebunden werden, die keiner sensitiven Stelle alleine zugewiesen werden können und deshalb zum gesamten Bild gehören.
SPEICHERN: Das Bildfenster und alle Anbindungen werden gespeichert.
SCHLIEßEN: Das Bildfenster wird geschlossen ohne das die Änderungen abgespeichert werden.

Verknüpfungen

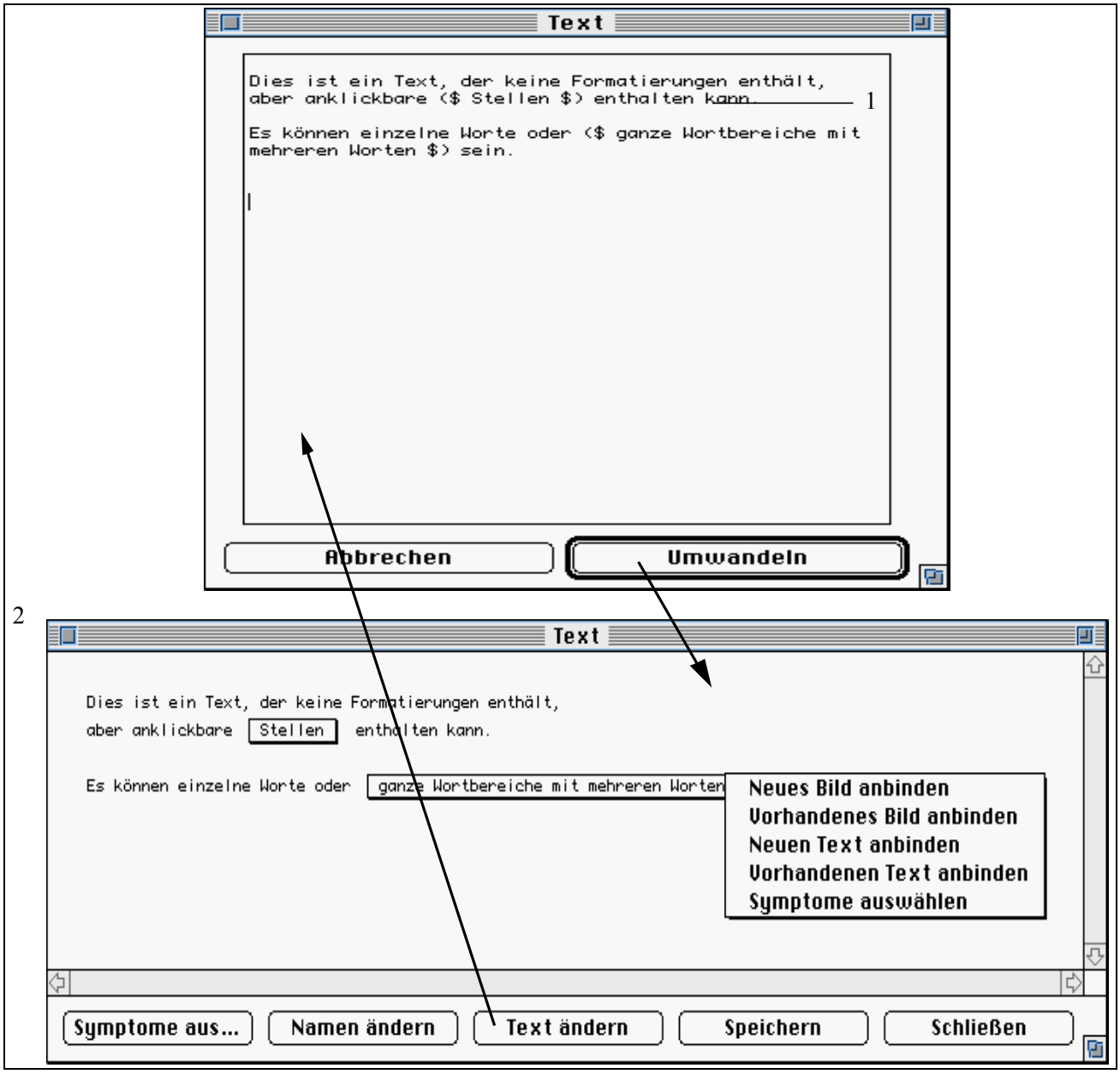
Durch Klick auf eine sensitive Stelle öffnet sich ein Pop-Up-Menü mit folgenden Möglichkeiten:
NEUES BILD ANBINDEN: Nach der Dateiauswahl wird der Verknüpfungsdialog geöffnet.
VORHANDENES BILD ANBINDEN: Nach der Auswahl eines Bildes aus den bereits existierenden Bildern wird der Verknüpfungsdialog mit den entsprechenden Vorbelegungen geöffnet.
NEUEN TEXT ANBINDEN: Der Verknüpfungsdialog wird geöffnet, anschließend die Textschablone für das neue Textfenster geöffnet.
VORHANDENEN TEXT ANBINDEN: Nach der Auswahl eines Textfensters aus den bereits existierenden Textfenstern wird der Verknüpfungsdialog mit den entsprechenden Vorbelegungen geöffnet.
SYMPTOME ANBINDEN: Es können zu dieser sensitiven Stelle Symptome oder Symptomalternativen angebunden werden.

Verknüpfungsfenster



1. Der Fenstername gibt an, wie das angebundene Bild heißen soll. Ist es ein bereits vorhandenes Fenster kann so der Name geändert werden.
2. Der aufrufende Text wird bei der Darstellung eines Bildsystems als Pop-Up-Menü-Punkt bei dem sensitiven Feld stehen. In diesem Beispiel wird also der Menüpunkt *Vergrößerung* das Fenster mit den Namen *Erscheinungsform* öffnen.

Text bearbeiten



1. Zuerst muß der Text des Textfensters geschrieben werden. Eventuell anklickbare Stellen des Textes werden durch ($ ... $) geklammert. Ist der Text fertig editiert, kann durch den Button UMWANDELN das eigentliche Textfenster geöffnet werden.
2. Das Textfenster bei der Bildsystemerstellung unterscheidet sich nur durch das Pop-Up-Menü, das bei Klick auf sensitive Textstellen erscheint. Sind die Menüpunkte im späteren Dialog die Anbindungen, so ist es hier das Menü, welches die Anbindungen definiert. Es ist analog zu dem Anbindungsmenü der Bilder (siehe oben).

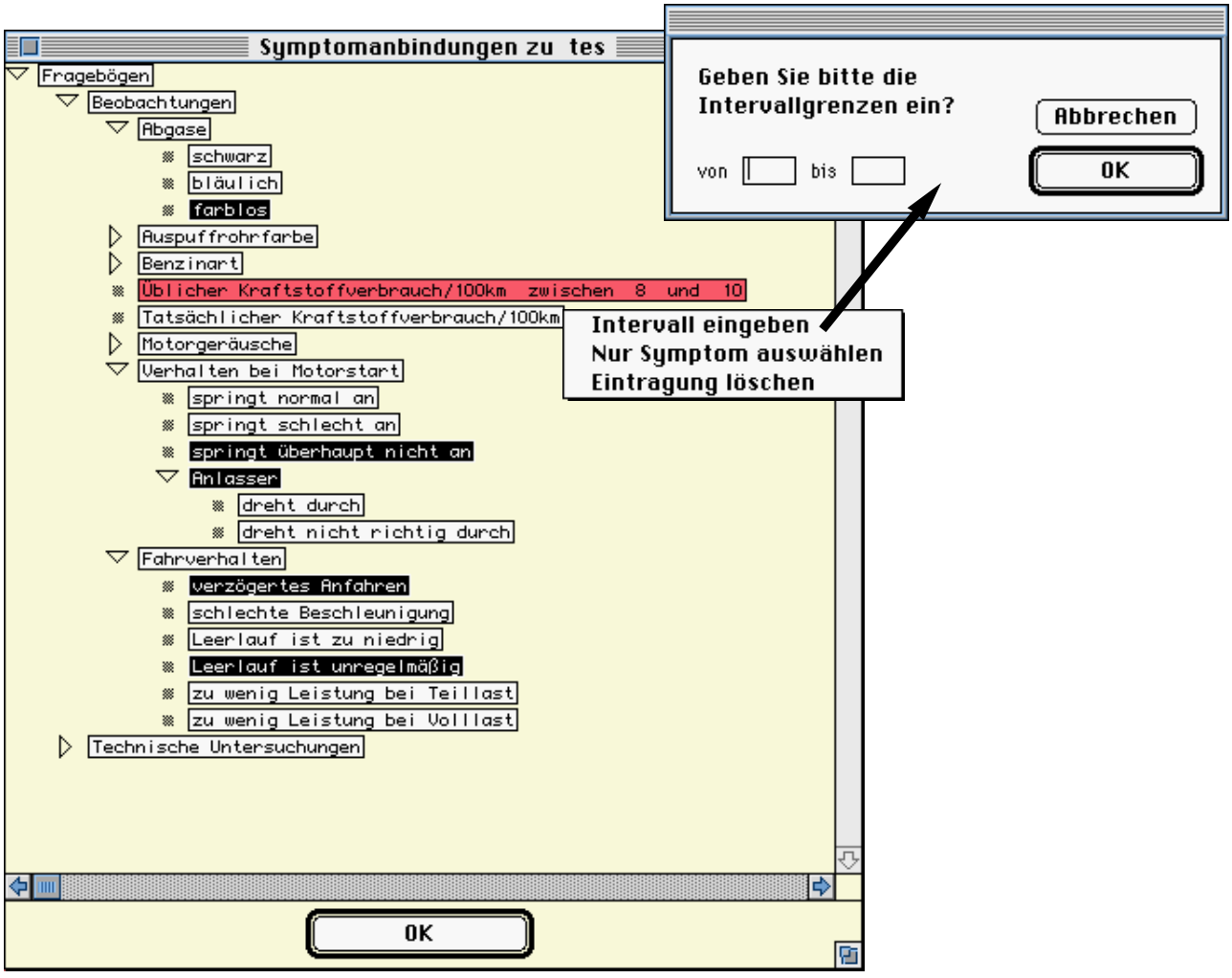
Ein Textfenster hat folgende Buttons:

SYMPTOME AUSWÄHLEN: Analog zu einem Bildfenster können auch hier Symptome zum gesamten Fenster angebunden werden.

NAME ÄNDERN: Der neue Name des Fensters wird über einen Dialog erfragt.
TEXT ÄNDERN: Ein Fenster mit der Textschablone (siehe 1) wird geöffnet und der Text kann verändert werden.
SPEICHERN: Das Textfenster und seine Anbindungen werden abgespeichert.
SCHLIEßEN: Das Textfenster wird geschlossen, nicht gesicherte Anbindungen und Änderungen gehen verloren.

Symptome anbinden

Bei Auswahl von SYMPTOM ANBINDEN aus dem Anbindungs-Pop-Up-Menü oder durch Klick auf den Button der Bild/Textfenster wird folgendes Fenster geöffnet:

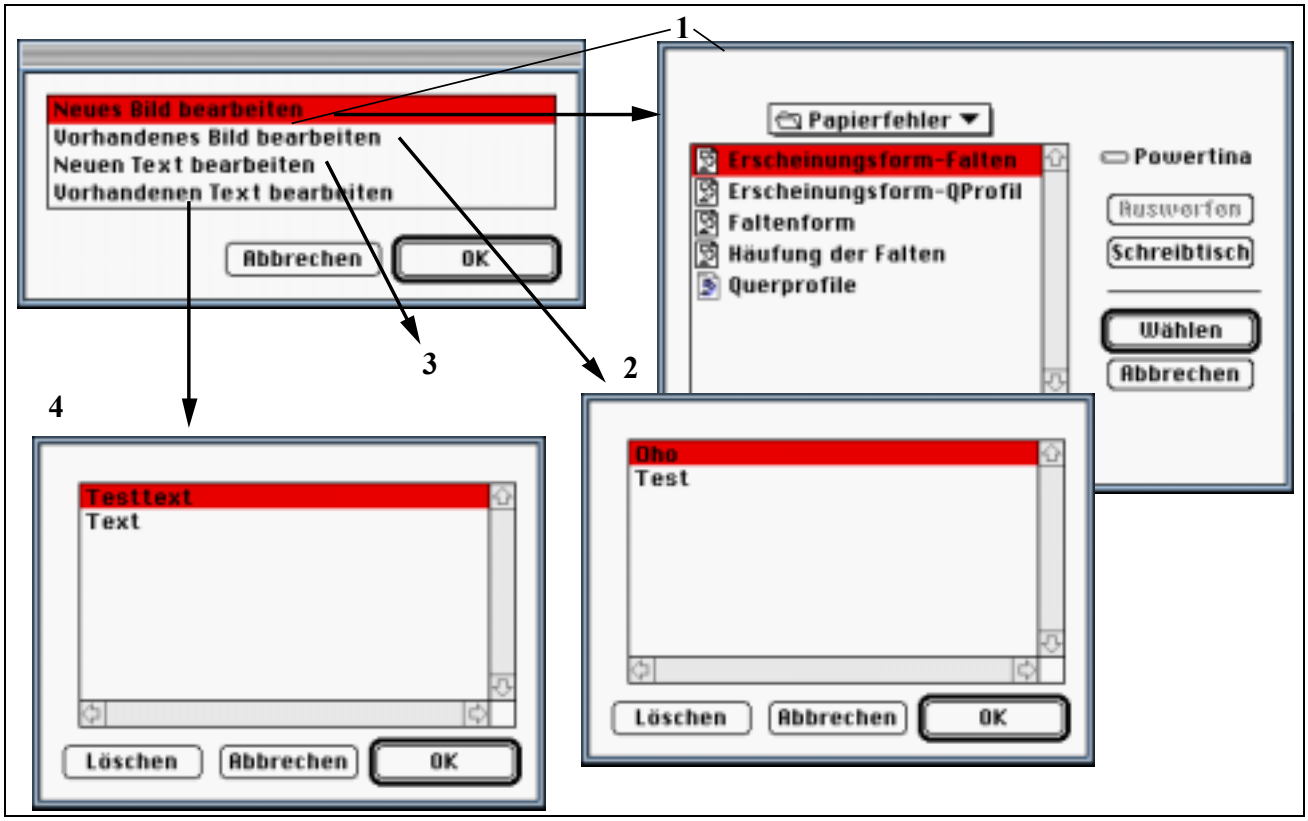


In dieser Klapphierarchie können zu einem Fenster oder einer selektiven Stelle Symptome oder Symptomalternativen ausgewählt werden. Unter jedem Symptom sind die möglichen Alternativen aufgelistet, es kann aber nur entweder eine Alternative oder das Symptom an sich angebunden werden, das dann in der Trainingsumgebung mit der Alternative belegt wird, die durch den Fall vorgegeben wird. Bei numerischen Symptomen erscheint ein Pop-Up-Menü, bei dem durch Wahl von NUR SYMPTOM

AUSWÄHLEN die genaue Belegung im Fall gewählt werden kann oder durch INTERVALL EINGEBEN, Grenzen für eine korrekte Belegung des Symptoms gegeben werden können. Durch EINTRAGUNG LÖSCHEN wird das Symptom wieder herausgenommen. Alle selektierten Symptome und Symptomalternativen werden an das Fenster oder sensitive Feld angebunden, bei erneutem Aufruf sind diese vorbelegt und können durch Deselektion auch wieder gelöscht werden.
Beim Laden eines Bildsystems in einem Trainingsfall werden die hier angegebenen Symptomalternativen auf ihre Konsistenz mit dem Fall überprüft und gegebenenfalls ausgefiltert.
Durch den Button OK werden die ausgewählten Symptome an das Bildsystemobjekt angebunden. Trotzdem muß das Fenster abgespeichert werden, um auch diese Symptombindungen zu sichern.

Bilder bearbeiten

Durch den Menüpunkt BILD BEARBEITEN unter ERSTELLEN können folgende Aktionen durchgeführt werden:



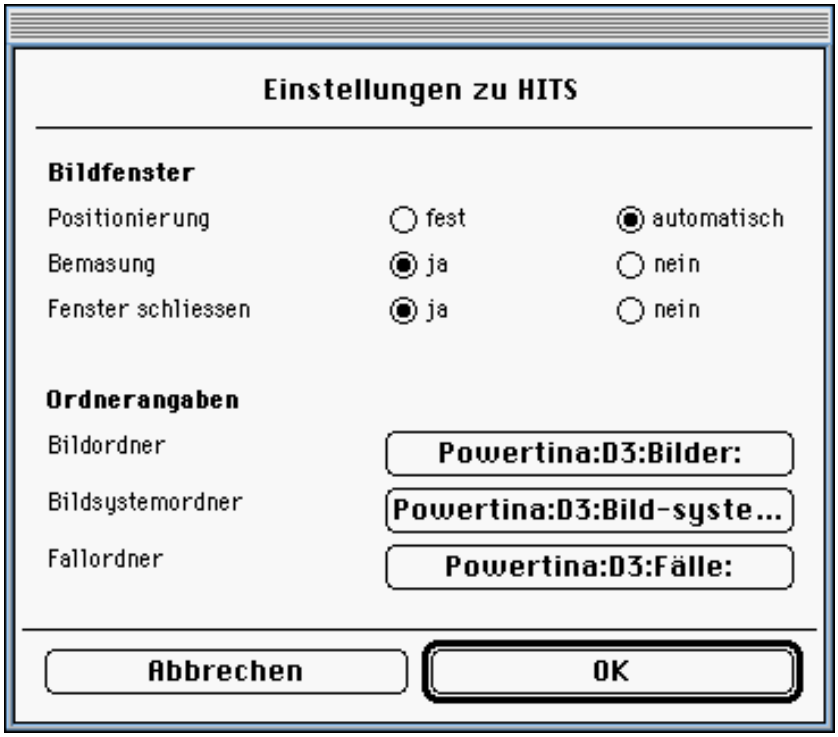
In einem weiteren Dialogfenster muß die Aktion genauer ausgewählt werden.

1. NEUES BILD BEARBEITEN: Es wird ein neues Bildelement erstellt. Dazu muß erst eine Grafikdatei (PICT für Macintosh, BMP für Windows) ausgewählt werden, anschließend wird dem neuem Fenster ein Name gegeben.

2. VORHANDENES BILD BEARBEITEN: Es wird eine Liste aller bisher erstellten Bilder bereitgestellt, in der das gewünschte Bild aufgrund seines Namens ausgewählt werden kann.
3. NEUEN TEXT BEARBEITEN: Nach der Eingabe eines Fensternamens kann ein Textfenster wie anschließend beschrieben bearbeitet werden.
4. VORHANDENEN TEXT BEARBEITEN: Analog zu den Bildern kann hier ein Textfenster aus den bereits existierenden ausgewählt werden.

Einstellungen und Besonderheiten

In der Dialogoberfläche kann unter dem Menüpunkt ABLAGE ein hierarchisches Menü BENUTZEREINSTELLUNGEN aufgeklappt werden. Wählt man dann den Punkt ZU BILDSYSTEMEN wird folgender Einstellungsdialog geöffnet:



Bildfenster

Positionierung: Der Benutzer kann entweder fest vorgeben, welche Position die Bild/Textfenster haben sollen, in dem er sie auf der Position abspeichert, an der sie später erscheinen sollen. Vorsicht, es werden absolute Positionen abgespeichert, d.h. bei einem kleinerem Bildschirm können die Bilder aus dem sichtbaren Bereich verschwinden. Bei der automatischen Positionierung werden die Bilder an der rechten Bildschirmseite abwechselnd oben, bzw unten bündig geöffnet.

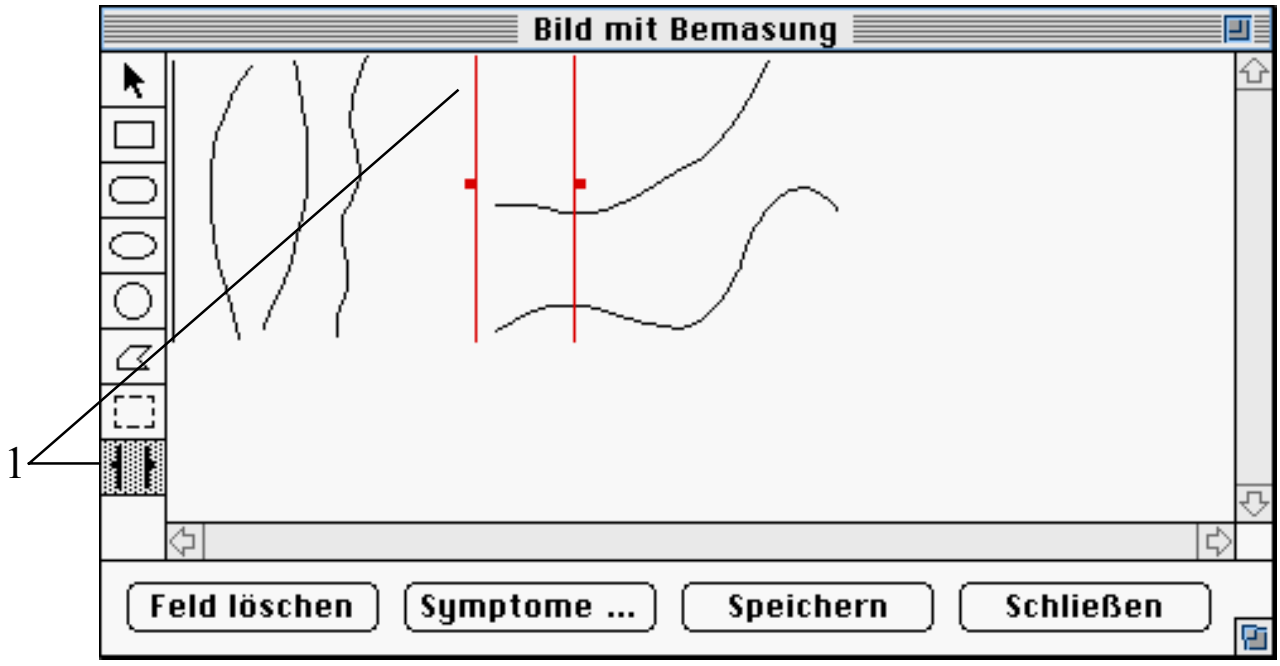
Bemasung: Es kann eine Maßhilfe gestellt werden, die anschließend erklärt wird.

Fenster schliessen: Bei der Einstellung *ja* wird bei Aufruf eines neuen Fensters das aktuelle Fenster geschlossen, wenn nicht die ALT-Taste gedrückt ist. Bei nein werden alle Fenster erst am Ende oder durch den Benutzer selbst geschlossen.

Ordnerangaben:

Es können die Ordner für Bilder (Bildordner), fertige Bildsysteme (Bildsystemordner) und Fälle (Fallordner) angegeben werden. Es ist wichtig, daß sich die Bilder, Bildsysteme und Fälle genau in den angegebenen Ordnern befinden und nicht in Unterordnern enthalten sind.

Bild mit Bemasung



1. Bei eingestellter Bemasung erscheint in einem Bildfenster ein weiteres Werkzeug an der rechten Seite (Palette). Klickt man auf dieses Symbol erscheinen zwei Linien in dem Fenster, die durch Klick mit gehaltener Maustaste und Bewegen der Maus verschoben werden können. Der Abstand der zwei Linien, der beim Abspeichern des Bildes gewählt ist, wird als Abstand 1 definiert. Bei der späteren Darstellung der Bilder im Wissensnutzungs-Modus wird der Abstand als Zahl angegeben, wobei die Zahl sich auf die definierte Einheit bezieht.

3.4 Hilfsmittel beim Aufbau von Wissensbasen

Zentrale Hilfsmittel beim Aufbau von Wissensbasen sind die Generierung von verschiedenen Arten von Ausdrucken der Wissensbasis auf Papier und die automatische Evaluation von Wissensbasen anhand von Fällen mit bekannter Lösung. Weitere wichtige Optionen betreffen die Übersetzung der Wissensbasis in andere Sprachen, eine Überprüfung der Wissensbasis auf syntaktisch erkennbare Fehler bzw. Inkonsistenzen und die nichtgrafische Wissenseingabe.

3.4.1 Ausdrucken von Wissensbasen

Man kann sich einen Ausdruck der Wissensbasis mit dem Menüpunkt AUSDRUCK ERSTELLEN im Menü ABLAGE generieren. Er läßt sich derzeit nur im Textsystem MS-WORD anzeigen und drucken, in das die erzeugte Datei geladen werden muß. Dort kann man sich auch ein Inhaltsverzeichnis oder einen Index erstellen lassen.

Nach dem Aktivieren des Menüpunktes muß man in dem folgenden Fenster auswählen, was wie ausgedruckt werden soll und anschließend einen Dateinamen eingeben. Das Ergebnis erscheint in dem Ordner "Ausdrucke" im Ordner "D3".



Abb. 3.4.1: Optionen beim Ausdrucken von Wissensbasen. Die beiden zentralen Alternativen bei "was" sind "alle Fragebögen" (Abb. 3.4.2) und "alle Diagnosen & Symptominterpretationen & [heuristische] Regeln" (Abb. 3.4.3). Die Option "Alles" ist derzeit nicht implementiert, sondern man muß sie durch Nacheinander-Ausführen der beiden obengenannten Optionen simulieren. Die übrigen Optionen sind Teilmengen davon. Bei "Internas" kann man wählen, ob man interne Nummern anzeigen lassen will oder nicht (Abb. 3.4.2 unten bzw. oben), ob man normale oder kompakte Diagnosetabellen haben möchte (Abb. 3.4.3 zeigt eine kompakte Tabelle, dem gegenüber enthalten normale Tabellen etwa doppelt so viele Zeilen), ob man einen Teil- oder einen Vollindex generieren lassen möchte, wobei letzterer das Vorkommen jedes Objektes in jeder Regel notiert, und ob man einen Fragebogen mit oder ohne Erklärungen haben möchte (Abb. 3.4.2 enthält bei der Frage nach dem Anlasser eine Erklärung).

Tatsächlicher Kraftstoffverbrauch/100km

_____

Motorgeräusche:
∆ klopfen
∆ klingeln
∆ nein/sonstiges
∆ unbekannt

Verhalten bei Motorstart:
o springt normal an
o springt schlecht an
o springt überhaupt nicht an
o unbekannt

Nur, falls Verhalten bei Motorstart IST springt schlecht an
Anlasser: Wie verhält sich der Anlasser bei Motorstartversuchen?
(Falls der Anlasser nur einmal ein bißchen durchdreht und sich dann kaum noch rührt, kreuzen Sie bitte "dreht nicht richtig durch" an.)
o dreht durch
o dreht nicht richtig durch
o unbekannt

Tatsächlicher Kraftstoffverbrauch/100km = Mf6:

_____

Motorgeräusche = Mf7:
∆ 1 = klopfen
∆ 2 = klingeln
∆ 0 = nein/sonstiges
∆ unbekannt

Verhalten bei Motorstart = Mf8:
o 1 = springt normal an
o 2 = springt schlecht an
o 4 = springt überhaupt nicht an
o unbekannt

Nur, falls Verhalten bei Motorstart = Mf8 IST springt schlecht an
Anlasser = Mf10: Wie verhält sich der Anlasser bei Motorstartversuchen?
(Falls der Anlasser nur einmal ein bißchen durchdreht und sich dann kaum noch rührt, kreuzen Sie bitte "dreht nicht richtig durch" an.)
o 1 = dreht durch
o 2 = dreht nicht richtig durch
o unbekannt

Abb. 3.4.2. Auszug aus einem Wissensbasisausdruck für Fragebögen ohne (oben) und mit (unten) internen Nummern. Letztere werden vor allem zum Erstellen von Schablonen zur Dokumentengenerierung, aber auch zum nichtgrafischen Wissenserwerb benötigt (man beachte, daß die Nummern der Antwortalternativen nicht immer mit der numerischen Reihenfolge übereinstimmen). Antwortalternativen mit Kreisen sind vom Typ one-choice, mit Dreiecken vom Typ multiple-choice.

3.4.1.1 Luftfiltereinsatz verschmutzt

relativ häufig

Symptome:

Abgase IST schwarz
-> Bewertung Auspuffrohrfarbe IST abnorm
-> Bewertung Kraftstoffverbrauch IST leicht erhöht
-> Bewertung Kraftstoffverbrauch IST erhöht
Verhalten bei Motorstart IST springt überhaupt nicht an
Anlasser IST dreht durch
Fahrverhalten IST Leerlauf ist unregelmäßig
Luftfiltereinsatz o.k.? IST Nein

Genaue Bewertung der Symptome:

Abgase = schwarz			+							
-> Bewertung Auspuffrohrfarbe = abnorm		+								
-> Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht						+				
-> Bewertung Kraftstoffverbrauch = leicht erhöht							+			
-> Bewertung Kraftstoffverbrauch = normal									+	
Verhalten bei Motorstart = springt überhaupt nicht an ODER springt schlecht an					+			-		
Anlasser = dreht durch					+				-	
Fahrverhalten = Leerlauf ist unregelmäßig				+						
Luftfiltereinsatz o.k.? = ja										+
Luftfiltereinsatz o.k.? = Nein	+									
Art der Verknüpfung der Spalte	**&**	**&**	**&**	**&**	**&**	**&**	**&**	**&**	**&**	**&**
Bewertung für Luftfiltereinsatz verschmutzt	**P 7**	**P 5**	**P 5**	**P 4**	**P 4**	**P 4**	**P 3**	**N 4**	**N 4**	**N 6**	**N 7**

-> Bewertung Auspuffrohrfarbe :

normal	Auspuffrohrfarbe IST braun *oder* grau *oder* hellgrau
abnorm	Auspuffrohrfarbe IST schwarzverrußt *und* Benzinart IST bleihaltig
normal	Auspuffrohrfarbe IST schwarzverrußt *und* Benzinart IST bleifrei

---

Abb. 3.4.3. Auszug aus einem Wissensbasisausdruck mit einer heuristischen Diagnoseherleitung (Tabelle) und der Definition einer Symptominterpretation (die durch einen Pfeil vor dem Namen gekennzeichnet sind). Erstere werden entsprechend der Reihenfolge in der Diagnosehierarchie, letztere alphabetisch sortiert.

3.4.2 Evaluation von Wissensbasen

Je größer die Wissensbasis, desto schwieriger ist ihre Evaluation. Die Größe der Wissensbasis kann man mit dem Menüpunkt STAND DER WISSENSBASIS im Menü INFO anzeigen lassen.



Die Überprüfung einer Wissensbasis kann in das Testen der syntaktischen Konsistenz und der semantischen Qualität unterteilt werden. Die syntaktische Konsistenz wird auf mehreren Stufen kontrolliert. Ein Nebeneffekt der interaktiven, grafischen Wissenseingabe ist, daß viele syntaktische Fehlermöglichkeiten einer textuellen Eingabe gar nicht erst zugelassen oder sofort erkannt werden. Da jedoch eine partielle Spezifikation der Objekte aus Bequemlichkeitsgründen zulässig sein soll, gibt es zwei Mechanismen zum Erkennen unvollständiger Objekte: Zum einen wird in der grafischen Hierarchie durch kleine schwarze Punkte in den Umrandungen der Objekte angezeigt, ob ein Objekt unvollständig definiert wurde und ob zu seiner Herleitung keine Regeln vorhanden sind (sofern welche erforderlich sind). Weiterhin kann man sich die unvollständigen Objekte mit dem Menüpunkt INKONSISTENZEN im Menü INFO auflisten lassen. Beim Restaurieren einer Wissensbasis (Menüpunkt WISSENSBASIS RESTAURIEREN im Menü ABLAGE) werden alle syntaktisch unvollständigen oder fehlerhaften Objekte gelöscht.

Die semantische Qualität einer Wissensbasis kann mithilfe eine Menge von Fällen, zu denen die korrekte Lösung bekannt ist, überprüft werden. Dazu wird der Menüpunkt WISSENSBASIS MIT FÄLLEN TESTEN im Menü INFO aufgerufen. Beim Durchspielen der Fälle wird nicht nur das Endergebnis, sondern auch der Diagnoseprozeß berücksichtigt, indem nach Abarbeitung jeder Frageklasse das Zwischenergebnis protokolliert wird. Dabei kommt es vor allem auf die richtige Reihenfolge bei der Indikation von Frageklassen an (Abb. 3.4.5), die z.B. auch für die Nutzung der Fälle für Trainingszwecke sehr wichtig ist. Nach Aufruf des Menüpunktes erscheint folgendes Formular:

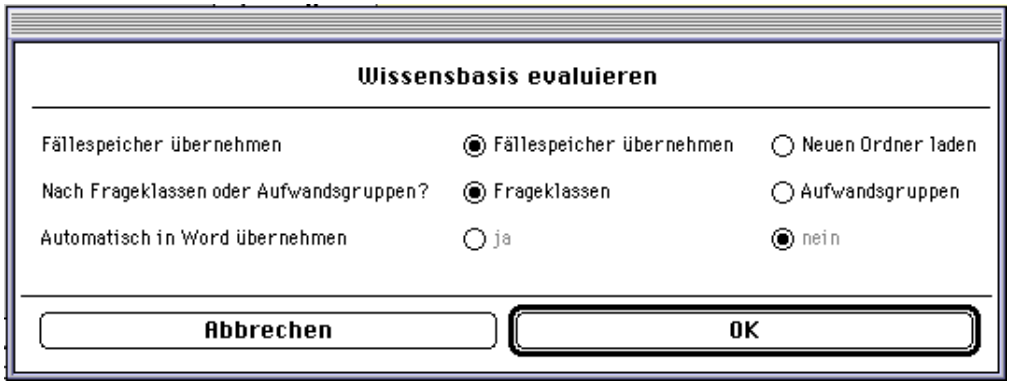


Abb. 3.4.4: Die zum Testen erforderlichen Fälle werden standardmäßig aus dem gerade aktivierten Fallspeicher (s. Kap. 2.3) übernommen. Die Frage nach Frageklassen oder Aufwandsgruppen bezieht sich darauf, daß entweder nach jeder Frageklasse oder nach jeder Aufwandsgruppe die aktuelle Problemlösesituation angezeigt wird. Das Ergebnis wird in einem Tabellen-Format ausgedruckt, der am übersichlichsten in WORD in einer Tabelle mit 3 Spalten angezeigt wird; leider ist eine automatische Übernahme derzeit nicht möglich. Daher muß man die komplette Ausgabe mit Copy und Paste in WORD übertragen und dort als dreispaltige Tabelle darstellen. Den Typ von Ergebnis zeigt Abb. 3.4.5.

Fall 6	Fallname: a-a-we II	Richtige Diagnosen: embolischer linkshirniger Gefäßinsult mit Wernicke-Aphasie, Apraxie u. Hemianopsie = X
Frageklassen	**Verdachtsdiagnosen**	**Bestätigte Diagnosen**
Startfrageklassen:		
Basisdaten		
Beschwerden (auch fremdanamnestisch)	Alzheimersche Krankheit (SDAT), X	
Begleitsymptome	Keine Änderungen	
Neurologischer Untersuchungsbefund pathologisch	Keine Änderungen	
Internistischer Befund: pathologisch	Keine Änderungen	
Allgemein- und Lokalbefunde: pathologisch	Keine Änderungen	
Psychischer Befund	Keine Änderungen	
Neuropsychologischer Befund: pathologisch	X	
Indizierte Frageklassen:		
EEG	Keine Änderungen	
craniales CT nativ	Keine Änderungen	
craniales CT mit Kontrast	Keine Änderungen	
Ultraschall-Dopplersonographie extrakraniell	Keine Änderungen	
Ultraschall-Dopplersonographie transkraniell		X
Restliche Frageklassen:		
MRT cranial nativ		Keine Änderungen
cerebrale Angiographie der A.carotis		Keine Änderungen

Abb. 3.4.5 (erster Teil; Legende siehe nächste Seite).

Fall 179	Fallname: traps	Richtige Diagnosen: epileptischer Anfall mit Dämmerzustand nach älterer traumatischer Hirnschädigung = X
Frageklassen	**Verdachtsdiagnosen**	**Bestätigte Diagnosen**
Startfrageklassen:		
Basisdaten		
Beschwerden (auch fremdanamnestisch)	X, Zustand nach Hirntrauma mit epileptischem Anfall (Contusio cerebri) links parietal	
Begleitsymptome	Keine Änderungen	
Neurologischer Untersuchungsbefund pathologisch	Keine Änderungen	
Internistischer Befund: pathologisch	Keine Änderungen	
Allgemein- und Lokalbefunde: pathologisch	Keine Änderungen	
Psychischer Befund	traumatische Psychose bei akuter bilateraler Hirnkontusion, X, Zustand nach Hirntrauma mit epileptischem Anfall (Contusio cerebri) links parietal	
Neuropsychologischer Befund: pathologisch	Keine Änderungen	
Indizierte Frageklassen:		
craniales CT nativ	traumatische Psychose bei akuter bilateraler Hirnkontusion, X	
craniales CT mit Kontrast	traumatische Psychose bei akuter bilateraler Hirnkontusion	X
EEG	Keine Änderungen	Keine Änderungen

Abb. 3.4.5 (zweiter Teil). Ergebnisausgabe der Evaluation von Wissensbasen mit zwei Fällen mit bekannten Lösungen. Beim ersten Fall (Fall 6) wird ab der Auswertung der zweiten Frageklasse "Beschwerden (auch fremdanamnestisch)" bereits die richtige Diagnose verdächtigt, was durch das "X" angezeigt wird, das auf die im Kopf erwähnte korrekte Diagnose verweist, und mit der letzten indizierten Frageklasse ist sie bestätigt. Weiterhin ersieht man die Reihenfolge der indizierten Frageklassen. Außerdem wird zeitweilig noch eine weitere Diagnose ("Alzheimersche Krankheit (SDAT)") verdächtigt, aber nach der Frageklasse "Neuropsychologischer Befund: pathologisch" wieder verworfen. Beim zweiten Fall (Fall 179) werden im Verlauf der Diagnostik noch mehr Verdachtsdiagnosen berücksichtigt.

3.4.3 Übersetzung von Wissensbasen in Fremdsprachen

Grundsätzlich kann man die Ablaufumgebung von D3 auch in Fremdsprachen übersetzen. Dazu müssen sowohl die D3-internen Texte der Wissensnutzungs-Oberfläche als auch die Wissensbasis in eine Fremdsprache übersetzt sein. Für die D3-internen Texte gibt es eine Übersetzung ins Englische, die als separate Programmversion (Dump) gestartet werden muß (weitere Übersetzungen sind denkbar, da die Texte separat verwaltet werden, sie sind aber derzeit nicht realisiert). Weiterhin muß die Wissensbasis in die Fremdsprache übersetzt werden. Um die Übersetzung zu vereinfachen, erlaubt D3 die Verwaltung einer separaten Textdatei, in der nur die zu übersetzenden Texte ausgelagert und übersetzt werden. Diese Datei kann man dann zu der Kernwissensbasis hinzuladen und erhält so eine aktuelle Wissensbasis in der gewünschten Fremdsprache (Abb. 4.5.6). Nur falls in der Kernwissensbasis neue Begriffe eingeführt werden, muß dies in den Fremdsprachenversionen ergänzt werden. Deswegen sollte man mit Übersetzungen erst beginnen, wenn die Terminologie fertig definiert ist. Zum Aufruf des Übersetzungsprogrammes wählt man den Menüpunkt WISSENSBASIS ÜBERSETZEN im Menü ABLAGE. Zunächst erzeugt man sich eine Übersetzungsvorlage mit dem Untermenüpunkt "Übersetzungsvorlage neu erzeugen ...". Diese Datei enthält alle Texte der Wissensbasis doppelt im ASCII-Format. Die erste Version dient als Kommentar und die zweite Hälfte der Texte wird er- und übersetzt, wobei die Struktur des Textes mit allen Doppelkreuzen, Klammern und Hochkommata exakt erhalten bleiben muß (Achtung: ein einziges falsche Strukturzeichen kann dazu führen, daß die Datei nicht interpretierbar ist, beim Suchen danach empfiehlt es sich, im eingebauten LISP-Editor zu arbeiten). Diese geänderte Textvorlage wird mit dem Untermenüpunkt "Übersetzungsvorlage einlesen ..." zu der alten Wissensbasis dazugeladen. Danach werden mit "Fremdsprachige Wissensbasis erstellen ..." in der aktuellen Wissensbasis die Texte ersetzt. Schließlich sollte man die Fremdsprachen-Wissensbasis unter einem eigenen Namen mit "Fremdsprachige Wissensbasis sichern ..." abspeichern. Inhaltliche Änderungen sollten ausschließlich in der Originalwissensbasis gemacht werden, aus der man mit der Übersetzungsvorlage dann immer neue Versionen der Fremdsprachen-Wissensbasis erzeugen kann.




```
(Def-Wb-Objekt-Uebersetzen M3792
 #|
 Range
 ((1 "Patient ist voll orientiert")
  (2 "Patient ist zeitlich desorientiert")
  (3 "Patient ist örtlich desorientiert")
  (4 "Patient ist zur Person desorientiert"))
 |#
 Range
 ((1 "Patient is fully oriented")
  (2 "Patient is disoriented concerning time")
  (3 "Patient is disoriented concerning location")
  (4 "Patient is disoriented concerning persons"))
 #|
 Name "Orientiertheit"
 |#
 Name "Orientation")
```

Abb. 3.4.6. Beispiel für eine Übersetzungsschablone. Zu einer Wissensbasis wird mit dem Unter-Menüpunkt "Übersetzungsvorlage neu erzeugen" eine Vorlage erzeugt, in der die deutschen Texte als Kommentar erscheinen (eingerahmt in die Zeichen #| ... |#) und darunter zunächst der gleiche Text steht, der dann übersetzt wird (s. unterer Teil). Eine fremdsprachige Wissensbasis ist ablauffähig, wenn die überarbeitete und abgespeicherte Übersetzungsvorlage zu der ursprünglichen Wissensbasis mit dem Menüpunkt "Fremdsprachige Wissensbasis erstellen ... " dazugeladen wird.

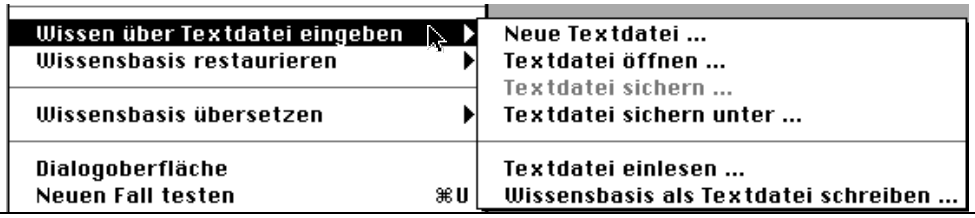
3.4.4 Nichtgrafischer Wissenserwerb

Das Wissen wird intern in einer Objekt-Attribut-Wert-Struktur kodiert. Diese kann man auch direkt zur Wissenseingabe benutzen. Obwohl dies im Vergleich zur grafischen Wissenseingabe relativ umständlich ist, hat sie in speziellen Situationen auch Vorteile:

- Sie ermöglicht eine automatische Generierung von Wissensbasen, falls man strukturiertes Wissen aus elektronisch verfügbaren Vorlagen extrahieren kann. Dazu muß ein zusätzliches Übertragungsprogramm geschrieben werden.
- Die nichtgrafische Wissenseingabe kann mit jedem Texteditor erstellt werden und ist somit unabhängig vom Rechnertyp.
- Manche Änderungen der Wissensbasis, z.B. das Suchen und Ändern bestimmter Texte, lassen sich in Textsystemen leichter durchführen.

Um die Vorteile von grafischem und nichtgrafischem Wissenserwerb zu kombinieren, kann man in D3 leicht zwischen beiden Modi wechseln. Abb. 4.5.7 zeigt die Aufrufstruktur für den nichtgrafischen Wissenserwerb und beispielhaft die interne Darstellung der Wissensrepräsentation.

Eine genaue Beschreibung der Syntax des nichtgrafischen Wissenserwerbs fehlt noch. Bis diese erstellt ist, empfehlen wir im Notfall, mit den grafischen Editoren eine Mini-Wissensbasis, die die für den intendierten nichtgrafischen relevanten Wissenstypen enthält, zu entwickeln und mit dem Untermenüpunkt "Wissensbasis als Textdatei schreiben ..." des Menüpunktes WISSEN ÜBER TEXTDATEI EINGEBEN im Menü ABLAGE sich beispielhaft eine Textdatei mit bekannter Semantik zu erzeugen, um per Analogieschluß sich daraus die Syntax des nichtgrafischen Wissenserwerbs abzuleiten.




```
(Def-Wb-Objekt Q0 Q                                   ;;; Repräsentation einer Frageklasse
  Name "Beobachtungen"
  Typ Gd
  Aufwandsklasse 1
  Initsequence (M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8))

(Def-Wb-Objekt M2 M                                   ;;; Repräsentation einer Frage
  Name "Auspuffrohrfarbe"
  Qmember (Q0)
  Infotyp Basic
  Answertyp Oc
  Range ((1 "braun") (2 "grau") (3 "hellgrau") (4 "schwarz verrußt"))
  Abnormitaet ((1 A1) (2 A1) (3 A1))
  Pkf-Aehnlichkeitstyp Oc-Matrix
  Pkf-Matrix ((3 ((2 0.9) (1 0.9))) (2 ((1 0.9))))
  Ue-Gewicht G4
  Children1 (M17))

(Def-Wb-Objekt P9 P                                   ;;; Repräsentation einer Diagnose
  Name "Leerlaufsystem Defekt"
  Apriori P3
  Next (Q3)
  Parents (P000))

(Def-Wb-Objekt R16 R                                  ;;; Repräsentation einer Regel
  Aktionsbewertung (* (/ (- M5 M4) M4) 100)
  Typ Dq
  Aktion M15
  Condition ((> M4 0) ($Isvalue M5 True)))
```

Abb. 3.4.7. Menüstruktur für den nichtgrafischen Wissenserwerb (oben) und Beispiel für die nichtgrafische Wissenseingabe einiger Objekte (unten).

4 Schnittstellen zur Kopplung mit Fremdprogrammen

4.1 Aufruf von Fremdprogrammen aus D3

4.1.1 Regelvorbedingung

Im Moment nicht implementiert.

4.1.2 Regelaktion (einschließlich Formeln)

In D3 gibt es Regeln des Typs *LISP*. Diese haben als Aktionsteil eine LISP-Funktion.
Die Syntax der Aktion lautet:

funktionsname &rest *argumente*

Innerhalb dieser Funktion ist es möglich externe Programme aufzurufen. Es besteht jedoch keine Möglichkeit, diesen Programmen beim Aufruf Werte mitzugeben. Dafür muß jeweils ein eigener Mechanismus, z.B. über eine Datei zur Verfügung gestellt werden. Auch die Rückgabe von Werten ist an dieser Stelle nicht möglich.

Die Systemfunktion lauten:

b=launch-application *pfad*
b=launch-creator *creator*

Pfad ist der Pfadnamen des Programms. *Creator* ist der Programmcreator (z.B. bei Microsoft WORD 6.0 ist es MSWD). Das ist ein sehr Mac–spezifisches Vorgehen. Unter WINDOWS heißt der entsprechende Aufruf:

win:winexec pfad win:show

Damit eine Regel dieses Typs wieder zurückgezogen werden kann, muß eine zweite Funktion bereitgestellt werden, die die entsprechende Aktionen dafür vorsieht.

Es ist zu beachten, daß alle obengenannten Aufrufe asynchron sind. Mechanismen, um auf Rückgabewerte zu warten, müssen noch erstellt werden.

Beispiel 1: Ausgabe eines Textes

```
(defun das_ist_eine_regel_aktion (text)
  (print text)
```

```
  )
```

Die entspechende LISP-Regel wird mit dem dafür bestimmten Formular im Wissenseingabemodul erstellt. Als Aktion schreibt man z.B.:

```
das_ist_eine_regel_aktion  ‘’Die Regel hat gefeuert!“
```

Ins Feld für die Rückzugsanweisung steht dann z.B.:

```
das_ist_eine_regel_aktion  ‘’Die Regel wird zurückgezo-
gen!“
```

Das Durchspielen eines neuen Falls schreibt dann die entsprechenden Texte in das Meldungsfenster.

Beispiel 2: Aufruf eines Programms

```
(defun regel_aktion_programm_starten ()
  (b=launch-creator ‘MSWD)
  )
```

Die entspechende LISP-Regel wird mit dem dafür bestimmten Formular im Wissenseingabemodul erstellt. Im Aktionsfeld steht dann:

```
regel_aktion_programm_starten
```

Eine Rückzugsanweisung ist in diesem Fall nicht nötig, eine leere Funktion liefert als Rückgabewerte enweder identity oder nil:

```
identity  nil
```

4.1.2.1 Benutzerdefinierte Operatoren in Formeln

In Formeln besteht die Möglichkeit, eigene Operatoren zu definieren und anzumelden. Der Inhalt des Operators ist komplett benutzerbestimmt. Insbesonders ist es möglich, in diesen Operatoren beliebige Lispfunktionen zu benutzen, um z.B. externe Programme aufzurufen.

Mit dem Macro `wr=neuen-formeloperator&verbalisierung-einbauen`

```
fop
&key
(text (b=konkateniere-nach-string fop))
(stelligkeit :beliebig)
(Art :Praefix)
(Vorrang 1)
(Operandentypen :Zahl)
(Ergebnistyp :Zahl)
```

wobei

`fop` ... Formeloperator
`text` ... die Verbalisierung des Formeloperators
`stelligkeit` ... 0, 1, 2, ..., :beliebig

`art` ... :infix, :präfix

`vorrang` ... 1 (entspricht der Prioritaet von #'min), 2 (entspricht der Priorität von #'*), 3 (entspricht der Priorität von #'+)

`Operandentypen` ... Liste der angeforderten Operandentypen in gleicher Reihenfolge wie die Parameter des Operanden. Wenn als Operandentyp nur ein Wert angegeben ist, gilt dieser für aller Operanden.

können Benutzerdefinerte Operatoren für Formeln definiert werden.

Beispiel:

```
(defun avg (zahl &rest zahlen)
  (/ (apply #'+ zahl zahlen) (1+ (length zahlen))))


(wr=neuen-formeloperator&verbalisierung-einbauen      avg
:Text "Avg")
```

defniert das arithmetische Mittel als neue Operator.

4.1.3 Datenerfassung über Fremdprogramme

Datenerfassung über Fremdprogramme ist ausschließlich über Frageklassen möglich. Deren Typ ist entweder *Datenbankübertragung* (A) oder *Automatische Datenübertragung*.(B).

(A) Bei der Indikation einer Frageklasse dieses Typs wird die Methode *db-trans_zu_wissensbasis* aufgerufen mit den Argumenten *Wissensbasis-id* und *Frageklasse* (als Symbol).
(B) Bei der Indikation einer Frageklasse dieses Typs wird die Methode *ad-trans_zu_wissensbasis* aufgerufen mit den Argumenten *Wissensbasis-id* und *Frageklasse* (als Symbol).

In D3 gibt es zwei Möglichkeiten, diese Schnittstelle zur Datenübertragung zu verwenden. Die erste ist nutzbar, ohne eine Zeile LISP zu programmieren. Dafür müssen die Werte in dem D3 internen Format bereitgestellt werden (s. 4.1.3.1).

Die zweite Möglichkeit ist eine eigene Protokollsprache, die es erlaubt, die Daten, die übernommen werden sollen, deklarativ zu beschreiben und ihre Pendants in D3 festzulegen. Danach können über ein D3 unabhängiges Datenformat die Daten ausgetauscht werden (s. 4.1.3.2).
Innerhalb dieser Methode ist es Sache des jeweiligen Entwicklers, die externen Daten zu beschaffen und auf die entsprechenden inneren Strukturen abzubilden. Sicher ist, daß, solange, wie die Abarbeitung der Methode dauert, das komplette D3-System angehalten wird. Es werden weder Fragen gestellt, noch Inferenzen durchgeführt.

4.1.3.1 D3 Datenübernahme im internen Format

In dem Ordner ‘’:D3:Fälle:’’ wird nach einer Datei gesucht, deren Namen identisch ist mit dem symbolischen Identifikator der Frageklasse, die für die Datenübertragung benutzt wird. Wird eine solche Datei gefunden, so werden die Daten paarweise eingelesen. Dabei wird vorausgesetzt, daß der erste Wert ein gültiger D3 Objektbezeichner ist und der zweite Wert einen gültigen Wert dieses Objekts darstellt.

!Vorsicht! Es werden beim Einlesen keinerlei syntaktische oder semantische Tests durchgeführt. Die D3 spezifischen Eigenheiten der verschiedenen Objekttypen müssen berücksichtigt werden (z.B. bei mc-Fragen ist der Wert immer eine Liste).

Beispiel:
Die Frageklasse mit dem Bezeichner ‘Q4711 wird als Typ ‘ad markiert.
Im Ordner ‘’D3:Fälle:“ befindet sich eine Datei mit Namen „Q4711“ (ohne Dateityp!) mit folgendem Inhalt:

```
m339 "commander"
m516 2
m5782 1590
```

```
m1121 1120
m8 1
m21 1
m2569 4
m2570 2
m2571 2
m30 2
m340 1989
```

Der erste Wert verweist auf ein Symptom in der aktuellen D3 Wissensbasis und der zweite Wert - bei oc-, mc- oder jn-Symptomen - auf dessen Antwortalternative oder ist der eigentliche Wert bei text- und numerischen Symptomen.

Der Vorteil dieser Art von Datenübertragung ist, daß man innerhalb von D3 keine Änderung oder Erweiterungen vornehmen muß und die Übertragung sofort einsatzbereit ist.
Der Nachteil ist:

- Beim Anlegen der Datei ist man auf einen bestimmten Namen festgelegt.
- Zum Generieren der Datei braucht man interne Kenntnisse vom Aufbau und Aussehen der Wissensbasisobjekte.
- Änderungen an der Wissensbasis müssen nachgezogen werden.
- Das notwendige Wissen, wie die externen Werte auf die internen Objekte abgebildet werden, muß das externe Programm haben.

4.1.3.2 Protokoll für die Datenkopplung

Wie oben bereits erwähnt, muß für diese Datenübertragungsvariante die Methode *ad-trans_zu_wissensbasis* spezialisiert werden nach der Kennung der Wissensbasis, für die die Übertragung gilt. Die Kennung der Wissensbasis kann mit der Funktion *(D2=wb-id)* abgefragt werden.

In dieser Methode sollte dann die Datei ermittelt werden, in der sich die Daten befinden. Ist der Pfad der Datei bekannt, so wird die Datenübertragung mit der Funktion

`dko=daten-datei-auslesen` *`Pfad`*

angestoßen.
Mit dem hier vorgestellten Protokoll wird das Wissen über die Art der Datenübernahme beschrieben. Das Beispiel von Kapitel 4.1.3.1 lautet hier:

```
(2 8800)          ; Maschinentyp
(8 1590)          ; Papierbahnbreite
(9 1120)          ; Zylinderumfang
(10 U)            ; Laengswelle
(11 H)            ; Druckstellung
(12 KF96)         ; Falzapparat
(13 O2L)          ; 2. Laengsfalz
(14 QUERN)        ; Querperforation
(15 LAENGSN)      ; Laengsperforation
(86 M)            ; Antrieb EZW
```

```
(92 "29.09.1989")    ; Lieferungsbeginn
```

Der übergebenen Wert besteht aus einer Liste von zwei Werten. Der erste bezeichnet die Abbildungsvorschrift, nach der der Wert übertragen werden soll, der zweite ist der zu übertragende Wert.

Der einfachste Fall ist eine identische Abbildung, d.h., der Wert, der übergeben wird, wird genauso in das D3-Objekt geschrieben. dies ist häufig bei numerischen Werten der Fall.

Die Beschreibung von (8 1590) lautet:

```
(:id papierbahn   ; interner Bezeichner der Kopplung
 :name "Papierbahnbreite" ; Name des Kopplungsobjekts in
Anzeigen
 :key 8                ; Referenz in der Kopplungsdatei
 :typ zahl             ; Format des übertragenen Wertes
 :abbildung ($a (&dko=funktion (!dko_identitaet m5782)))
     ; Vorschrift, wie der Wert zu übertragen ist
)
```

Das Pendant in der D3 Wissensbasis lautet M5782. Es hat auch einen numerischen Typ, daher kann der Wert identisch abgebildet werden. Dazu wird der Operator `!dko_identitaet` benutzt, der über die Schnittstelle `&dko=funktion` angesprochen wird.

Ein anderer Fall ist die einfache Abbildung auf einen symbolischen Wert. Die Beschreibung von `(10 U)`:

```
(:id laengswelle
          :name "Längswelle (Umsteuerung)"
          :key 10
          :typ symbol
          :wertebereich (u      ;; unten
                         o      ;; oben
                         )
          :abbildung (u (&dko=normal m8 1))
                     o (&dko=normal m8 2))
                     ))
```

Wird der Wert ‘u übergeben, so die Alternative 1 im Symptom M8 gesetzt, bei dem Wert ‘o ist es die Alternative 2.

Mit den zwei beschriebenen Abbildungsvorschriften läßt sich die Übertragungsvariante aus Kapitel 4.1.3.1 nachbilden. Es gibt jedoch eine ganze Reihe von Situationen, in denen die Abbildungsvorschrift wesentlich komplizierter ist. Die dafür notwendigen Sprachkonstrukte werden im folgenden beschrieben.

4.1.3.2.1 Sprachbeschreibung

Zur Zeit kann nur ein Protokoll in D3 zu einer Zeit aktiv sein.

Jedes Datum, das aus einer externen Datei in D3 importiert werden soll, muß durch ein Kopplungsobjekt beschrieben werden. Es ist möglich, sowohl ein externes Datum auf mehrere intere Objekte, als auch mehrere externe Daten auf ein internes Objekt, abzubilden.

Die Kopplungsobjekte werden mit einer Beschreibungssprache deklarativ definiert und mit der Funktion
dko=objekt_entsprechungen_definieren liste-von-K-objekten
definiert.

Definition eines Kopplungsobjekts:

:id	eindeutiges Symbol, das das Objekt bezeichnet.
:name	beliebiger Text, um das Objekt zu verbalisieren.
:key	Zahl, mit der das Objekt in der externen Datei Bezeichnet wird.
:typ	Datentyp des Objektes. Folgende Werte sind möglich:*Symbol, Zahl, String*
:wertebereich	Liste von Symbolen. Wenn der :typ *Symbol* ist, gibt der Wertebereich die erlaubten Werte an. Es gibt zwei ausgezeichnete Symbole, die in jedem Wertebereich benutzt werden dürfen: $A und $U. $U steht für einen unbekannten Wert. $A steht für ein Wert, der nicht im Wertebereich angegeben ist oder für die Gesamtheit aller Werte. Bei :typ *Zahl* und *string* ist der Wertebereich leer.
:abbildung	Liste von Beschreibungen Hier wird für jeden Eintrag des Wertebereichs die erforderliche Abbildung hinterlegt. Da bei :typ *Zahl* und *string* der Wertebereich leer ist, wird die Abbildung immer über $A gesteuert. Die typische Form lautet: (*Eintrag1 Abbildungsvorschrift1* *Eintrag2 Abbildungsvorschrift2* ... ...)

Für die Abbildungsvorschrift werden eine Reihe von Funktionen bereitgestellt, um die Abbildung zu erleichern:

&dko=normal &rest Wb-Objekt Wb-Objekt-Wert

Sie setzt Wb-Objekt auf Wb-Objekt-Wert. Es muß eine gerade Anzahl von Argumenten angegeben werden, deren ungerader Teil eine Wissensbasisobjekt bezeichnet und deren gerader Teil den **internen** Wert bezeichnet.
Beispiel: (&dko=normal m2570 2)
(&dko=normal m729 6 m421 3))

Dies ist die Basisfunktion, um einen Wert umzusetzen. Ist nur ein Paar angegeben, so entspricht dies einer 1:1 – Abbildung zwischen zwei Objekten, werden mehrere Paare angegeben, so ist dies eine 1:n – Abbildung.

Wenn das Setzen eines Wertes von dem Wert eines anderen – ebenfalls eingelesenen – Wertes abhängt, so benötigt man dafür die Funktion

&dko=komplex &rest Setz-Bedingung
Eine Setzbedingung hat folgendes Format:
((Wb-Objekt Wb-Objekt-Wert) *Bedingung1*)
…
(Wb-Objekt Wb-Objekt-Wert) *Bedingungn)*
)
Die Bedingung besteht aus einer logischen Verknüpfung mit den Prädikaten *&and,&or,&=,&not*. Die Prädikate können beliebig geschachtelt werden.
Um auf den Wert eines anderen Kopplungsobjektes zuzugreifen, muß sichergestellt sein, daß dessen Wert bereits eingelesen wurde. Ein Werteabgleich ist dann wie folgt möglich:
(*logisches_Prädikat*K-Objekt-*key* K-Objekt-*Wert*)

Die Semantik lautet dann:
Für jeden Bedingungsteil gilt: wenn die Bedingung erfüllt ist, wird &dko=normal mit dem ersten Teil des Bedingungsteils aufgerufen.

Beispiel:
1) (&dko=komplex
((m2571 1) (&= 14 (querj)))
((m2571 unbekannt) (&not (&= 14 (querj)))))
2) (&dko=komplex
((m2572 1) (&or (&or 49 (j n v)) (&or 51 (j n v)))))

Damit ist es nun möglich, N:M – Abbildungen zu modellieren.

Die bisher beschriebenen Setzfunktionen dienen vorrangig zum Setzen von oc-, mc- und jn- Objekten einer Wissensbasis.

Zum Setzen von Wissensbasisobjekten, die keinen einfach zu spezifizierenden Wert haben oder bei denen vorher eine Datenaufbereitung gemacht werden muß, die mit

den vorhandenen Konzepten nicht geleistet werden kann, wird eine Funktion bereitgestellt. Über sie kann sich der Benutzer einhängen, um eigene Funktionalität zu ergänzen:

&dko=funktion &rest *funktionslisten*
: Eine Funktionsliste besteht aus einer Liste mit mindestens zwei Werten. Der erste Wert ist die Funktion, die aufgerufen wird, der zweite Wert ist das Wissensbasisobjekt, in dem letztendlich der Wert gespeichert werden soll. Alle weiteren Werte sind optional und werden an die aufgerufene Funktion unausgewertet weitergegeben

Für eine Reihe von Standardsituationen gibt es bereits einige Funktionen.

!dko_identitaet
: Setzt das Objekt genau auf den eingelesenen Wert.
Beispiel: (&dko=funktion (!dko_identitaet m1121))

!dko_identitaet_string
: Setzt das Objekt auf den eingelesenen Wert, nachdem dieser Wert vorher in einen String konvertiert wurde. Diese Funktion hat als optionales Argument einen String, der anstelle des Wertes benutzt wird, wenn er angegeben ist.
Beispiel: (!dko_identitaet_string m339 "Colora")

!dko_identitaet_symbol
: identisch zu !dko_identitaet_string, nur daß der gesetzte Wert den Typ Symbol hat.
Beispiel:
(&dko=funktion (!dko_identitaet_symbol m3253 1 m3254 1))

!dko_datum
: erwartet einen Datumsstring der Form ‘’dd.mm.yy’’. Die Funktion hat zwei optionale Parameter. Der erste gibt an, welchen Teil des Datums man haben möchte. Erlaubt ist :jahr, :monat, :tag, :komplett. Der zweite Parameter gibt an, in welchem Format dieser Wert dann im Objekt hinterlegt wird. Erlaubt ist :integer oder :string.
Beispiel: (&dko=funktion (!dko_datum m340 :jahr :integer))

!dko_fehler
: Bietet die Möglichkeit, eine beliebige Meldung an den Benutzer auszugeben.
Beispiel: (&dko=funktion (!dko_fehler "Die Daten passen nicht zur Wissensbasis!“)

Das Konzept der externen Funktionen ist speziell dafür gedacht, den Abbildungsmechanismus durch den Benutzer zu erweitern. Dazu müssen nur geeignete Funktionen nach obigem Konzept geschrieben werden. Die allgemeine Struktur einer solchen Funktion lautet:

```
(defun !dko_xxx  (zeile wert          &rest parameter-liste)
```

```
   )
zeile              Die komplette Zeile aus der Protokolldatei
wert               Der eingelesene Wert des Kopplungsobjektes
parameter-liste    Alle Werte, die bei der Deklaration der Abbildung angegeben wurden
```

Das Setzen des Wertes im Wissensbasisobjekt erfolgt mit der Funktion
(um-einen-wert-setzen objekt wert)

Beispiel:

```
(defun !dko_identitaet (zeile wert d3_objekt_liste)
  (let (ergebnis)
    (dolist (objekt d3_objekt_liste)
      (unless (eq (setq ergebnis (um-einen-wert-setzen objekt wert)) :korrekt)
        (warn "Zeile ~a: Fehler in Objekt ~a (Wert ist ~a) / (Ergebnis: ~a)"
              zeile objekt wert ergebnis))
      )))
```

Hinweis: Es ist möglich die verschiedenen Setzfunktionen mit &dko=und zu koppeln.

Falls die externen Daten in mehreren Wissensbasen gleichermaßen eingesetzt werden sollen, so ist es möglich, Abweichungen von Wissensbasis zu Wissensbasis in einer Objektdefinition zu definieren. Dazu gibt es eine Funktion, mit der die Abbildungsvorschrift nur für bestimmte Wissensbasen angegeben werden kann.

&dko=mit-wissensbasen *liste-von-WB-IDs abbildung*

Beispiel:

```
(&dko=mit-wissensbasen
      (Wb_Id_300564396723 Wb_Id_30350369040)
            (&dko=normal m516 1))
```

Hier einige Beispiele für komplette Definitionen:

Beispiel für den Typ SYMBOL:

```
(:id spannungssystem
        :name "Plattenspannsystem"
        :key 6
        :typ symbol
        :wertebereich (PS          ;; Plattenschlitz
                       PB          ;; Platten-Barenschee
                       PO          ;; Platten-Sonder
                       )
        :abbildung (
                    ps (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_300564130823)
```

```
                                (&dko=normal m732 1))
                pb (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_300564130823)
                                (&dko=normal m732 2))
                $a (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_300564130823)
                                (&dko=normal m732 unbekannt))
                $u (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_300564130823)
                                (&dko=normal m732 unbekannt))
                )
        )
```

Beispiel für den Typ ZAHL:

```
(:id papierbahn
        :name "Papierbahnbreite"
        :key 8
        :typ zahl
        :abbildung (
                $a      (&dko=mit-wissensbasen      (Wb_Id_300564130823
Wb_Id_300564396723)
                                (&dko=funktion (!dko_identitaet m5782)))
                )
        )

(:id Baujahr
        :name "Baujahr"
        :key 92
        :typ string
        :wertebereich ()
        :abbildung (
                $a (&dko=funktion (!dko_datum m340 :jahr :integer))
                )
        )
```

Beispiel für eine komplexe Abbildung:

```
(:id Falzapparat
        :name "Falzapparattyp"
        :key 12
        :typ symbol
        :wertebereich (kf64 rf144 vf80 rf96 rf160 mf64d mf32d
                        mbf kf80 kf96 bf)
        :abbildung (
                kf64 (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_30060007270)
                                        (&dko=komplex
                                         ((m2569 1) (&or 2 (8500 8300)))
                                         ((m2569 2) (&= 2 (8200)))
```

```
                                    ))
                kf80 (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_30060007270)
                                    (&dko=komplex
                                     ((m2569 3) (&or 2 (8500 8300)))
                                     ((m2569 4) (&or 2 (8900 8800)))
                                     ))
                kf96 (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_30060007270)
                                    (&dko=komplex
                                     ((m2569 5) (&or 2 (8500 8300)))
                                     ((m2569 6) (&or 2 (8900 8800)))
                                     ))
                $u (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_30060007270)
                                   (&dko=normal m2569 unbekannt))
                $a (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_30060007270)
                                    (&dko=normal m2569 unbekannt))
                )
        )

(:id quer-pefor
        :name "Querperforation"
        :key 14
        :typ symbol
        :wertebereich (QuerJ  ;; mit
                       QuerN  ;; ohne
                       )
        :abbildung ()        ;; wird in laengs-perfor behandelt
        )

(:id laengs-perfor
        :name "Längsperforation"
        :key 15
        :typ symbol
        :wertebereich (LaengsJ   ;; ja
                       LaengsN   ;; nein
                       )
        :abbildung (
                laengsj (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_30060007270)
                                    (&dko=komplex
                                     ((m2571 1) (&= 14 (querj)))
                                     ((m2571 2) (&= 14 (quern)))
                                     ((m2571 unbekannt) (&not (&= 14 (querj))))
                                     ))
                laengsn (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_30060007270)
                                    (&dko=normal m2571  2))
                $u (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_30060007270)
```

```
                                (&dko=normal m2571 unbekannt))
            $a (&dko=mit-wissensbasen (Wb_Id_30060007270)
                                (&dko=normal m2571 unbekannt))
            )
    )
```

Beispiel für den Typ STRING:

```
(:id Kunde
    :name "Kunde"
    :key 17
    :typ string
    :wertebereich ()
    :abbildung (
            $a (&dko=funktion (!dko_identitaet_string m6716))
            )
    )
```

Eine typische Protokolldatei hat einen zeilenorientierten Aufbau. In jeder Zeile steht eine Liste aus zwei Werte: der Schlüssel, mit dem das Kopplungsobjekt identifiziert wird und der Wert, der übertragen werden soll. Kommentare können mit ‘’;’’ beginnend angeschlossen werden.

Beispiel:

```
…
(2 8800)          ; Maschinentyp
...
(8 1590)          ; Papierbahnbreite
(9 1120)          ; Zylinderumfang
(10 U)            ; Laengswelle
(11 H)            ; Druckstellung
(12 KF96)         ; Falzapparat
(13 O2L)          ; 2. Laengsfalz
(14 QUERN)        ; Querperforation
(15 LAENGSN)      ; Laengsperforation
…
(86 M)            ; Antrieb EZW
(92 "29.09.1989")    ; Lieferungsbeginn
```

Der Wert (2 8800) wird, abhängig von der geladenen Wissensbasis in zwei Werte aufgespalten. Daher ist bei der Deklaration eine UND-Verknüpfung angegeben, die die verscheidenen Setzoperationen miteinander verbindet. Das Symptom M339 wird auf ‘’Commander’’ gesetzt, das Symptom M516 auf den Wert 2.

In (8 1590) und (9 1120) findet eine identische Umsetzung des Wertes statt. Die Beschreibungen der beiden Werte sind gleich.

In (10 u) und (11 H) findet eine einfache symbolische Abbildung statt, wie am Anfang des Kapitels schon ausführlich erläutert.

(12 KF96) bildet eine komplexe Abbildung. Das D3-Objekt, auf das der Wert abgebildet wird, hängt von einem anderen Wert (2) ab, der auch übertragen wird. Daher wurde eine komplexe Setzanweisung formuliert, die jeweils die verschiedenen Bedingungen enthält. In diesem Beispiel wird das Objekt M25 69 auf den Wert 4 gesetzt.

(14 QUERN) und (15 LAENGSN) bilden auch eine Abhängigkeit. Die Besonderheit hier ist jedoch, daß (14) nur dazu dient, damit (15) die korrekte Entsprechung findet, selbst aber keine Entsprechung in der Wissensbasis hat.

(92 ‘’29.09.1989’’) ist ein Textwert, der auf einen Zahlwert in der Wissensbasis abgebildet wird. Da dies eine besondere Transformation ist, wurde dazu ein benutzerspezifischer Operator benutzt: !dko_datum. Das Zielsymptom hat die Bezeichnung M340 und von dem übergebenen Text soll der Jahresteil herausgezogen werden (:jahr) und als Zahl (:integer) abgespeichert werden.

4.1.4 Ausführen von Aktionen bei bestätigten Diagnosen

In D3 besteht die Möglichkeit, am Ende eines Falls, wenn der Inferenzprozeß zur Ruhe gekommen ist, benutzerspezifische Reaktionen auf die hergeleiteten Diagnosen zu definieren.

Nachdem der Dialog beendet ist, werden der Reihe nach folgende Schritte durchgeführt:

1) Wenn Widersprüche erkannt wurden, werden diese angezeigt.
2) Alle Problemlöser, die nach der Datenerfassung arbeiten, werden jetzt aktiviert.
3) Der Dialogverwaltung wird eine Nachricht geschickt, daß der Dialog zu Ende ist.
4) Die Ergebnisse werden angezeigt.
5) Eine Benutzerdefinierte Aktion wird ermöglicht durch anstoßen den Methode `pl=reaktion-nach-datenerfassung` *`wissensbasis`*`.` Diese Methode wird nach der Wissensbasis spezialisiert und kann benutzerspezifisch überdefiniert werden.

In diesem Zusammenhang sind eventuell einige Methoden von Nutzen, mit denen die Ergebnisse der Problemlöser ermittelt werden können. Alle Methoden haben keine weiteren Argumente:

ek=benutzer-diagnosen-objekte
: Diagnosen, die der Benutzer für diesen Fall von Hand als etabliert angegeben hat.

kat=etablierte-diagnosen
: Alle heuristisch und kategorisch etablierten Diagnosen

kat=verdaechtigte-diagnosen
: Alle verdächtigten, heuristischen Diagnosen

kat=ausgeschlossene-diagnosen
: Alle kategorisch und heuristisch ausgeschlossenen Diagnosen

ue= aktuelle-diagnosen
: Die hergeleiteten Diagnosen des überdeckenden Problemlösers

ue=wichtigste-aktuelle-diagnosen
: Dieselben Diagnosen wie mit ue=aktuelle-diagnosen, jedoch nicht mehr als eine vorher angegebene Anzahl.

Beispiel:

```
(defmethod  pl=reaktion-nach-datenerfassung  ((wb  (eql
'wb_id_345698977)))
  ;; Oeffne datei
  (print (ek=benutzer-diagnosen-objekte) <datei>)
  ;; Schließe Datei
  (b=launch-application ''':mein:pfad:die_isses.exe'''))
```

4.2 D3 als eingebettetes System in Fremdprogrammen

4.2.1 Der Batchmodus

Im Batchmodus kann D3 eine Falldatei übergeben werden, D3 wertet diesen Fall aus und schreibt die Ergebnisse in eine Ergebnisdatei. Die Synchronisation des Client (das Programm, welches die Falldatei erzeugt) und dem Server (D3, das die Falldatei auswertet und die Ergebnisdatei ausgibt) erfolgt über eine Flagdatei, welche unterschiedliche Zustände annehmen kann, die durch den Dateinamen repräsentiert werden.
Mit dem Menüpunkt ABLAGE-BATCHMODUS kann zum Batchmodus umgeschaltet werden. Nach der Aktivierung befindet sich der Batchmodus im Zustand „Idle“. Nur in diesem Zustand kann der Batchmodus auch deaktiviert und dann zum Dialog zurückgekehrt werden.

Konfiguration des Batchmodus

Die Konfiguration umfaßt die Festlegung des Namens der Falldatei, der Ergebnisdatei und des Pfades, bezeichnet als Batchpfad, in welchem die Dateien zusammen mit der Flagdatei abgelegt werden. Die Einstellungen können unter dem Menüpunkt ABLAGE - BENUTZEREINSTELLUNGEN - DES BATCHMODUS verändert werden.

Dateiformate der Fall- und Ergebnisdatei

Die Falldatei muß unter dem in den Benutzereinstellungen genannten Namen in dem entsprechenden Batchpfad abgelegt werden. Der Aufbau muß folgender Struktur entsprechen. Die erste Zeile enthält eine Liste der betroffenen Frageklassen (z.B (Q21 Q16 Q17)), die folgenden Zeilen beschreiben jeweils ein Merkmal. Ein solche Beschreibung setzt sich aus dem Symbol für das Merkmal und seinem Wert zusammen (z.B. MF15 (1 2) für eine MC-Frage oder MF12 3 für eine Numerische oder OC-Frage).

Die Ergebnisdatei wird von D3 ebenfalls im Batchpfad unter dem in der Konfiguration festgelegten Namen abgelegt. Sie hat den folgenden Aufbau: Die erste Zeile enthält das Schlüsselwort ERROR:, auf welches keine oder mehrere Zeilen von Fehlermeldungen folgen. Jede Fehlermeldung umfaßt genau eine Zeile mit dem Symbol des Objektes, welches den Fehler verursachte und einer kurzen Fehlerbeschreibung. Darauffolgend erscheint das Schlüsselwort ETABLIERTE-DIAGNOSEN:, auf welches zeilenweise die etablierten Diagnosen abgelegt sind.

Zuerst das Symbol, dann der Name der Diagnose. Analog ist der Aufbau nach dem letzten Schlüsselwort VERDAECHTIGTE-DIAGNOSEN:.

Zustände der Flagdatei

Die Flagdatei, welche im Batchpfad abgelegt wird, spiegelt den gegenwärtigen Zustand des Batchmodus wieder. Über diese Datei findet die Synchronisation zwischen Client und Server statt. Die Zustände werden im Namen der Flagdatei repräsentiert. Dabei sind folgende Zustände möglich:

IDLE: Batchmodus bereit (Flagdateiname: „I“)
NEW: Neue Falldatei geschrieben (Flagdateiname: „N“)
EVAL: Falldatei befindet sich in der Auswertung (Flagdateiname: „E“)
RESULT: Ergebnisdatei ist geschrieben und kann abgeholt werden (Flagdateiname: „R“)

Protokoll zur Nutzung des Batchmodus

Mit dem Menüpunkt BATCHMODUS unter dem Menü ABLAGE kann der Batchmodus aktiviert werden. Dadurch wird die Flagdatei mit dem Zustand IDLE erzeugt, wodurch angezeigt wird, daß D3 bereit ist. Der Client kann nun eine Falldatei mit dem entsprechenden Namen erzeugen. Ist diese vollständig geschrieben, verändert er die Flagdatei zum Zustand NEW. Dadurch erhält D3 das Zeichen die Falldatei einzulesen. D3 schreibt vor dem Einlesen den Zustand EVAL, liest dann die Falldatei ein und erzeugt die Ergebnisdatei. Darauffolgend ändert D3 den Zustand in RESULT. Dies zeigt dem Client an, daß er das Ergebnis abholen und auswerten kann. Nun kann der Client den Vorgang wiederholen, also mit NEW eine neue Falldatei anzeigen oder zum Zustand IDLE zurückschalten. D3 kann den Batchmodus nur verlassen wenn der Zustand IDLE herrscht. Beim Verlassen des Batchmodus löscht D3 die Flagdatei und zeigt damit an, daß dieser nicht aktiviert ist.

4.2.2 Integration von D3 in einen WWW-Browser (Netscape)

Die meisten WWW-Browser erlauben es für spezielle Protokolle (z.B. ftp, http) spezielle Programme anzugeben, die URLs (Uniform Resource Locator) mit diesem Namen bearbeiten können. Diesen Mechanismus kann man sich zu Nutze machen, um D3 in die WWW-Browser zu integrieren. Als WWW-Browser wird exemplarisch der Netscape Navigator (> Version 2.0.2) benutzt, es sind aber auch andere Browser möglich.

4.2.2.1 Beispiel

Als Beispiel soll der Klick auf den Text ”Bitte klicken!” im Browser zur Ausführung einer Methode ”test“ führen. Im HTML-Text erscheint unter Benutzung des Protokolls ”bwww:” folgendes:

```
<A HREF="bwwwtest: test"> Bitte klicken !</A>
```

Unter D3 muß zur Implementierung des Protokolls ”bwww:” folgendes aufgerufen werden:

```
(bwww-add-protokoll
        (make-instance 'bwww~protokoll
           :name "Test b mit WWW"
           :desc "bwwwtest:"
           :f-handle 'bwww-test
           :valid-functions '(test))
         :test)

(defmethod bwww-test ((self (eql 'test))  &rest rest )
        (format  t  "~%bwww-test:  Protokoll:  bwww-test~%  Funktionsname:  ~a~%  Argumente:
~a~%"
            self rest))
```

Die Methode unter :f-handle bearbeitet alle Aufrufe und erhält die angegebene Funktion als Argument. Weitere Argumente werden im Rest übergeben.
Argumente können ganz einfach unter HTML angegeben werden: D3 muß die Angaben lediglich parsen, um die Argumente bearbeiten zu können:

```
<FORM METHOD=GET ACTION="bwwwtest: test" NAME="BLA">
<INPUT TYPE="text" NAME="text" VALUE="5" SIZE = 5 >
<INPUT TYPE="checkbox" NAME="checkbox" >
<INPUT TYPE="submit" NAME="OK" VALUE="OK">
<A HREF="bwwwtest: test"> Abschicken</A>
</FORM
```

Das Beispiel kann erst zur Ausführung kommen, wenn das Protokoll bwww: angemeldet wurde, z.B. mit

```
(nsm-send-script-line "register protocol \"CCL2\" for protocol \"bwwwtest\"")
```

4.2.2.2 Anmeldung eines Protokolls im WWW-Browser

Vor Nutzung eines eigenen Protokolls muß es im Browser angemeldet werden.

4.2.2.2.1 Macintosh und Netscape

Unter Netscape kann man ein Programm zur Bearbeitung eines Protokolls angeben. Dies kann für <Protokollname> z.B. über ein AppleScript erfolgen:

```
tell application ”Netscape Navigator”
        register protocol ”CCL2” for protocol ”<Protokollname>“
end tell
```

Unter LISP kann man auch folgendes aufrufen:

```
(nsm-send-script-line "register protocol \"CCL2\" for protocol \"<Protokollname>\"")
```

Dieser Aufruf braucht pro Protokoll nur ein einziges Mal erfolgen: Netscape speichert diese Information in seinen Voreinstellungen ab. Der Aufruf ist aber für jedes implementierte Protokoll notwendig.

4.2.2.3 Implementierung des Protokolls in D3

Das Protokoll wird durch ein Objekt der Klasse ”bwww~protokoll“ beschrieben:

```
(make-instance 'bwww~protokoll
    :name <Name des Protokolls>
    :desc <Protokollkennung (z.B. bwww:)
    :f-handle <Methode, die das Protokoll bearbeitet>
    :valid-functions <Liste von gültigen Spezialisierungen>)
```

Mit :desc wird der Protokollname, wie er im WWW-Browser angegeben wird, definiert. Die Methode unter :f-handle wird immer aufgerufen, und erhält als erstes Argument eine Spezialisierung und u.U. weitere übergebene Argumente. Nur Spezialisierungen, die unter :valid-functions angegeben sind, kommen zur Ausführung.

Die f-handle-Methode sollte der folgenden generischen Funktion genügen:

```
(defgeneric f-handle-method (specializer &rest rest))
```

Ein solches Protokoll-Objekt muß durch bwww-add-protokoll angemeldet werden.

Verfügbare Methoden:

```
bwww-add-protokoll <ProtokollObjekt> <Kennung>
bwww-get-protokoll-all
bwww-get-protokoll <Kennung>
bwww-delete-protokoll <Kennung>
```

4.3 Integration neuer Module in den Shell-Baukasten D3

Der Dreh- und Angelpunkt von D3 ist die Nutzungskomponente. Sie verwaltet alle anderen Komponenten, sorgt für deren Initialisierung beim Starten von D3 und gibt Nachrichten von einer Komponente an die andere weiter.

In D3 werden drei Arten von Komponenten unterschieden:

1.) Dialogsteuerungen
2.) Problemlöser
3.) andere Komponenten

Diese werden weiter unterteilt in:

- Dialog
- Erklärung
- Wissenseingabe
- Sonstige

Jede Komponente sollte einer CLOS-Klasse entsprechen. Damit sie von der Nutzungskomponente geeignet angesprochen werden können, müssen sie von der Klasse *D3-Nutzungsklasse* erben.

```
(defclass D3-Nutzungs-klasse ()
  ((Kategorie :initarg :nutzungs-kategorie :accessor d3-
nutzungs-kategorie)
   (id :initarg :nutzungs-id :Accessor d3-nutzungs-id)
   (wb-aendern-meldung-p :initarg :wb-aendern-meldung-p
                         :initform nil
                         :accessor d3-wb-aendern-meldung-
p)
   ))
```

`:nutzungs-kategorie` Art der Komponenten. Mögliche Werte sind: :Dialogsteuerungen, :dialog, :Erklaerung, :Sonstiges, :Problemloeser, :Wissenseingaben

`:nutzungs-id` Ein key-Wort, das im System eindeutig sein sollte. Diese Id kann programmatisch abgefragt werden, um z.B. die Existenz einer bestimmten Komponente zu ermitteln.

`:wb-aendern-meldung-p` Der Standardwert ist NIL. Wenn auf T gesetzt, bedeutet das, daß alle Änderungen an der Wissensbasis dieser Komponente gemeldet werden.
Anmerkung: Wird derzeit nicht benutzt.

Die ersten zwei Argumente müssen auf jeden Fall belegt werden, sonst wird bei der Initialisierung ein Fehler gemeldet.

Alle Fenster einer Komponente, die innerhalb der Nutzungskomponente arbeiten, müssen immer auch von der Klasse `*umgebung-fenster-mixin*` erben. Dadurch wird sichergestellt, daß bei Systemaktionen der Nutzungskomponente die Fenster geschlossen werden (z.B. bei ‘Neue Wissensbasis laden’, ‘Neuer Fall’, etc.).

Alle Fenster, die ähnliche Inhalte wie die Standarderklärungskomponente haben, müssen ausserdem von *ek-fenster-mixin* erben. Dies ermöglicht einen ähnlichen Mechanismus, wie bei der Nutzungskomponente, ist jedoch vollkommen Erklärungskomponenten-intern.

Jede Komponente, bis auf die Problemlöser, melden sich über die Funktion
`(um=komponente-anmelden <Objekt> &rest parameter)`
an. <Objekt> ist die Instanz der entsprechenden Komponentenklasse. Aktuell werden als weitere Parameter nur `:einzigart-p` unterstützt (default NIL). Ist er T, werden alle vorher angemeldeten Module derselben Kategorie aus der Registrierung gelöscht.

Die Dialogverwaltung, von der zu einem Zeitpunkt grundsätzlich nur eine aktiv sein kann, meldet sich zusätzlich mit
`(pls=dialog-anmelden <dialogverwaltung>)`
an. Dadurch wird sie zur aktiven Dialogverwaltung.
Problemlöser melden sich *nur* mit

```
(pls=problemloeser-anmelden <problemloeser> <problemloeser-id>
                            &key plm fk-gen plm-nach-fk
                                 plm-nach-dialog
                                 anzeige inkrementelle-anzeige)
```

an. Damit werden sie bei der *Problemlösesteuerung* angemeldet, die alle Problemlöser verwaltet. Sie sind dann automatisch auch der Nutzungskomponente als Komponente bekannt.
Bedeutung der Parameter:

problemloeser-id	identisch mit *nutzungs-id* (siehe oben)
:plm t	Bedeutet, daß eine inkrementelle Problemlösung durchgeführt wird, d.h., alle Werte sofort weitergegeben werden sollen. Aufruf in s=sende mit pl=sende und in s=pruefe mit pl=pruefe
:plm-nach-fk t	Bedeutet, daß erst nach dem vollständigen Beantworten einer Frageklasse der Problemlöser aufgerufen werden soll. Aufruf in fk-nach-problemloeser mit pl=frageklasse-sende
:fk-gen t	Bedeutet, daß dieser Problemlöser auch zum Indizieren von Frageklassen benutzt werden kann.
:anzeige t	Der Problemlöser zeigt seine Ergebnisse an. Aufruf mit (pl=anzeige pls)
:inkrementelle-anzeige	Anzeige an der Seite von Zwischenergebnissen. Macht nur Sinn bei inkrementeller Problemlösung.
:aktiv t	Aufruf pl=initialisiere.
:plm-nach-dialog	Anstoß des Problemlösers erfolgt erst, wenn der Dialog abgeschlossen ist. Aufruf nach Dialog mit pl=dialog-beendet.

Constraints: Anzeige von *heuristisch* und *überdeckend* dürfen nicht beide gleichzeitig aktiv sein.
:fk-gen von *problemloeser-kategorisch* darf ebenfalls nie aktiv sein.

Reagieren Funktionen

Es gibt eine Reihe von Reagieren-Funktionen, die das korrekte Funktionieren und Integrieren der Komponenten sicherstellen. Sie dienen hauptsächlich zu Verwaltungszwecken und haben nichts mit der eigentlichen Aufgabe der einzelnen Komponenten zu tun. Von daher ist es den Komponenten auch freigestellt, auf welche Nachrichten sie reagieren und auf welche nicht. Manche haben auch keinen Sinn bei bestimmten Komponenten.

Verwaltung
Jede Komponente kann bei der Umgebungssteuerung die eigene Existenz oder die einer anderen Komponente abfragen. Dazu stehen zwei Schnittstellen zur Verfügung.

```
ns=modul-vorhanden-p
       id &key (art nil)

       id ist die als nutzungs-id angegebene eindeutige
       Id der Komponente, art ist entweder NIL oder
       :objekt.
       Wenn art = NIL, dann ist ergebnis T oder NIL.
       Wenn Art = :objekt, dann ist Ergebnis NIL oder In-
       stanz der Komponente.

ns=alle-ids
       &key (kategorien :alle)

       Liefert alle zur Zeit angemeldeten Komponenten der
       angegebenen Kategorie. Kategorie ist entweder
       :alle oder eine Liste aus den moeglichen
       keys::sonstiges,    :dialog,    :Dialogsteuerungen,
       :problemloeser, :Erklaerung, :wissenseingaben
```

Initialisierung:

```
nko=Reagieren-auf-D3-starten
       (ich D3-Nutzungs-klasse)

       Wird einmal beim Starten der gesamten Applikation
       für jede angemeldete Komponente aufgerufen. Dient
       zum Initialisieren der Komponente. Zu diesem Zeit-
       punkt wurden die Benutzereinstellungen bereits ge-
       laden!

nko=Reagieren-auf-Wissensbasis-laden
       (ich D3-Nutzungs-klasse)
        Wird nach jedem Laden einer Wissensbasis aufgeru-
       fen.
```

```
nko=Reagieren-auf-Wissensbasis-loeschen
       (ich D3-Nutzungs-klasse)

       Wird nach dem Löschen einer Wissensbasis aufgeru-
       fen.

nko=reagieren-auf-fall-durchspielen
       (ich D3-Nutzungs-klasse)

       Wird ein Fall nicht vom Benutzer eingegeben, son-
       dern aus einer Datei oder ähnlichem geladen, so
       wird nach dem Durchspielen des Falls diese Nach-
       richt gesendet. Dabei spielt es keine Rolle, ob
       der Fall zu einer Lösung kam oder bei einer unbe-
       antworteten Frage hängengeblieben ist.
       Wird nicht aufgerufen, wenn der Benutzer NEUER FALL
       auswählt.

nko=reagieren-auf-fall-ruecksetzen
       (ich D3-Nutzungs-klasse)

       Wird verschickt, wenn der aktuelle Fall gelöscht
       wird.

nko=Reagieren-auf-Beenden
       (ich D3-Nutzungs-klasse)

       Wird verschickt, wenn D3 beendet wird.

nko=alle-Fenster-schliessen
       (ich D3-Nutzungs-klasse)

       Wird verschickt, wenn Aktionen passieren, die die
       Daten in den offenen Fenstern hinfällig machen,
       wie z.B. Laden einer neuen Wissensbasis, eines
       neuen Falls, etc. .
```

Grafische Oberfläche

Die Nutzungsoberfläche hat eine feste Einteilung der Bedienungsmenüs. Von Links nach Rechts sind folgende Menüs *möglich*:
Ablage, Bearbeiten, Fälle, Dialog, Erklärung, Problemlöser und Komponente.
Befinden sich in einem der genannten Menüs keine Menüpunkte, so wird es nicht angezeigt. Jede Komponente hat die Möglichkeit, eigene Menüpunkte zu den Hauptmenüs dazuzusteuern. Einzige Ausnahme bildet das Ablagen Menü. Hierin können keine Komponentenmenüs eingebaut werden (siehe `nko=eigene-menuleiste-aufrufen-menupunkt`)

```
nko=Nutzungsmenuepunkte
       (ich D3-Nutzungs-klasse) art
```

Art ist eines der Keywörter :bearbeiten :faelle :dialog :erklaerung :problemloeser :komponenten. Die Komponenten werden in der Reihenfolge der Kategorien Dialogsteuerungen, Dialoge, Erklärungen, Problemlöser und Sonstige aufgerufen.

Liefert als Ergebnis eine Liste von Menüpunkten.

nko=Nutzungsmenues
(ich D3-Nutzungs-klasse)

Wird benutzt, um das Basismenü **Komponente** aufzubauen. Dabei werden nur Komponenten der Kategorie Sonstige nach Einträgen gefragt. Ist redundant geworden, da auch nko=Nutzungsmenuepunkte diese Komponenten nach Einträgen fragt. Der Vorteil ist, daß hier ein Menü zurückgeliefert werden muß. Dadurch kann das Hauptmenü sehr kompakt gehalten werden.

Liefert ein Menü (mit Menüpunkten).

nko=Menue-p
(ich D3-Nutzungs-klasse) menue

Fragt eine Komponente, ob das Menue zu ihr gehört. Menue kann auch ein Menüpunkt sein.

Ergebnis ist T oder NIL.

nko=Nutzungseinstellungen-menuepunkte
(ich D3-Nutzungs-klasse)

Ermöglicht der Komponente einen Menüpunkt in das zentrale BENUTZEREINSTELLUNGEN Menü im Menü ABLAGE einzubringen.

Ergebnis ist genau ein Menüpunkt.

nko=eigene-menuleiste-aufrufen-menupunkt
(ich D3-Nutzungs-klasse)

Ist eine Komponente zu umfangreich, so kann sie eine eigene Menüzeile besitzen, auf die, bei Bedarf, umgeschaltet werden muß. Der Menüpunkt zur Umschaltung wird im unteren Bereich des Menüs ABLAGE eingehängt.

Liefert genau einen Menüpunkt.

Wichtig: Damit von dieser spezifischen Menüzeile zur Hauptmenü–zeile zurückgeschaltet werden kann, stellt die Nutzungskomponente einen Menüpunkt bereit, der an ähnlicher Stelle in der jeweiligen Kom–ponentenmenüzeile erscheinen soll. Die Komponente erfragt diesen Menü–punkt mit (ns=nutzungsumgebungs-menueleiste-menupunkt).

nko=Nutzungseinstellungen-sichern
(ich D3-Nutzungs-klasse) stream

Wird in Folge des Aufrufs ABLAGE-BENUTZEREINSTELLUNGEN-EINSTELLUNGEN SICHERN aufgerufen. Hiermit kann jede Komponente ihre Einstellungen in eine zentrale Datei sichern, die beim Starten von D3 automatisch geladen wird. Da diese Datei geladen wird, muß die Komponente sicherstellen, daß korrekte LISP-Anweisungen geliefert werden, die zum Ladezeitpunkt auch ausführbar sind.
stream ist die Datei in die gespeichert wird. Eine mögliche Form ist: (format stream "(setq kompo1_einstellung ~a~%" kompo1_einstellung)

Rückgabewert wird nicht betrachtet.

nko=einstellungen-wurden-geaendert
(ich D3-Nutzungs-klasse)

Wenn nachträglich neue Benutzereinstellungen geladen wurden, kann hiermit darauf reagiert werden.

nko=Versionsnummer-als-string
(ich D3-Nutzungs-klasse)

Liefert einen Text, mit dem die Versionsnummer derjeweilige Komponente in dem Dialog ÜBER D3 aufgelistet wird.

nko=Versionstext
(ich D3-Nutzungs-klasse)

Liefert einen Text, mit dem die jeweilige Komponente in dem Dialog ÜBER D3 aufgelistet wird.

nko=in-ueber-D3-anzeigen-p
(ich D3-Nutzungs-klasse)

Ermittelt, ob die Komponente im „Über D3“–Dialog überhaupt erscheinen will.

Liefert T oder NIL

Erklärung

```
nko=erklaerungs-menuepunkte
       komponente objekt

       Die Erklärungskomponente gestattet es, jedes Ob-
       jekt der Wissensbasis anzuklicken, um nähere In-
       formationen dazu zu bekommen. Dazu wird ein Pop-
       Up-Menü erzeugt, in das auch alle anderen Kompo-
       nenten, vorrangig Problemlöser, Menüpunkte einhän-
       gen können, wenn sie Informationen zu diesem Ob-
       jekt liefern können.

       Eine Liste von MenüPUNKTEN oder NIL, wenn keine
       Informationen                              vorhanden.
```

Dialog

Es gibt einige Schnittstellen speziell für den Dialog, die jedoch in Kapitel 4.3.1 genauer erklärt werden.

```
nko=dialog-wurde-aktiviert
       (ich D3-Nutzungs-klasse)

nko=dialog-wurde-deaktiviert
       (ich D3-Nutzungs-klasse)
```

4.3.1 Dialogmodule

Das Dialogmodul (DM) bildet die Schnittstelle zum Benutzer. Über das DM werden sämtliche Daten zur Problemlösung sämtlicher Problemlöser erhoben. Unter Nutzung und Programmierung der angegebenen Schnittstellen können beliebige Dialogmodule implementiert werden.

Der Dialog ist in zwei Teile geteilt. Der eine Teil ist die Dialogkontrolle und Verwaltung der potentiell mehreren gleichzeitig darzustellenden Fenster, der zweite stellt die Fragegruppen dar, die schließlich aus mehreren Fragen bestehen. Im ursprünglichen Konzept wurde pro Fenster nur eine Fragegruppe bearbeitet: die Dialogmodule können dies aber auch anders handhaben.

Die Fragen, die dem Benutzer oder Experten angezeigt werden müssen, besitzen eine externe Repräsentation (im weiteren allgemein als G–Objekt bezeichnet), die es erlaubt, das zugrunde liegende IO-System des verwendeten Computersystems optimal zu nutzen (MacToolbox, MS-Windows, CLIM). Die G–Objekte sind bezüglich ihrer Verwendung innerhalb des Problemlöseprozesses „dumm“, das bedeutet, sie haben keinerlei Wissen über Aktionen, die aufgrund ihres Wertegehalts oder ihres Zustandes (z.B. Ersteingabe, Verbesserung, o.ä.) angestoßen werden oder nicht.

Der Dialog wird mittels zwei Arten von Objekten geführt, den Frageklassen und den Fragen. Eine Frageklasse fasst mehrere Fragen zusammen und bildet mit diesen einen einheitlichen Komplex. Allerdings ist es möglich, daß eine Frage zu mehreren Frageklassen in Beziehung steht. Über die Schnittstellen zum Dialog-Steuerungsmodul bekommt der Dialog die Frageklassen und Fragen geliefert, die grafisch dargestellt werden sollen. Die Schnittstellen zur Wissensrepräsentation liefern dem Dialog die nötigen Informationen zur grafischen Repräsentation. Nach der Bearbeitung eines G–Objekts durch den Benutzer liefert der Dialog den eingegebenen Wert an die Steuerung als Antwort der Frage. Zu beachten ist dabei, daß die Steuerung nicht aktiv auf die Beantwortung einer Frage wartet, sondern diese bei dem Dialog *abliefert*, der wiederum immer, wenn eine Frage beantwortet wurde, dies an die Steuerung meldet.

Ein Dialog sollte auch immer zu bestimmten Aktionen innerhalb von D3 reagieren, wie z.B. Wissensbasis laden u.ä.

Die Fragen und Fragegruppen sind als Objekte zu übergeben. Falls nur der Symbolbezeichner (z.B. Q350) vorliegt, kann dieser mir wr=nummer->objekt konvertiert werden.

4.3.1.1 Schnittstellen vom Dialog zur Steuerung

pls=dialog-anmelden <Dialog>

Macht den Dialog bei der Dialog-Steuerung bekannt. Es kann immer nur ein Dialog angemeldet sein. Die letzte Anmeldung überschreibt alle vorherigen. Der Benutzer kann den Dialog über das Menü *Ablage:Benutzereinstellungen: der Dialogauswahl* aktivieren. Bei der Aktivierung bzw. Deaktivierung werden folgende Schnittstellen aufgerufen:
nko=dialog-wurde-aktiviert <Dialog>
nko=dialog-wurde-deaktiviert <Dialog>

pls=sag-mir-die-hierarchie <Fragegruppe>

Anfrage an die Steuerung nach den im Augenblick darzustellenden Fragen innerhalb der Fragegruppe. Diese Methode wird typischerweise aufgerufen, wenn der Problemlöser mittels *iv=stelle-fragegruppe-problemloesung* oder *iv=stelle-fragegruppen-benutzer* dem Dialog eine Fragegruppe mitgeteilt hat, die er darzustellen hat.
Rückgabewert: eine Liste aus Paaren von Fragen und der Hierarchieebene.
((<FrageN1> <EbeneX>) (<FrageN2> <Ebene X>) …)

pls=verwaltung->steuerung-frage-beantwortet <Frage> <Wert> <Fragegruppe>

Frage ist beantwortet worden mit Wert und in der angegebenen Fragegruppe. Der Wert muß vorher mit wr=wert-zulaessig-p überprüft werden.

pls=verwaltung->steuerung-fragegruppe-geschlossen <Fragegruppe>

Fragegruppe wurde vom Benutzer geschlossen z.B. durch ein Schließen des Fensters in dem die Fragegruppe dargestellt wurde.

4.3.1.2 Schnittstellen vom Dialog zur Wissensrepräsentation

wr=wert-zulaessig-p <Frage> Wert

Übergibt den eingegebenen Wert zur Überprüfung.
Rückgabewert: T, wenn der Wert korrekt; NIL, wenn nicht.
Wenn der Wert falsch ist, *kann* als zweiter Wert eine Fehlermeldung mit zurückgegeben werden!

wr=objekt-verbalisieren <Frage>

Rückgabewert: der Fragetext zur Frage.

wr=erzeuge-wert-range-liste <Frage>

Rückgabewert: die Antwortalternativen existieren im internen Format (Zahlliste bei oc oder mc z.B.)

wr=erzeuge-zusatzrange-liste <Frage>

Rückgabewert: eventuell vorhandene zusätzliche, vom System erzeugte, Antwortalternativen.

wr=verbalisierung <Frage> Wert

Rückgabewert: der Text zu einem bestimmten Wert einer Frage.

wr=wert <Frage>

Rückgabewert: der aktuellen Wert einer Frage (falls sie schon beantwortet wurde), ansonsten NIL.

wr=bild-vorhanden-p <Frage>

Rückgabewert: T, falls ein Bild vorhanden ist, ansonsten NIL.

wr=bilddatei-korrekt-p <Frage>

Rückgabewert: T, falls der Pfad zum Bild korrekt ist, ansonsten NIL

wr=bilddatei <Frage>

Rückgabewert: Pfad, der im Dateisystem zum Bild führt.

wr=erklaerung-vorhanden-p <Frage>

Rückgabewert: T, falls eine Erklärung zur Frage oder einer ihrer Antwortalternativen vorhanden ist. Die Erklärung kann mittels ek=erklaerung-zu-x-range-und-prompt dargestellt werden.

wr=erklaerung-zu-antwortalternative <Frage> <Nummer>

Rückgabewert: Text zur Antwortalternative <Nummer>, der als Erklärung gespeichert ist. Ansonsten NIL.

wr=dialog-text <Frage>

Rückgabewert: *Notiz*–Text, den der Anwender als Fallkommentar zu dieser Frage angegeben hat. Der Dialog kann den Text mit wr=dialog-text-setzen <Frage> <Text> setzen und sollte dem Anwender dazu auch die Möglichkeit geben.

4.3.1.3 Schnittstellen, von der Steuerung zum Dialog

iv=stelle-fragegruppe-problemloesung <Dialog> <Fragegruppe>
Über diese Schnittstelle bekommt der Dialog die zu stellenden Fragegruppen von der Steuerung mitgeteilt.

iv=stelle-fragegruppen-benutzer <Dialog> <Liste von Fragegruppen>
Fragegruppen, die der Benutzer auswählt, werden dem Dialog mitgeteilt. Es wird eine Liste von Fragegruppen übergeben.

iv=folgefragen-stellen <Dialog> <Fragegruppe> <Frage> <Liste von Folgefragen>
In der Fragegruppe sollen, eventuell hinter der Frage, die Fragen aus der Liste von Folgefragen gestellt werden.

iv=folgefragen-loeschen <Dialog> <Fragegruppe> <Liste von Fragen>
In der Darstellung der Fragegruppe werden die Fragen aus der Liste von Fragen gelöscht. Die restlichen Fragen müssen eventuell in ihrer Position entsprechend angepasst werden.

iv=steuerung->verwaltung-fragegruppe-schliessen <Dialog> <Fragegruppe>
Aufforderung an den Dialog, die übergebene Fragegruppe nicht länger darzustellen.

iv=offene-frageklassen <Dialog>
Der Dialog wird nach allen offenen Fragegruppen gefragt. Rückgabe soll eine Liste von Fragegruppen sein oder NIL, falls keine Fragegruppen mehr offen sind.

iv=offene-fragen <Dialog>
Die noch nicht beantworteten Fragen der aktuellen Fragegruppe.

iv=aktuelle-frage <Dialog>
Die aktuelle Frage der aktuellen Fragegruppe.

iv=aktuelle-frageklasse <Dialog>
Gibt die aktuelle Fragegruppe zurück.

iv=unbeantwortete-fragen-p <Dialog> <Fragegruppe>
Sind in der Fragegruppe noch unabgeschickte Fragen vorhanden ?

iv=fragegruppen-offene-fenster-schliessen <Dialog>
Alle noch offenen Fenster des Dialogs sollen geschlossen werden.

iv=fragegruppenverwaltung-ruecksetzen <Dialog>

Der Dialog wird durch die Steuerung zurückgesetzt, und erhält die Gelegenheit sich zu initialisieren. Diese Methode wird typischeweise aufgerufen, wenn ein Wechsel der Dialogart aufgerufen wurde oder der Fall abgebrochen wurde.

iv=dialog-ist-beendet <Dialog>

Nachricht, daß der Dialog beendet ist.

4.3.2 Problemlösermodule

Wie in Kapitel 4.3 bereits erwähnt, wird ein Problemlöser mit `(pls=problemloeser-anmelden <problemloeser> <problemloeser-id &key)` angemeldet.
Bedeutung der möglichen Parameter:

problemloeser-id	identisch mit *nutzungs-id* (siehe 4.3)
:plm t	Bedeutet, daß eine inkrementelle Problemlösung durchgeführt wird, d.h., alle Werte sofort weitergeben werden sollen. Aufruf in s=sende mit pl=sende und in s=pruefe mit pl=pruefe
:plm-nach-fk t	Bedeutet, daß erst nach dem vollständigen Beantworten einer Frageklasse der Problemlösers aufgerufen werden soll. Aufruf in fk-nach-problemloeser mit pl=frageklasse-sende
:fk-gen t	Bedeutet, daß dieser Problemlösers auch zum Indizieren von Frageklassen benutzt werden kann.
:anzeige t	Der Problemlöser zeigt seine Ergebnisse an. Aufruf mit (pl=anzeige pls)
:inkrementelle-anzeige	Anzeige an der Seite von Zwischenergebnissen. Macht nur Sinn bei inkrementeller Problemlösung.
:aktiv t	Aufruf pl=initialisiere.
:plm-nach-dialog	Anstoß des Problemlösers erst, wenn der Dialog abgeschlossen ist. Aufruf nach Dialog mit pl=dialog-beendet.

Constraints: Anzeige von heuristisch und überdeckend dürfen nicht beide aktiv sein
:fk-gen von problemloeser-kategorisch darf auch nie an sein

Jeder Problemlöser kann, muß aber nicht, von der Klasse *problemloeser* erben.
`(defclass problemloeser (D3-Nutzungs-klasse) ())`

In diesem Fall sind die nachfolgenden Methoden bereits vordefiniert. Die Standardfunktionen haben keine Aktionen zur Folge.

4.3.2.1 Schnittstelle zum Problemlöser

```
pl=frageklasse-sende
       (ich problemloeser) frageklasse

       Wenn eine Frageklasse abgeschlossen ist, schickt
       diese eine Nachricht an alle Problemlöser.

pl=unsinnige-loesungseigenschaften
       (ich problemloeser)

       Lösungseigenschaften, die bei diesem Problemlöser
       keinen Sinn ergeben (z.B. Lösung nach Dialog beim
       heuristischen Pl).
```

Liefert eine Liste von Keywörtern

pl=problemloesungsobjekt-einsetzen
(ich problemloeser)

Die übergebene Problemlöser-Instanz ist die aktuell aktive. Wichtig, wenn für multiple Fälle mehrere Problemlöser aktiv sein können. Die Standardmethode gibt eine Meldung aus, daß diese Methode definiert werden muß, um einen korrekten Betrieb zu gewährleisten.

PL=REAGIEREN-AUF-WISSENBASIS-LOESCHEN
(ich problemloeser)

Damit der Problemlöser auf eine Veränderung der Wissensbasis reagieren kann.

PL=HOLE-DS-FUER-FK-AUSWAHL
(ich problemloeser)

Aufruf von der Problemlösesteuerung. Holt sich von dem/den Problemlösern, die für die Dialogsteuerung wichtig sind, Diagnosen, die eventuell direkt Frageklassen indizieren können (ohne Regeln).

PL=ANZEIGE
(ich problemloeser)

Nachricht, daß die Ergebnisse des Problemlösers ausgegeben werden sollen.

PL=INITIALISIERE
(ich problemloeser) flag

Initialisierungsaufforderung der Nutzungskomponente, bevor neuer Fall gestartet wird. flag ist T, wenn ein Fall wiederholt wird.

wr=objekt-ruecksetzen
Objekt

Das Objekt muß daraufhin in seinen Anfangszustand versetzt werden. In diesen Methoden muß auf jeden Fall *call-next-method* aufgerufen werden, damit auch die anderen Problemlöser mit ihren Methoden drankommen. Dient dazu, damit der Problemlöser eigene Slots in dem Objekt initialisieren kann.

PL=PRUEFE
(ich problemloeser) objekt

Prüft die Konsequenzen aus der Wertänderung von objekt

PL=SENDE
(ich problemloeser) objekt

Sendet objekt an den Problemlöser, damit dieser entsprechende Aktionen anstößt (regeln überprüfen, etc.)

pl=anzeigefenster
(ich problemloeser)

Nachricht an alle Problemlöser, die Zwischenergebnisse anzeigen wollen oder können.

Liefert eine Liste aus zwei Werten. Der erste Wert ist eine Funktion ohne Parameter, die die Zwischenergebnisse liefert (objekte). Der zweite Wert ist ein Text, der als Titel über dem Fenster erscheint, das die Ergebnisse anzeigt.

pl=dialog-beendet
(ich problemloeser)

Nach dem Abschluß des Dialogs bekommen alle Problemlöser, die erst nach Dialogabschluß aktiv werden wollen, diese Nachricht.

pl=bewertung-diagnose
(ich problemlöser) Diagnose

Fragt einen speziellen Problemlöser nach seiner Bewertung für eine bestimmte Diagnose.

Rückgabe: Die Bewertung der Diagnose oder NIL, wenn keine vorhanden.

pl=gesicherte-diagnosen
(ich problemlöser)

Anfrage an einen Problemlöser nach allen zu diesem Zeitpunkt von diesem Problemlöser gesichert hergeleiteten Diagnosen.

Rückgabe: Liste von Diagnosen oder NIL, wenn keine vorhanden.

4.3.2.2 *Schnittstellen von den Problemlösern zur Steuerung*

```
pls=welche-bewertung-hat
       objekt

       Fragt die Steuerung, ob andere eventuell vorhande-
       ne Problemlöser eine Bewertung für das Objekt ha-
       ben.

       Rückgabe: Bewertung für dieses Objekt oder NIL,
       wenn keine Bewertung vorhanden.

pls=frageklasse-sicher-stellen
       frageklasse

       Teilt der Steuerung mit, daß die Frageklasse auf
       jeden Fall gestellt werden soll. Wird benutzt, um
       nach der Etablierung einer Diagnose eine Frage-
       klasse zu stellen


pls=frageklasse-sicher-zurueck
       frageklasse

       Falls eine Diagnose zurückgezogen wird, wird damit
       der Steuerung bekanntgegeben, daß die diesbezügli-
       che Frageklasse nicht mehr gestellt werden soll.


pls=diagnose-senden
       (diagnose Diagnose-allgemein)

       Macht den Status einer Diagnose im System bekannt.
       Dieser Aufruf ist momentan nur vom heuristischen
       Problemlöser aus sinnvoll. Daraufhin werden von
       der Steuerung möglicherweise allgemeine Regeln ak-
       tiviert.

iv=diagnose-pruefen
       (diagnose Diagnose-allgemein)

       Wie oben. Wird benutzt, um die Statusänderung ei-
       ner Diagnose bekanntzugeben.
```

4.3.2.3 *Schnittstellen von den Problemlösern zu dem Regelinterpreter*

Diese Schnittstellen sind nur interessant, wenn Regeln benutzt werden, die vom allgemeinen Regelinterpreter verarbeitet werden.

```
r=pls-aktiviere
       (regel Regel) Objekt

       Weiterleitung der Regel mit dem Objekt (das in der
       Kondition der Regel steht) an den Regelinterpreter
       zur Bearbeitung.


r=pls-zirk-regel
       Regel etablierte_Diagnose

       Blockiert zirkuläre Regel, falls Diagnose etab-
       liert wurde.


r=pls-rueck-zirk-regel
       Regel etablierte_Diagnose

       Macht die Blockade einer zirkulären Regel rückgän-
       gig, falls Diagnose etabliert wurde.

r=pls-empfange-kontext
       (regel Regel) Objekt

       Meldet Kontext der Regel von etablierter Diagnose
       oder Symptome; Bei direkt überdeckender Regel wer-
       den zusätzlich eventuelle Vorregeln aktiviert (aus
       Kontext oder zur Aktivierung überdeckender Re-
       geln).


r=pls-ruecksetze-kontext
       (regel Regel) Objekt

       Meldet Rücksetzen des Kontextes von nicht mehr e-
       tablierter Diagnose oder Symptom.


r=pls-gefeuert?
       (regel Regel)

       Zur Überprüfung, ob Regel gefeuert hat.

r=pls-pruefe
       (regel Regel) Objekt

       Überprüft Auswirkungen eines geänderten Objekts
       auf Regel.
```

5 Beispiel zum Aufbau eines Diagnosesystems

Im fogenden wird eine kleine Beispielwissensbasis aus dem Bereich der KFZ-Motordiagnose beschrieben (Abschnitt 5.1) und deren Eingabe in D3 mit zahlreichen Bildschirmabzügen illustriert (Abschnitt 5.2–9). Das aufgebaute Expertensystem wird in einer kurzen Konsultation an einem Beispielfall getestet (5.10). Das Beispiel wurde so gewählt, daß möglichst viele Funktionen von D3 gezeigt werden können; das sind einerseits weit mehr, als ein "Minimalist" kennen muß, andererseits sind viele Optionen in dem Beispiel nicht abgedeckt.

Um den Beispieldialog zur Eingabe der Beispielwissensbasis durchzuspielen, muß man einen ungefähren Zeitbedarf von ca. 3–6 Stunden (geübte Benutzer brauchen vielleicht die Hälfte) ansetzen.

5.1 Kurzbeschreibung einer Kfz-Beispielwissensbasis

Das Beispiel-Expertensystem soll folgende Diagnosen stellen können:

- **Leerlaufsystem** ist defekt
- **Ansaugsystem** ist undicht
- **Luftfiltereinsatz** ist verschmutzt
- **Zündeinstellung** ist falsch
- **Batterie** ist leer

Abb. 5.1. Diagnosen der Wissensbasis

Die Wissensbasis enthält folgende Einzelfragen, die zur Frageklasse "Beobachtungen" zusammengefaßt sind:

• **Abgase:**	(one-choice)
schwarz	
bläulich	
• **Auspuffrohrfarbe**:	(one-choice)
braun	
grau	
hellgrau	
schwarz verrußt	
• **Benzinart**:	(one-choice)
bleifrei	
bleihaltig	
• **Üblicher Kraftstoffverbrauch/100 km**:	(numerisch)
• **Tatsächlicher Kraftstoffverbrauch/100 km**:	(numerisch)
• **Motorgeräusche**:	(multiple-choice)
klopfen	
klingeln, ...	
• **Verhalten bei Motorstart**:	(one-choice)
springt normal an	
springt schlecht an	
springt überhaupt nicht an	
• **Fahrverhalten**:	(multiple-choice)
verzögertes Anfahren	
schlechte Beschleunigung	
Leerlauf ist zu niedrig	
Leerlauf ist unregelmäßig	
zu wenig Leistung bei Teillast	
zu wenig Leistung bei Vollast	

Abb. 5.2. Standardfragen der Frageklasse "Beobachtungen"

Die Fragen nach dem üblichen und tatsächlichen Kraftstoffverbrauch sind numerische Fragen (die Antwort ist eine Zahl), alle anderen One- (genau eine der Antwortalternativen kann zutreffen), bzw. Multiple-choice-Fragen (keine, eine oder mehrere Antwortalternativen sind erlaubt).

Folgende Frage nach dem Verhalten des Anlassers soll gestellt werden, falls der Motor schlecht oder überhaupt nicht anspringt.

• **Anlasser**:	(one-choice)
dreht den Motor normal durch	
dreht den Motor nicht normal durch	
Stellen der Frage:	
wenn Verhalten bei Motorstart = springt schlecht <u>oder</u> überhaupt nicht an	

Abb. 5.3. Folgefrage "Anlasser"

Weiterhin soll es für jede Diagnose eine spezifische Untersuchung zu deren Absicherung oder Ausschluß geben. Die Untersuchungen sollen nur durchgeführt werden, wenn die jeweilige Diagnose aufgrund der Beobachtungen verdächtigt oder bestätigt ist (letzteres zur endgültigen Absicherung der Diagnose).

• **Test Leerlaufsystem o.k.?**	(ja/nein)
• **Test Ansaugsystem o.k.?**	(ja/nein)
• **Test Luftfiltereinsatz o.k.?**	(ja/nein)
• **Test Zündeinstellung o.k.?**	(ja/nein)
• **Test Batterie leer?**	(ja/nein)

Abb. 5.4. Spezielle Untersuchungen für jede der Diagnosen

Aus den gestellten Fragen leiten wir einfache Symptominterpretationen ab. Zum einen vergleichen wir den tatsächlichen mit dem üblichen Kraftstoffverbrauch (-> Abweichung des Kraftstoffverbrauchs in %) und berechnen daraus, ob und wie stark der Kraftstoffverbrauch erhöht ist (-> "Normierter Kraftstoffverbrauch").

• **Normierter Kraftstoffverbrauch**: (one-choice)
normal
leicht erhöht
stark erhöht

Herleitung:

normal:	wenn Abweichung des Kraftstoffverbrauchs < 10%
leicht erhöht:	wenn 10% ≤ Abweichung des Kraftstoffverbrauchs < 20%
erhöht:	wenn Abweichung des Kraftstoffverbrauchs ≥ 20%

Berechnung der Abweichung des Kraftstoffverbrauchs:

$$\frac{\text{Tatsächlicher Kraftstoffverbrauch/100 km} - \text{Üblicher Kraftstoffverbrauch/100 km}}{\text{Üblicher Kraftstoffverbrauch/100 km}} * 100$$

Abb. 5.5. Symptominterpretation "Normierter Kraftstoffverbrauch"

Mit einer zweiten Symptominterpretation soll bewertet werden, ob die beobachtete Auspuffrohrfarbe normal oder abnorm ist.

• **Bewertung Auspuffrohrfarbe**: (one-choice)
normal
abnorm
Herleitung:
normal: wenn Auspuffrohr = braun, grau oder hellgrau
normal: wenn Auspuffrohr = schwarz verrußt und Benzinart = bleifrei
abnorm: wenn Auspuffrohr = schwarz verrußt und Benzinart = bleihaltig

Abb. 5.6. Symptominterpretation "Bewertung Auspuffrohrfarbe"

Nun werden für die Diagnosen die für sie typischen beobachteten und interpretierten Symptome angegeben. Da die Symptome im allgemeinen mehrdeutig sind, ist auch eine Angabe zur Stärke der Beziehung erforderlich. Da diese von der gewählten Problemlösungsmethode abhängt, geben wir sie nicht hier, sondern bei der Beschreibung der Wissenseingabe in den Abschnitten 5.7–5.9 an.

• Luftfiltereinsatz verschmutzt (Diagnose)
Hinweise:
schwarze Abgase
Auspuffrohrfarbe abnorm
Kraftstoffverbrauch leicht erhöht oder erhöht
unregelmäßiger Leerlauf
Motor springt schlecht an (bei normalem Verhalten des Anlassers)
Gegenargumente:
Abgase nicht schwarz
Kraftstoffverbrauch normal
Motor springt normal an
Absicherung:
Test Luftfiltereinsatz o.k.? = nein

• Leerlaufsystem ist defekt (Diagnose)
Hinweise:
Leerlauf ist zu niedrig
Leerlauf ist unregelmäßig
Motor springt schlecht oder gar nicht an (bei normalem Verhalten des Anlassers)
Gegenargumente:
Leerlauf ist nicht zu niedrig
Leerlauf ist nicht unregelmäßig
Absicherung:
Test Leerlaufsystem o.k.? = nein

• Ansaugsystem ist undicht (Diagnose)
Hinweise:
zu wenig Leistung bei Teillast
Leerlauf ist unregelmäßig
Kraftstoffverbrauch leicht erhöht oder erhöht
Gegenargumente:
Kraftstoffverbrauch ist normal
Absicherung:
Test Ansaugsystem o.k.? = nein

• Zündeinstellung ist falsch (Diagnose)
Hinweise:
Klingeln oder Klopfen
verzögertes Anfahren
Leerlauf ist unregelmäßig
Motor springt schlecht oder gar nicht an (bei normalem Verhalten des Anlassers)
Gegenargumente:
Kein Klingeln oder Klopfen
Motor springt normal an
Absicherung:
Test Zündeinstellung o.k.? = nein

• Batterie ist leer (Diagnose)
Hinweis: Anlasser dreht nicht durch
Gegenargument: Anlasser dreht durch
Absicherung: Test Batterie ist leer

Abb. 5.7. Herleitung der Diagnosen

5.2 Starten der Wissenseingabe

D3 wird durch Doppelklick auf das Symbol D3-Shell-1.0 gestartet. Es wird im Menü **Wissenseingabe** der Punkt **nur Menüzeile** ausgewählt. Mit **Ok** wird das Menü geschlossen.Danach erscheint auf dem Bildschirm die Wisseneingabe-Menüzeile und ein zweites Fenster zum Öffnen einer vorhandenen Wissensbasis. In unserem Fall beenden wir diesen Dialog mit **Abbrechen**, da wir eine komplett neue Wissensbasis aufbauen möchten.

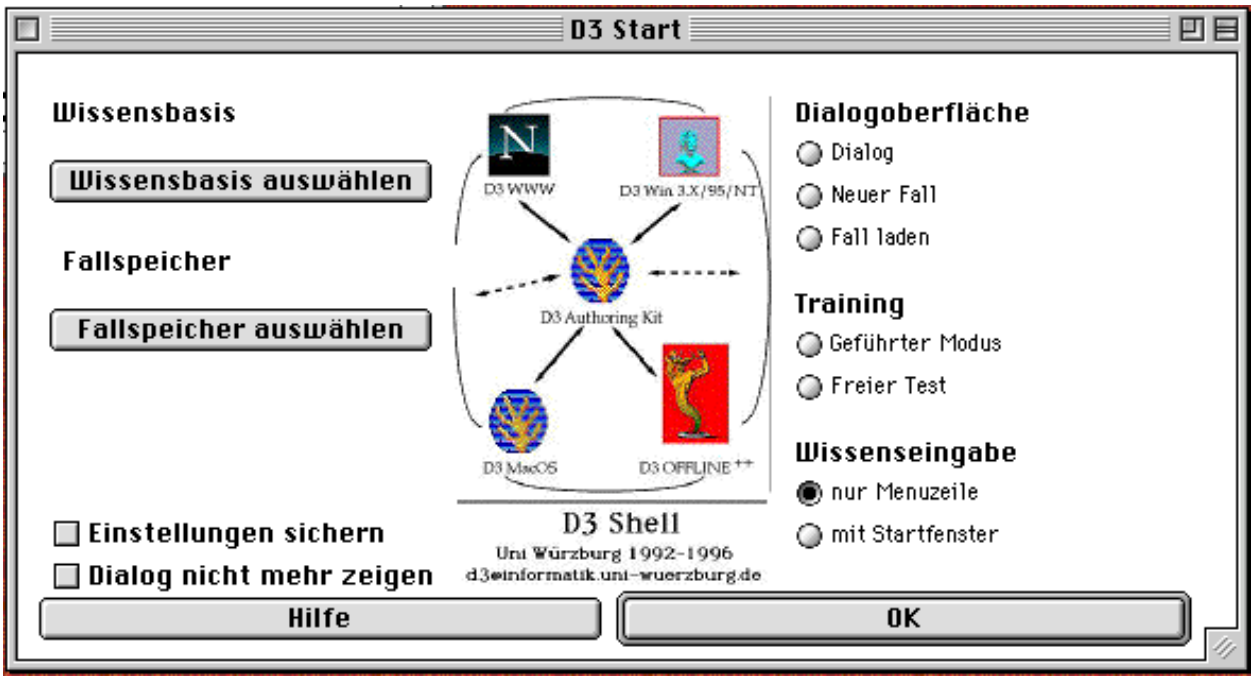


Abb. 5.8 Unter Wissenseingabe ist der Menüpunkt **nur Menüzeile** zu markieren

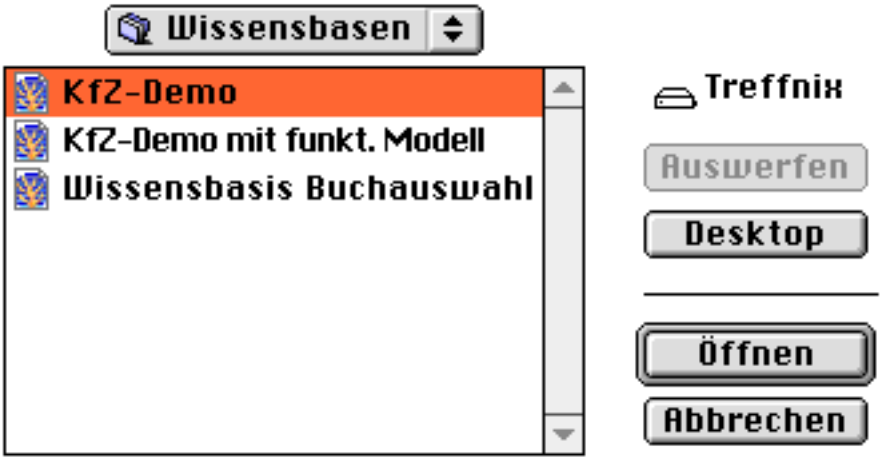


Abb. 5.9 Bei der Wissensbasisauswahl ist **Abbrechen** anzuklicken

Der Aufbau der Wissensbasis geschieht in folgenden Schritten, die den Abschnitten 5.3–5.10 entsprechen:

1) Aufbauen der Diagnosehierarchie
2) Eingeben und Indizieren der Frageklassen
3) Aufbauen eines Entscheidungsbaumes
4) Eingeben von Symptominterpretationen
5) Eingeben von heuristischem Diagnosewissen
6) Eingeben von überdeckendem Diagnosewissen
7) Eingeben von fallbasiertem Wissen
8) Testen der Wissensbasis

5.3 Aufbauen der Diagnosehierarchie

Zur Eingabe der Diagnosebezeichnungen wird die Diagnosehierarchie durch den Menüpunkt **Diagnosehierarchie** im **Begriffe**-Menü oder mit der gleichbedeutenden Tastenkombination □**-D** aufgerufen.



Abb. 5.10. Aufruf der Diagnosehierarchie

Bei einer noch leeren Wissensbasis wie in unserem Fall wird lediglich das Anfangsobjekt "Klassifikation" in dem Fenster angezeigt. Durch Anklicken des Kästchens und Wahl des im **Bearbeiten**-Menü befindlichen Menüpunktes **Diagnosen anhängen...**erscheint ein Fenster, in dem neue Diagnosen eingegeben werden können.

Beim Eintragen von Werten, bzw. Begriffen im Fenster **Einfügen in Diagnosehierarchie** kommt man entweder durch Drücken der Tabulator-Taste oder durch Anklicken des nächsten Schreibfeldes in die nächste Zeile. Die Eingabe wird durch die Return-Taste oder des **Anhängen**-Knopfes abgeschlossen. Die Diagnosehierarchie wird um die neuen Einträge, wie in Abbildung 5.12 gezeigt, erweitert.



Abb. 5.11. Aufbau der Diagnosehierarchie

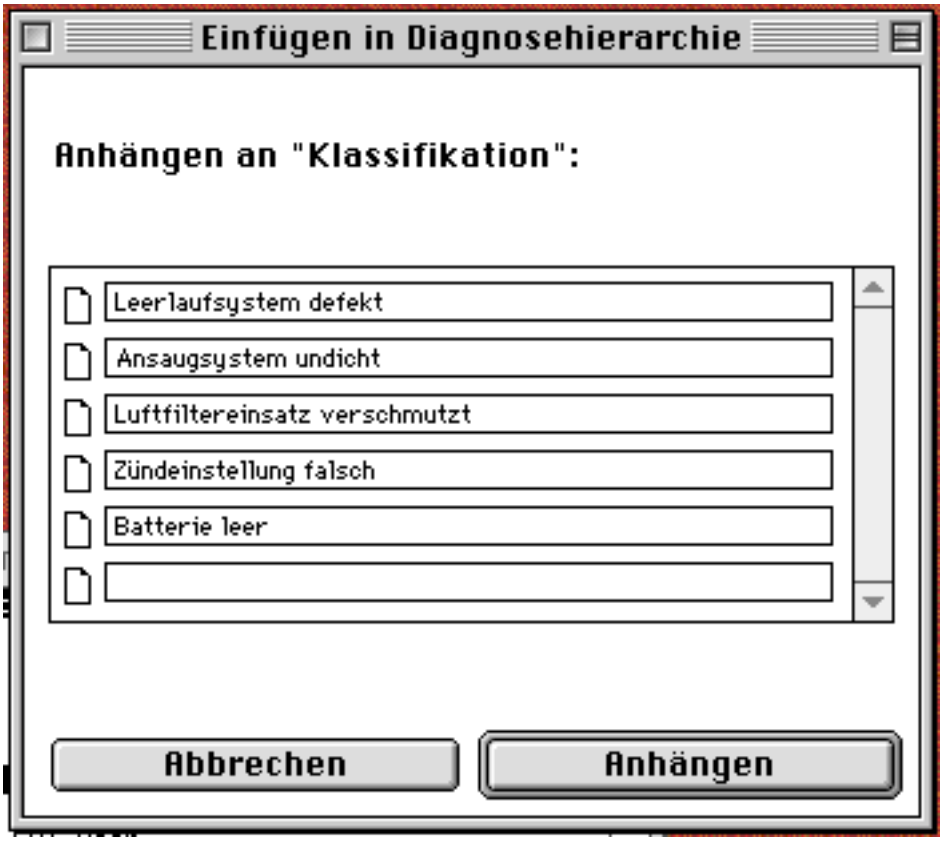


Abb. 5.12. Eingabe neuer Diagnosen: Die Texte sind vom Anwender einzugeben.

Jede Diagnose kann selbst wieder Nachfolger haben, wobei ein Nachfolger auch verschiedene Vorgänger haben darf. Ein schwarzer Punkt links unten im Kästchen bedeutet, daß es noch keine Regeln zu der Diagnose gibt.

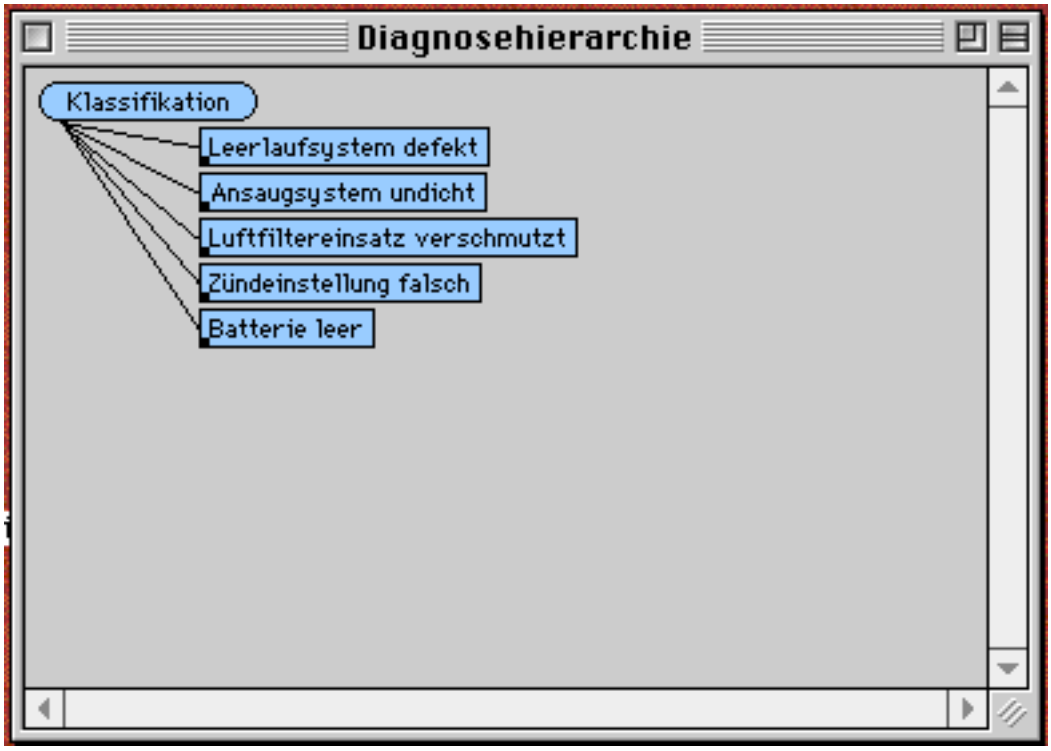


Abb. 5.13. Aufgebaute Diagnosehierarchie

5.4 Eingeben und Indizieren der Frageklassen

Die Symptomhierarchie wird im Menü **Begriffe** durch den Menüpunkt **Symptomhierarchie** aufgerufen und ist ähnlich aufgebaut wie die Diagnosehierarchie. Unterschiedlich ist, daß in ihr zwischen folgenden vier Objekttypen differenziert wird:

- **Frageklassenoberbegriffe**, die Frageklassen zusammenfassen.
- **Frageklassen**, die Einzelfragen zusammenfassen.
- **Fragen**, die an den Benutzer gestellt werden.
- **Symptominterpretationen**, die automatisch abgeleitet werden.

Die verschiedenen Objekttypen sind durch Farben gekennzeichnet: Frageklassen und -oberbegriffe sind hell- bzw. dunkelviolett; Fragen gelb und Symptominterpretationen grün.

Da bei der Benutzung der Symptomhierarchie im Gegensatz zur Diagnosehierarchie für Fragen Formulare benutzt werden müssen, was etwas umständlich ist, zeigen wir hier eine andere, für die meisten Zwecke bequemere Eingabeform mit **Frageklassehierarchien** und **Entscheidungsbäumen**. Dabei werden zunächst die Frageklassen benannt (wird in diesem Abschnitt behandelt) und für jede Frageklasse dann mit dem Entscheidungsbaumeditor die Fragen, Folgefragen und Antwortalternativen eingegeben (folgender Abschnitt, 5.5). Die Benutzung der Symptomhierarchie wird anschließend bei der Eingabe von Symptominterpretationen gezeigt (Abschnitt 5.6).

Zunächst wird eine Frageklasse "Beobachtungen" eingegeben. Dazu wird aus dem Menü **Begriffe** der Menüpunkt **Frageklassehierarchie** gewählt.

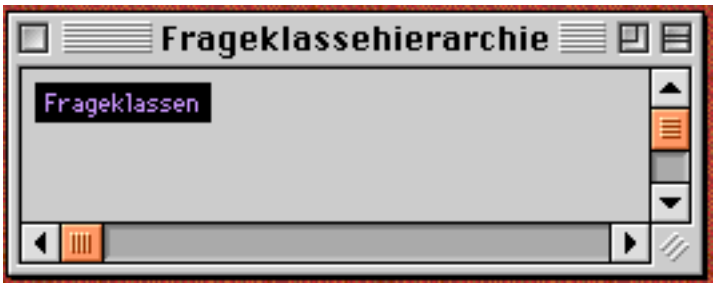


Abb. 5.14 Frageklassehierarchie

Ähnlich wie bei der Diagnosehierarchie muß der Begriff "Frageklassen" markiert sein, um Frageklassen anhängen zu können. Danach wird in **Bearbeiten** der Menüpunkt **Frageklassen anhängen** ausgewählt. Als Resultat öffnet sich ein neues

Fenster, in das der Text "*Beobachtungen*" einzutragen ist. Mit **Anhängen** wird der Arbeitsschritt beendet.



Abb. 5.15: An die Frageklassen wird "Beobachtungen" angehängt.

Weiterhin soll eine Gruppe von technischen Untersuchungen – je eine zur Bestätigung jeder Diagnose – definiert werden. Dazu wird zur besseren Strukturierung erst ein Frageklassenoberbegriff "technische Untersuchungen" definiert, an den dann die fünf Frageklassen angehängt werden.

Im Fenster **Frageklassenhierarchie** wird "**Frageklassen**" markiert. Nun wird im Menü **Bearbeiten** der Menüpunkt **Frageklassenoberbegriffe anhängen** gewählt. Im daraufhin geöffneten Fenster **Einfügen in die Fragehierarchie** wird "*Technische Untersuchungen*" an der Cursorposition eingegeben. Der Arbeitsschritt wird mit **Anhängen** beendet. Das Fenster **Frageklassenhierarchie** wird automatisch um den neuen Eintrag aktualisiert.

Dieser neu dargestellte Eintrag ist nun zu markieren, und im Menü **Bearbeiten** ist der Menüpunkt **Frageklassen anhängen...** anzuwählen. Nun werden, wie in Abbildung 5.19, die einzelnen Untersuchungen eingegeben und dies durch **Anhängen** beendet.

Die Aktualisierung des Fensters **Frageklassenhierarchie** erfolgt selbstständig.

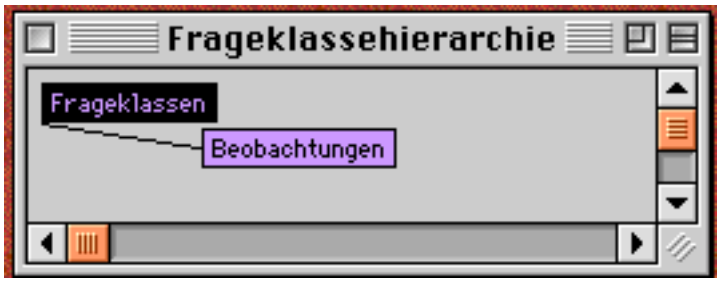


Abb. 5.16 Frageklassehierarchie



Abb. 5.17 Anhängen der Frageklasse "Technische Untersuchungen" an die Frageklassehierarchie

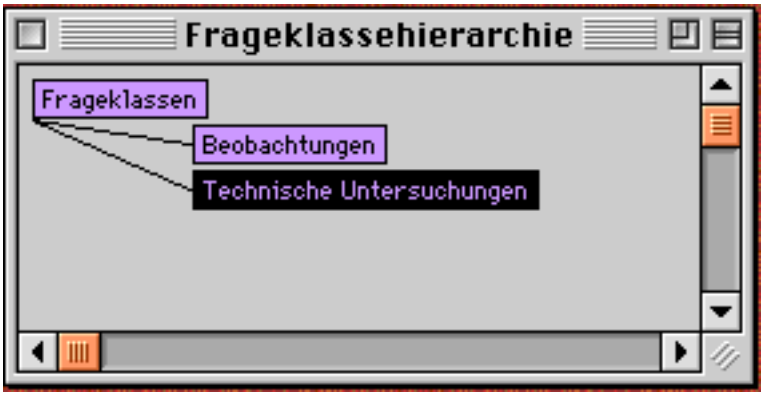


Abb. 5.18. Eingabe eines Frageklassenoberbegriffes



Abb. 5.19. Eingabe der Frageklassen unter dem Frageklassenoberbegriff "technische Untersuchungen"

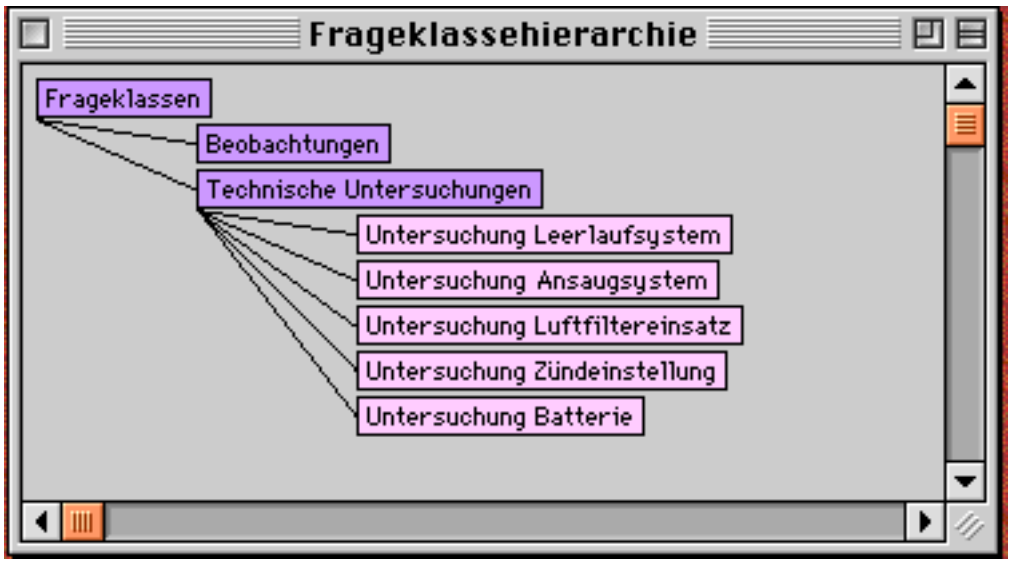


Abb. 5.20 Übersicht über die momentane Frageklassehierarchie

Im folgenden wird angegeben, wann welche Frageklasse indiziert wird. Die Beobachtungen sollen immer beim Starten eines neuen Falles kommen, die Untersuchungen jeweils, wenn die zugehörige Diagnose entweder verdächtigt oder bestätigt ist (außer "Untersuchung Batterie", da sie zur Illustration der Entscheidungsbäume (s. u.) dient).

Dafür ist im Fenster **Frageklassenhierarchie** der Eintrag "*Beobachtungen*" zu markieren[11], sowie alle "*Untersuchungen...* " außer "*Untersuchung Batterie*"".

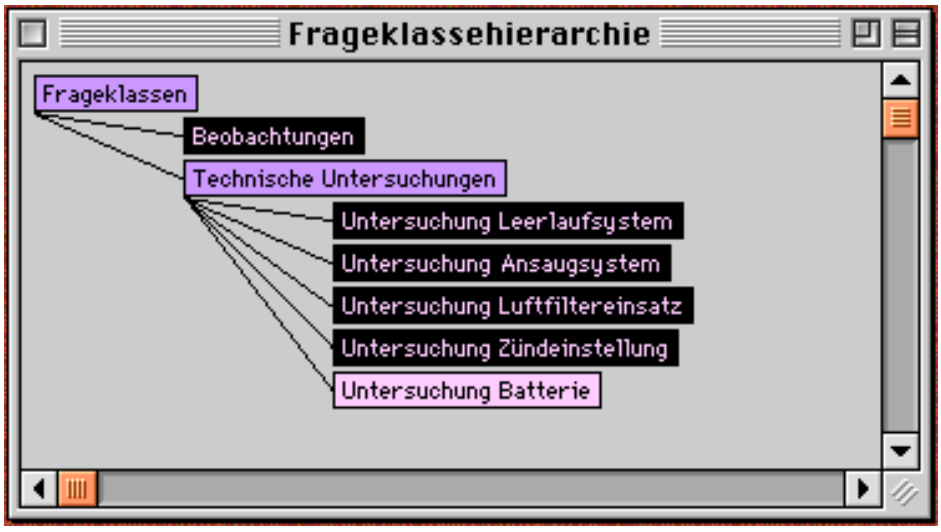


Abb. 5.21 Übersicht über die momentane Frageklassehierarchie mit markierten Einträgen

[11] Zur gleichzeitigen Markierung mehrerer Objekte muß die Shift-Taste gedrückt gehalten werden.

Danach wird aus dem Menü **Dialog** der **Menüpunkt Dialogsteuerung-Übersichtstabelle** aufgerufen.

Im daraufhin erscheinenden Fenster markiert man die Zeile "Indikation nach Bestätigung von", ruft im Menü **Bearbeiten** den Menüpunkt **Zeilen erweitern** auf und überträgt die relevanten Diagnosen aus der Diagnosehierarchie. (Abb. 5.22)

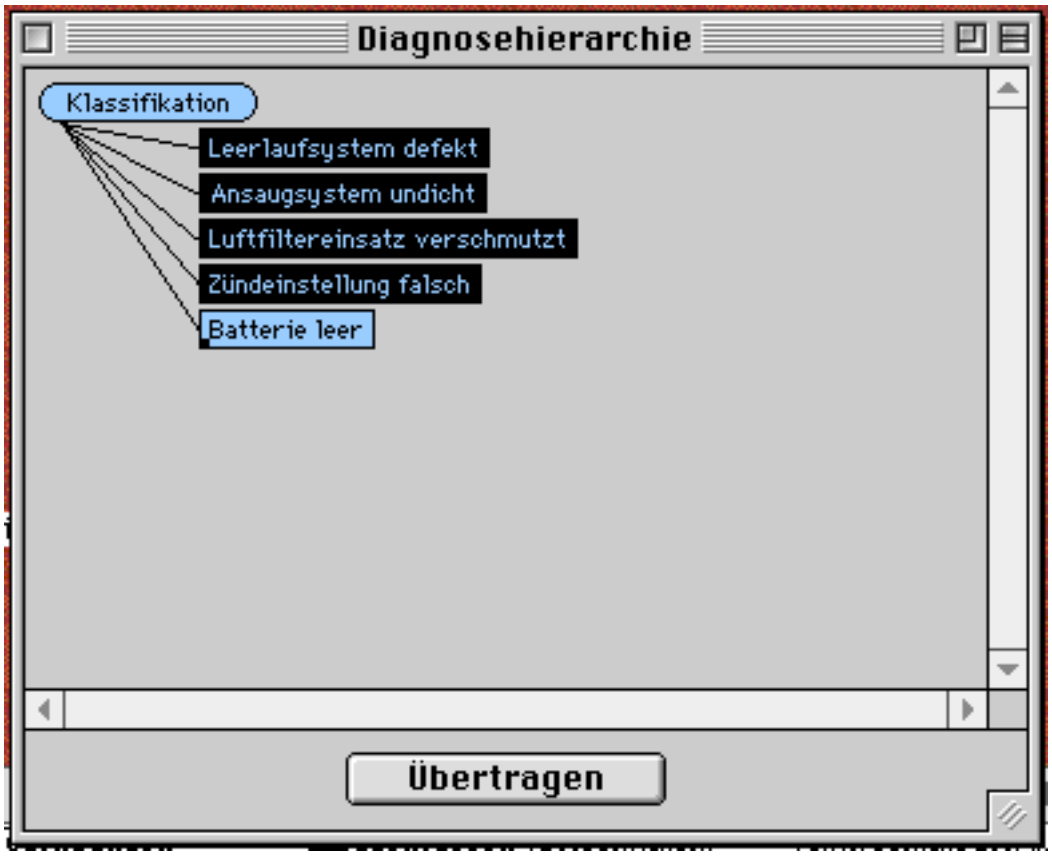


Abb. 5.22 Diagnosehierarchie

Dafür sind alle Diagnosen außer „*Batterie leer*“ und „*Klassifikation*“ in der Diagnosehierarchie zu markieren. Die Auswahl wird mittels **Übertragen** bestätigt.

Nun ist „Nutzung zur Klärung von“ zu markieren. Daraufhin wird im Menüpunkt **Bearbeiten** der Unterpunkt **Zeilen erweitern** gewählt. Mittels Klick auf **Übertragen** werden die schon markierten Einträge erneut in die Diagnosehierarchie übernommen. Schließlich wird die Tabelle per Mausklick (X) und Tastatureingabe (für numerische Werte) ausgefüllt, wie in Abbildung 5.23 dargestellt ist.

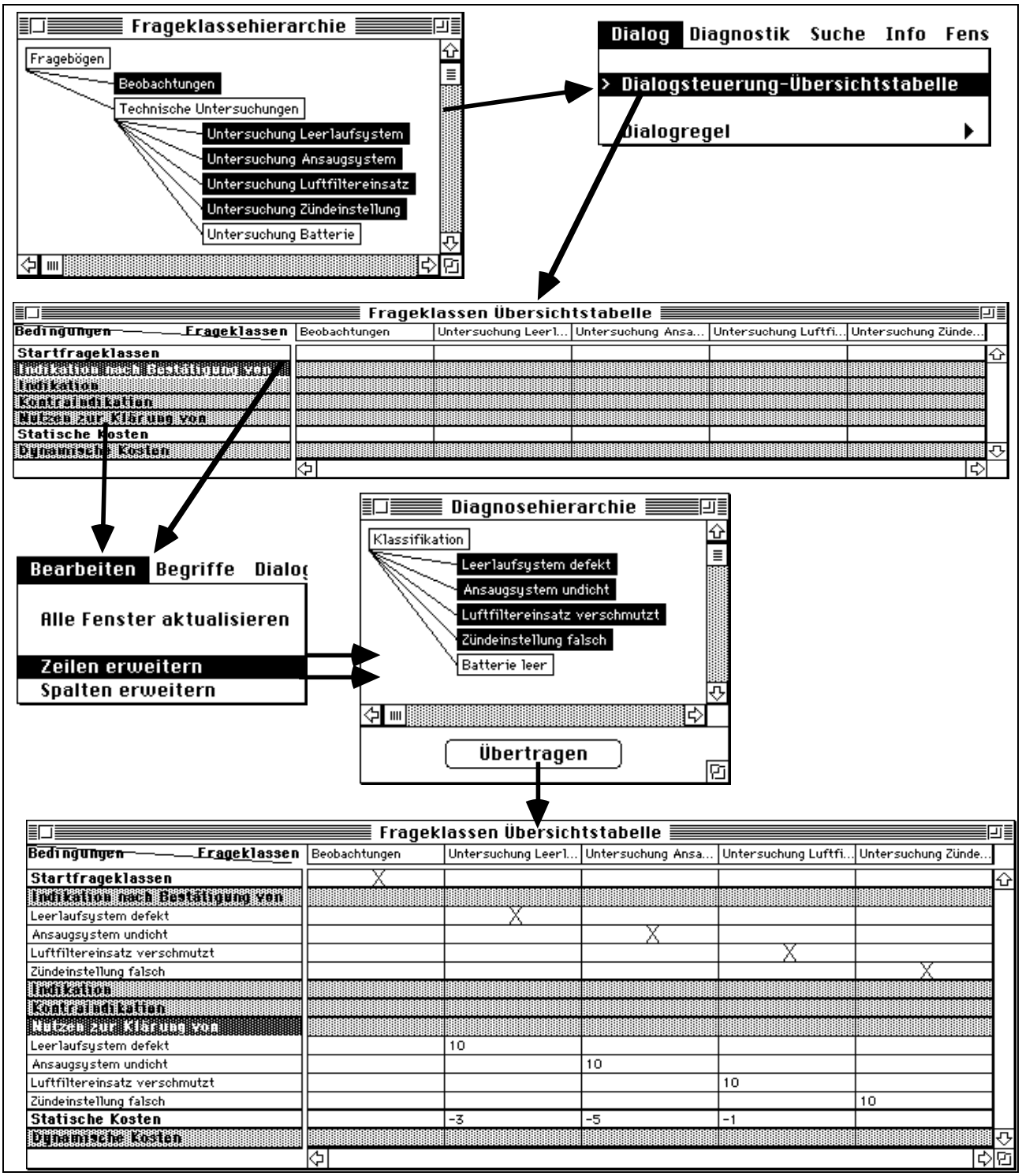

Frageklassehierarchie
Fragebögen
Beobachtungen
Technische Untersuchungen
Untersuchung Leerlaufsystem
Untersuchung Ansaugsystem
Untersuchung Luftfiltereinsatz
Untersuchung Zündeinstellung
Untersuchung Batterie
Dialog
Diagnostik
Suche
Info
Fens
Dialogsteuerung-Übersichtstabelle
Dialogregel
Frageklassen Übersichtstabelle
Bedingungen
Frageklassen
Beobachtungen
Untersuchung Leerl...
Untersuchung Ansa...
Untersuchung Luftfi...
Untersuchung Zünde...
Startfrageklassen
Indikation nach Bestätigung von
Indikation
Kontraindikation
Nutzen zur Klärung von
Statische Kosten
Dynamische Kosten
Bearbeiten
Begriffe
Dialog
Alle Fenster aktualisieren
Zeilen erweitern
Spalten erweitern
Diagnosehierarchie
Klassifikation
Leerlaufsystem defekt
Ansaugsystem undicht
Luftfiltereinsatz verschmutzt
Zündeinstellung falsch
Batterie leer
Übertragen
Frageklassen Übersichtstabelle
Bedingungen
Frageklassen
Beobachtungen
Untersuchung Leerl...
Untersuchung Ansa...
Untersuchung Luftfi...
Untersuchung Zünde...
Startfrageklassen
Indikation nach Bestätigung von
Leerlaufsystem defekt
Ansaugsystem undicht
Luftfiltereinsatz verschmutzt
Zündeinstellung falsch
Indikation
Kontraindikation
Nutzen zur Klärung von
Leerlaufsystem defekt 10
Ansaugsystem undicht 10
Luftfiltereinsatz verschmutzt 10
Zündeinstellung falsch 10
Statische Kosten -3 -5 -1
Dynamische Kosten

Abb. 5.23. Eingabe von Wissen zur Entscheidung, wann welche Frageklasse aktiviert werden soll (globale Dialogsteuerung).[12]

[12] Um einen aus Platzgründen abgeschnittenen Namen in einem Fenster vollständig sehen zu können, muß beim Anklicken die Alt-Taste gedrückt gehalten werden.

5.5 Aufbauen eines Entscheidungsbaumes

Im folgenden werden zu den Frageklassen die Fragen, Folgefragen und Antwortalternativen mit dem Entscheidungsbaum-Editor eingegeben. Dazu wird im Fenster der **Frageklassenhierarchie** die Frageklasse "Beobachtungen" markiert und im Menü **Diagnostik** der Menüpunkt **Entscheidungsbaum** gewählt.

Ein neues Fenster öffnet sich, wie in Abbildung 5.24 dargestellt ist.

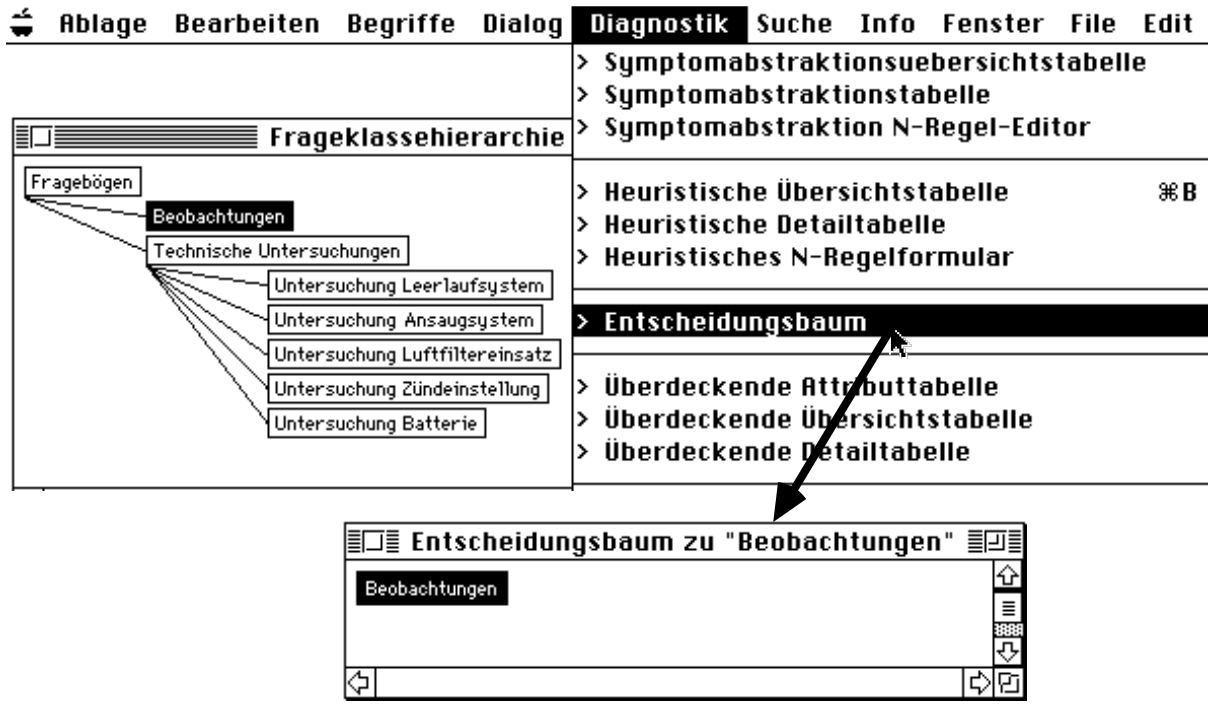


Abb. 5.24. Aufruf des Entscheidungsbaum-Editors für eine Frageklasse

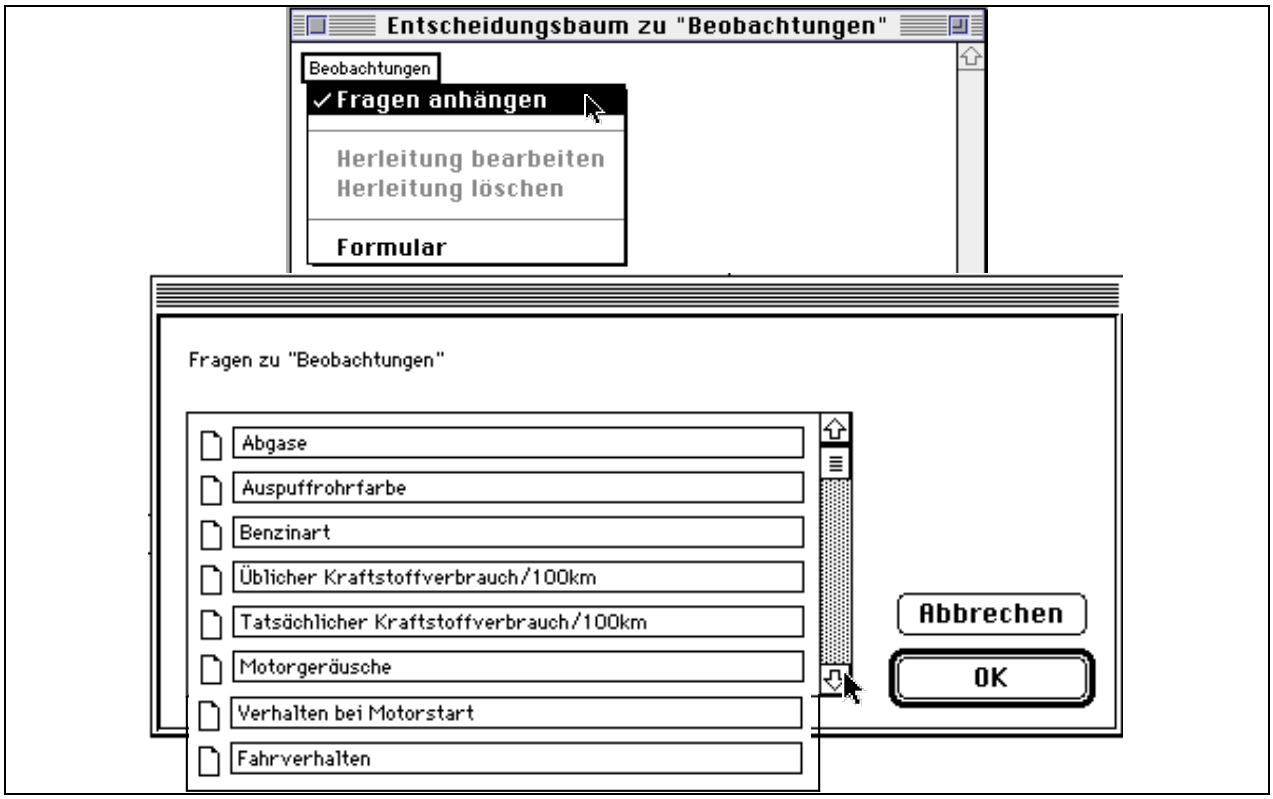


Abb. 5.25. Anhängen von Fragen an eine Frageklasse

Im Fenster des **Entscheidungsbaum-Editors** werden die Aktionen durch Klicken auf ein Objekt und Auswahl aus dem daraufhin erscheinenden Pop-Up-Menü ausgewählt. In diesem Fall ist dies das Kästchen "Beobachtungen". Als erstes sind an "Beobachtungen" Fragen anzuhängen, was durch den entsprechenden Menüeintrag erfolgt (Die einzugebenden Fragetexte sind in Abbildung 5.25 aufgeführt). Wenn bei der Eingabe der Feldrand erreicht wird scrollt das Feld selbstständig weiter. Das Resultat wird in Abbildung 5.26 dargestellt.

Als nächstes wird zu den Fragen ihr Wertebereich definiert, der als one-choice (genau eine der Antwortalternativen kann zutreffen), multiple-choice (keine, eine oder mehrere Antwortalternativen sind erlaubt), ja-nein oder numerisch (die Antwort ist eine Zahl) definiert werden kann. So wird *„Abgase“* durch Markieren des Eintrages im **Entscheidungsbaum**fenster (Abb 5.27 oben) im entsprechenden Menü als *„OC-Antwortalternativen“* angewählt und mit den Ausprägungen *„schwarz“, „bläulich“* und *„farblos“* ausgestattet.

Dadurch wird der Entscheidungsbaum erweitert (Abb 27).

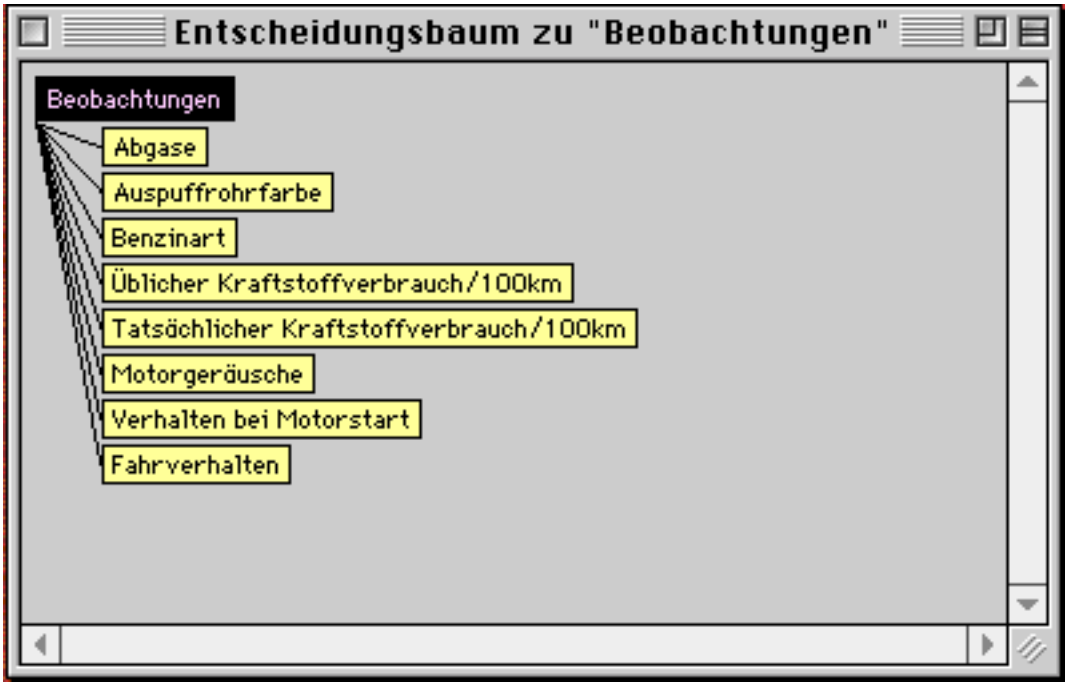


Abb. 5.26 Entscheidungsbaum zu "Beobachtungen"

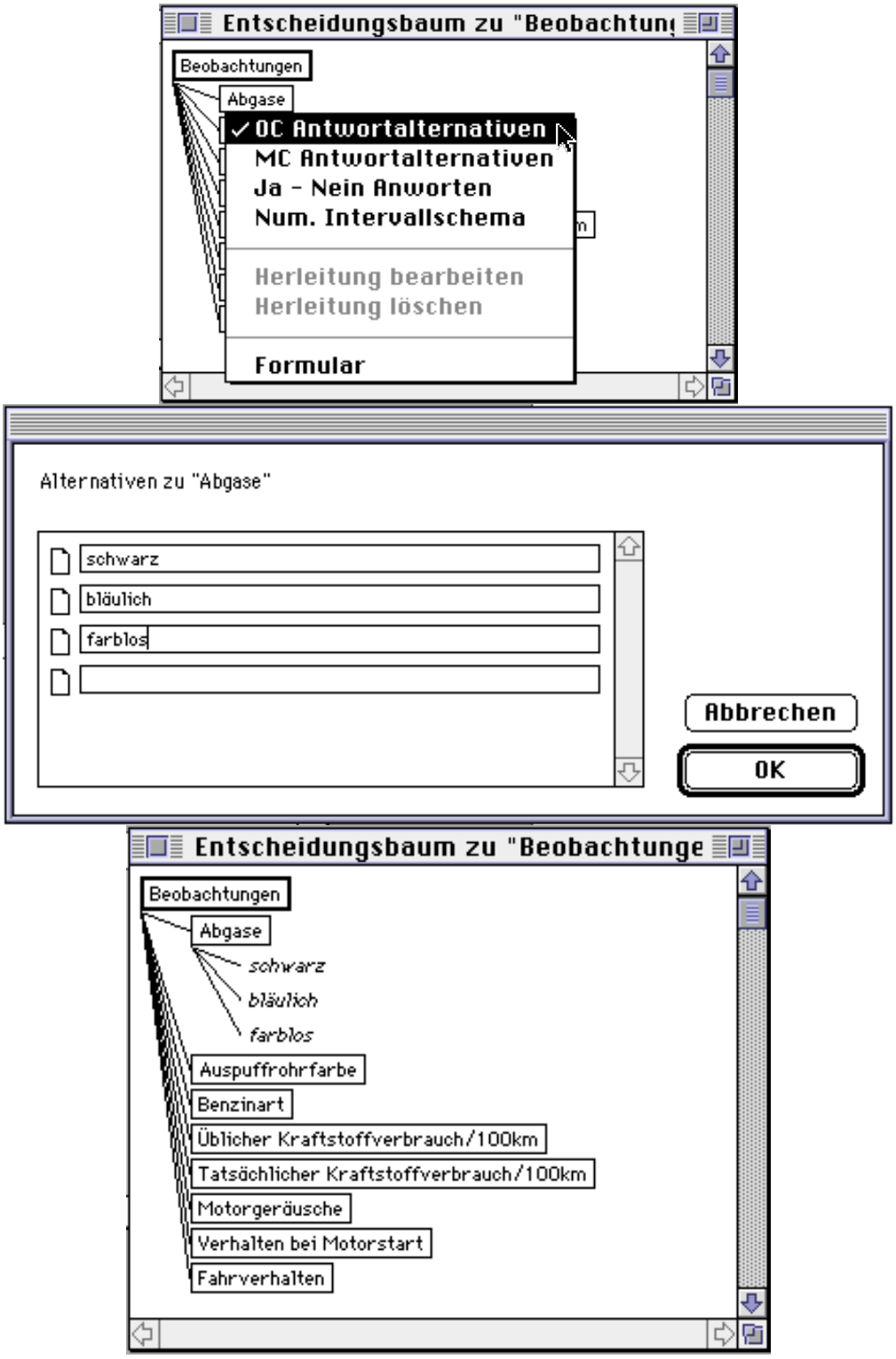


Abb. 5.27. Anhängen von Antwortalternativen an eine Frage

Das Anhängen von Antwortalternativen muß für alle Fragen wiederholt werden, wobei bei numerischen Fragen ein Intervallschema, d.h. eine Liste von Zahlen wie z.B. (10 20), oder ein leeres Schema eingegeben werden kann.

So wird der Begriff „Auspuffrohrfarbe“ als One-Choice-Alternative mit „*braun*“, „*grau*“, „*hellgrau*“ und „*schwarzverrußt*“ eingegeben. (Abb. 5.28)

Der Begriff „Benzinart“ erhält als One-Choice-Alternativen „*bleifrei*“ und „*bleihaltig*“. (Abb. 5.29)

„Üblicher Kraftstoffverbrauch“ sowie „tatsächlicher Kraftstoffverbrauch“ werden wie oben beschrieben als numerische Fragen mit leerem Intervallschema eingegeben. Dabei ändert sich die Darstellung des Entscheidungsbaumes nicht. (Abb. 5.30)

Der Begriff „Motorgeräusche“ besitzt die Multiple-Choice-Alternativen „*Klopfen*“ und „*Klingeln*“. Die Alternative "nein/sonstiges" wird automatisch angefügt. (Abb. 5.31)

„Verhalten bei Motorstart“ ist eine One-Choice-Alternative mit den Möglichkeiten „*springt normal an*“, „*springt schlecht an*“ und „*springt überhaupt nicht an*“. (Abb. 5.32)

Das „Fahrverhalten“ ist eine Multiple-Choice-Alternative mit den Varianten „*verzögertes Anfahren*“, „*schlechte Beschleunigung*“, „*Leerlauf zu niedrig*“, „*Leerlauf ist unregelmäßig*“, „*zu wenig Leistung bei Teillast*“ und „*zu wenig Leistung bei Volllast*“. (Abb. 5.33)

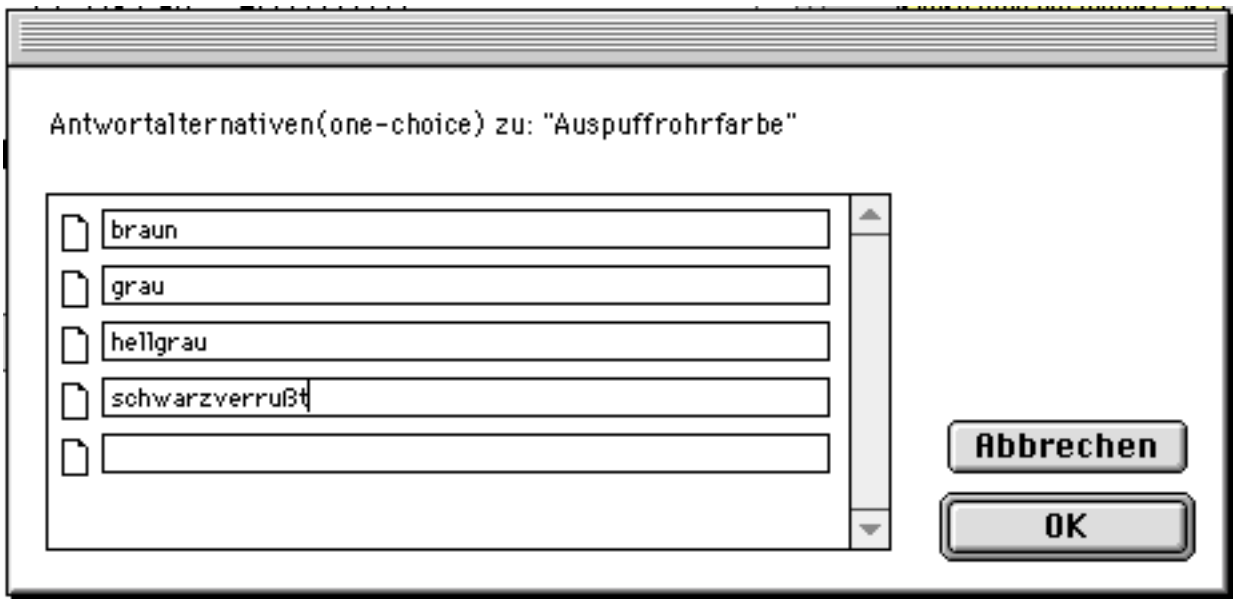


Abb. 5.28 Eingabe der Antwortalternativen zu "Auspuffrohrfarbe"

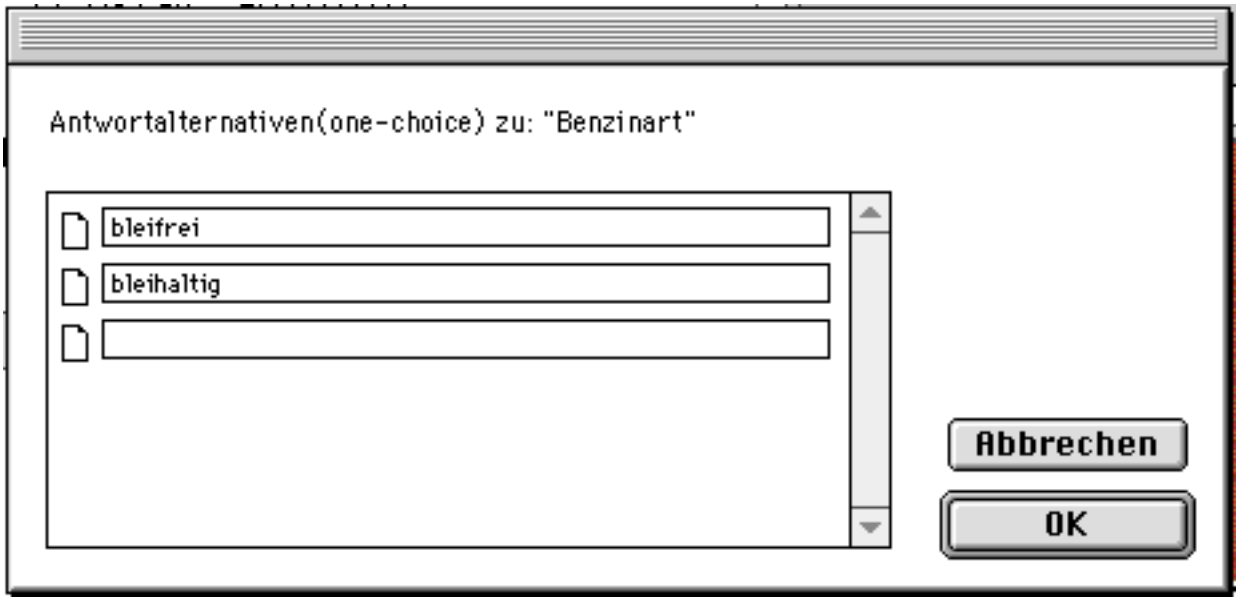


Abb. 5.29 Eingabe der Antwortalternativen zu "Benzinart"

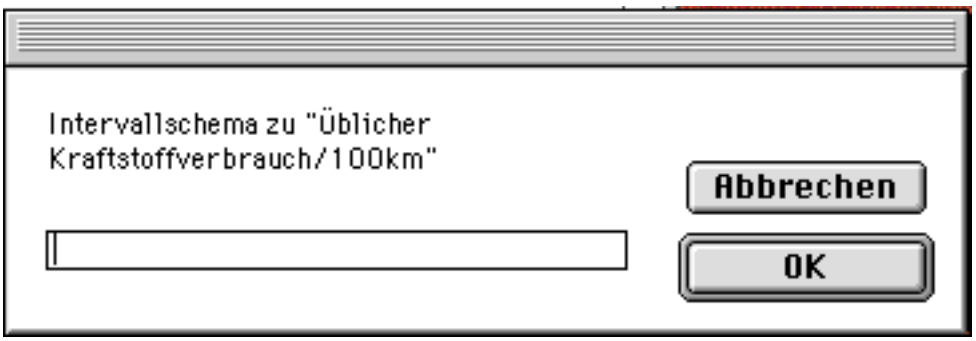


Abb. 5.30 Eingabe eines Intervallschemas

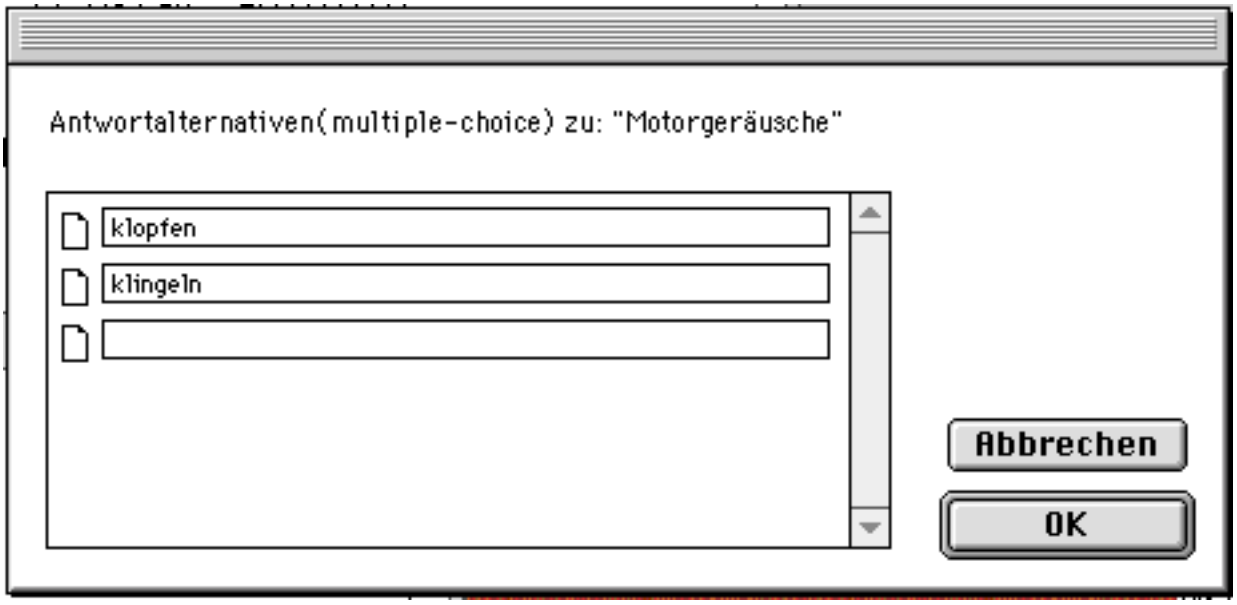


Abb. 5.31 Eingabe der Antwortalternativen zu "Motorgeräusche"

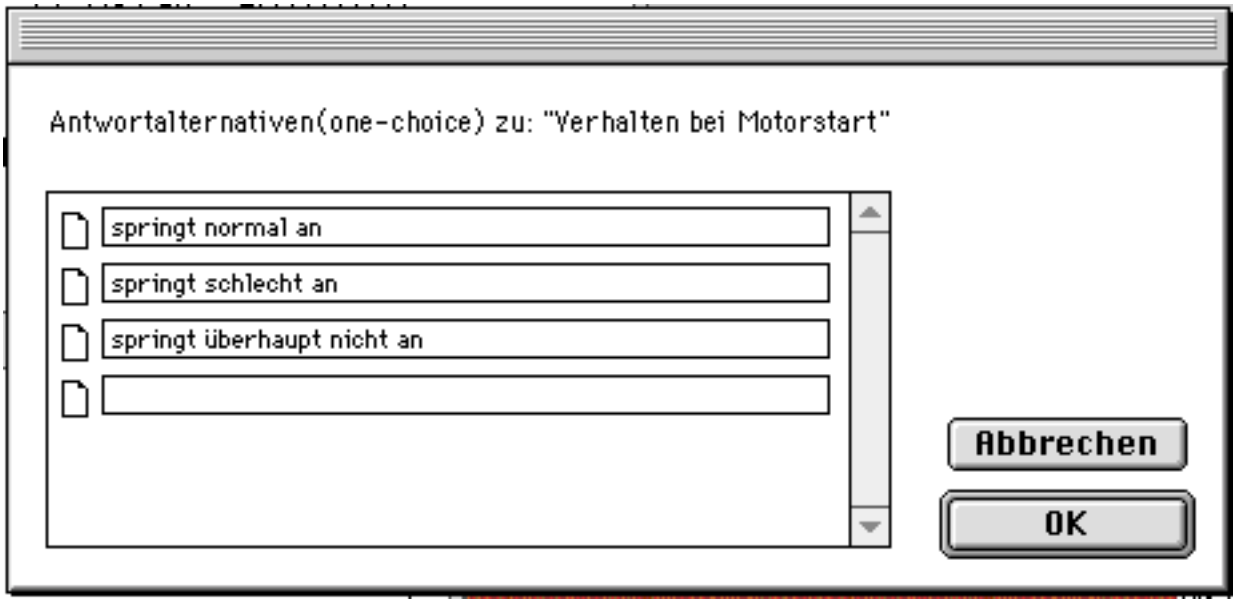


Abb. 5.32 Eingabe der Antwortalternativen zu "Verhalten bei Motorstart"

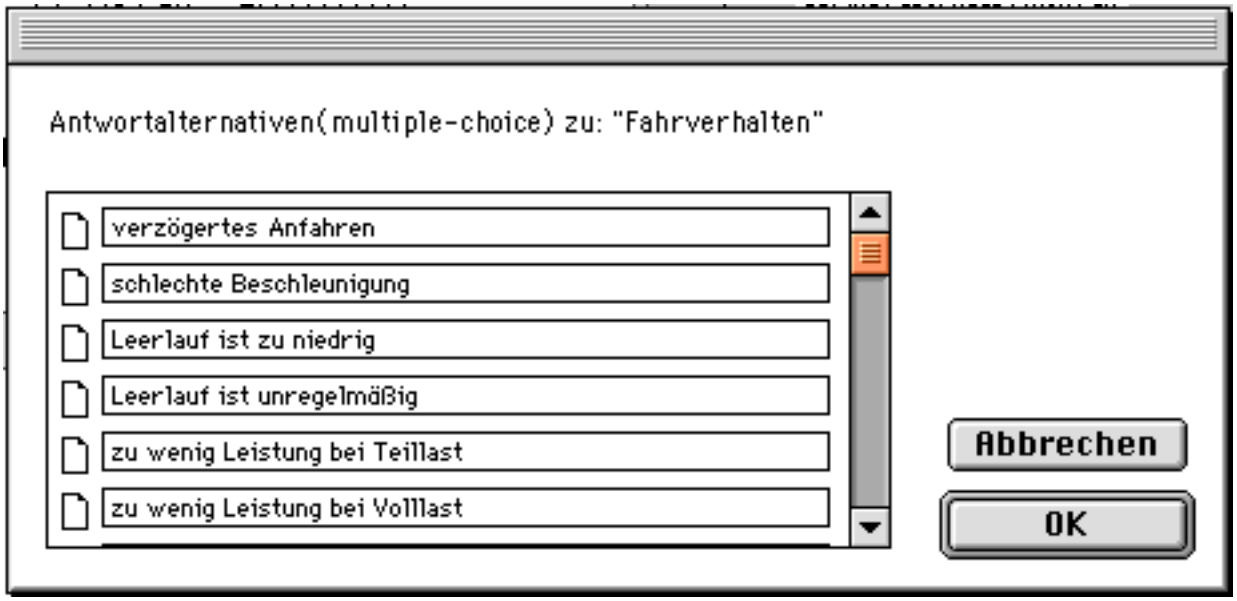


Abb. 5.33 Eingabe der Antwortalternativen zu "Fahrverhalten"

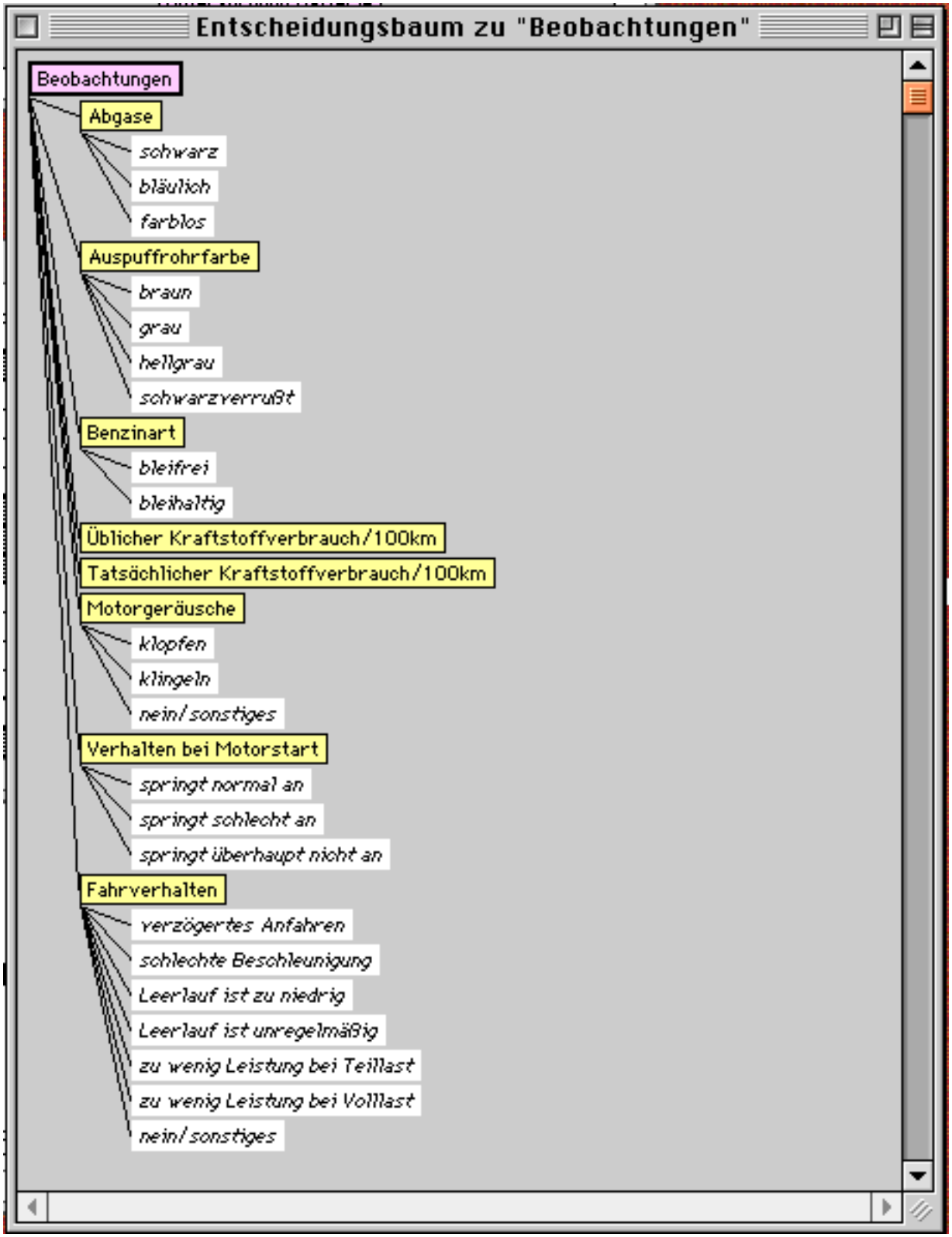


Abb. 5.34. Anhängen der Antwortalternativen zu den übrigen Fragen des Entscheidungsbaumes.

Zu den Antwortalternativen "Verhalten bei Motorstart" = "springt schlecht an" bzw. "springt überhaupt nicht an" soll die Folgefrage gestellt werden, ob der Anlasser durchdreht.

Dazu wird auf die Antwortalternative "spring schlecht an" geklickt und aus dem darauf erscheinenden Pop-Up-Menü die Option **-> neue Fragen** gewählt.

Daraufhin ist in das sich öffnende Fenster der Text "*Anlasser*" einzugeben. Der Entscheidungsbaum wird entsprechend erweitert (5.35).

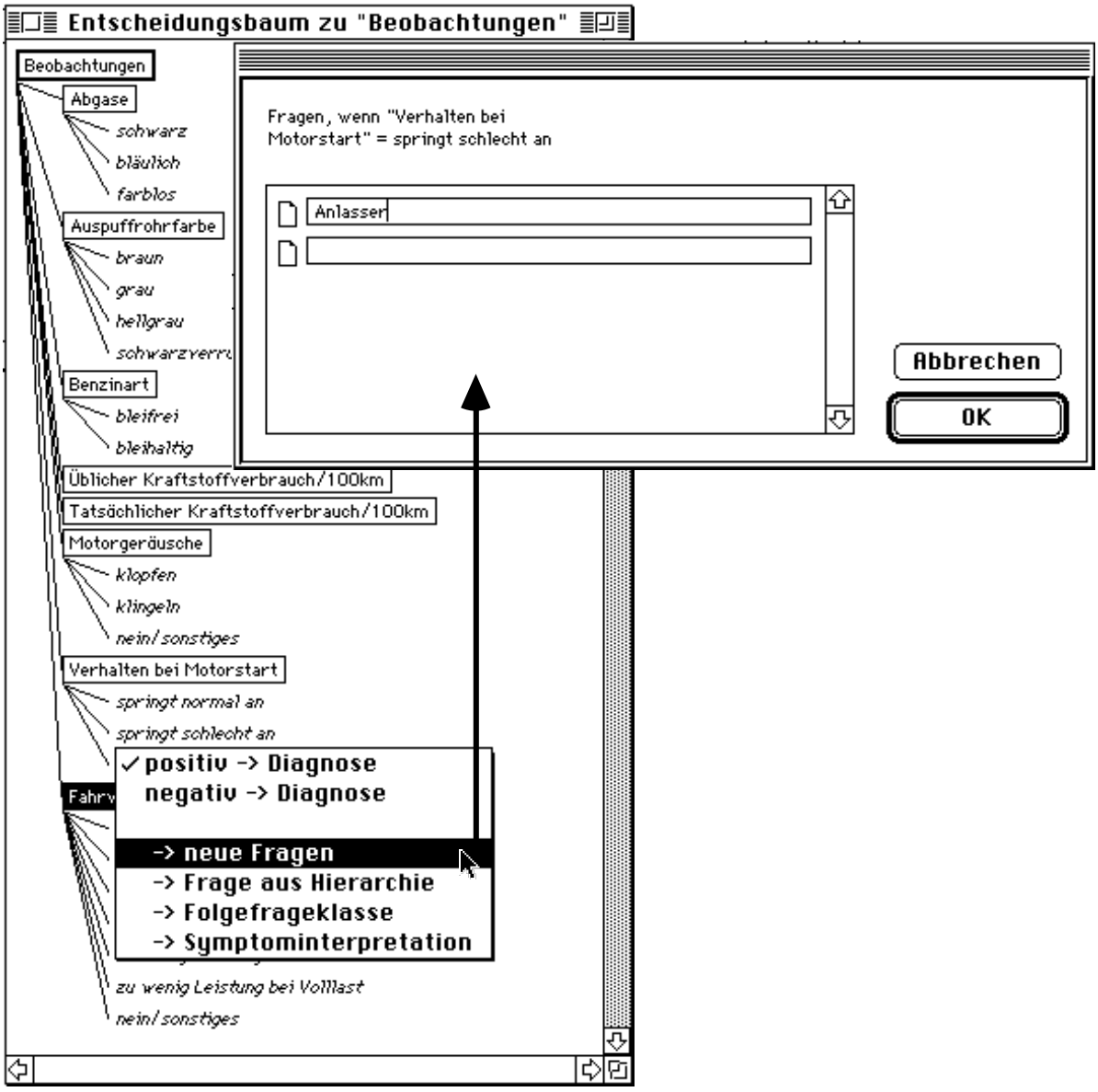


Abb. 5.35. Anhängen einer Folgefrage

Damit auch dann nach dem Anlasser gefragt wird, wenn die Aussage "Verhalten bei Motorstart" = "springt überhaupt nicht an" gilt, wird die gerade eingegebene Beziehung editiert. Dazu wird auf den nun mit "springt schlecht an" verbundenen Unterbegriff "Anlasser" geklickt und aus dem dann erscheinenden Pop-Up-Menü die Option **"Herleitung-Bearbeiten**" gewählt.

Daraufhin erscheint ein neues Formular, wie in Abbildung 5.37 dargestellt.

Unter dem Eintrag "Bedingung" wird bei "Verhalten bei Motorstart" rechts des "="-Symbols der Text "springt schlecht an" markiert, wodurch sich ein weiteres Menü öffnet und darin der Punkt "komplexere Bedingung" markiert wird. Im sich öffnenden Fenster werden mit gewählter ODER-Verknüpfung (mittels gehaltener Shift-Taste) die beiden Punkte *"springt schlecht an"* und *"springt überhaupt nicht an"* markiert und mit **Ok** bestätigt (5.37). Das Formular wird ebenfalls durch **Ok** beendet.

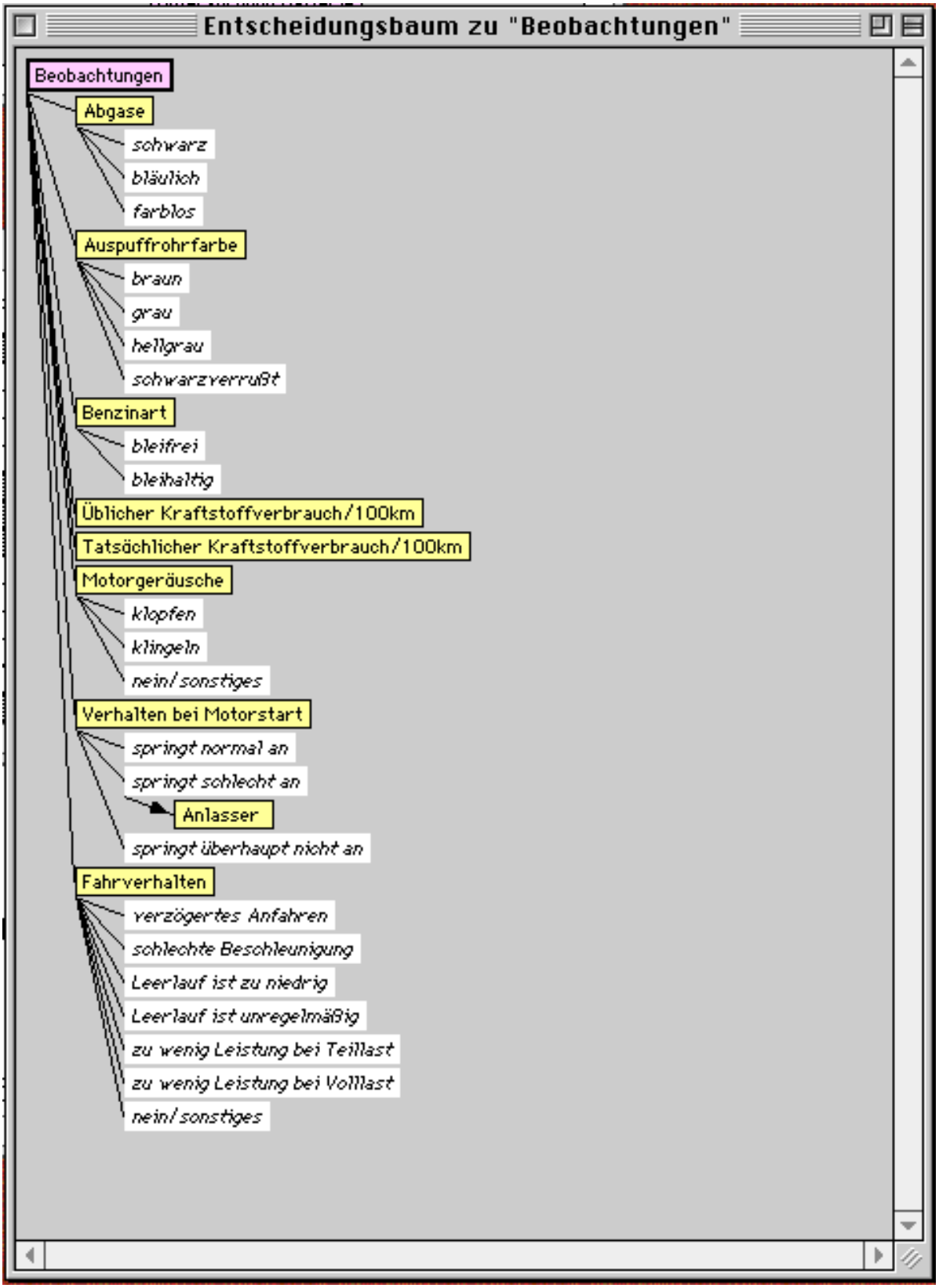


Abb. 5.36 Entscheidungsbaum zu Beobachtungen

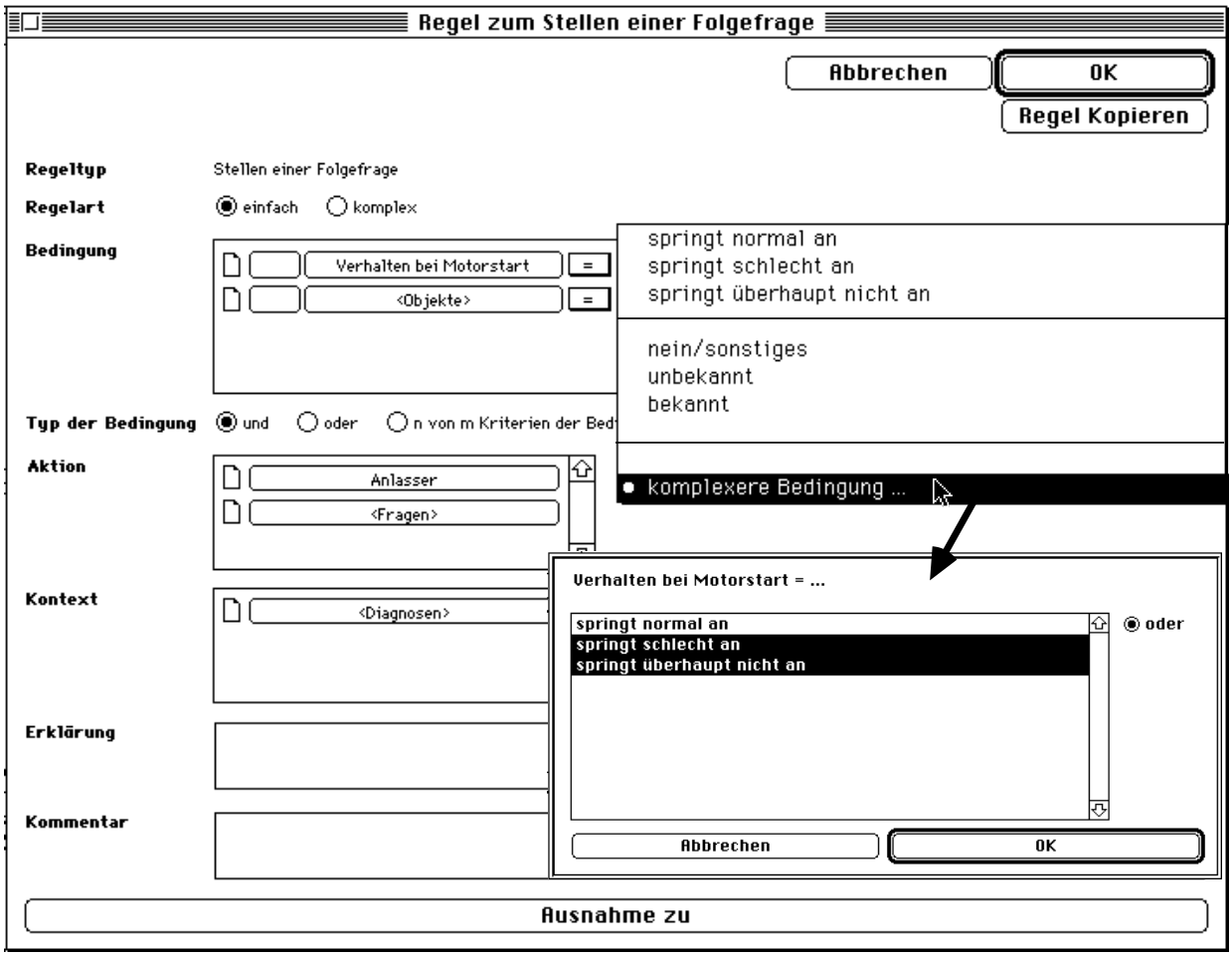


Abb. 5.37. Regelformular, in dem gerade die Regel mit der Bedingung "Verhalten bei Motorstart" = "springt schlecht an" *oder* "springt gar nicht an" eingegeben wird.

Damit sind die Fragen und Antwortalternativen zur Frageklasse "Beobachtungen" vollständig eingegeben. Das Resultat wird in 5.38 dargestellt. Wenn nötig kann die Fensterdarstellung mit dem Menüpunkt **Alle Fenster aktualisieren** aus dem Menü **Bearbeiten** aktualisiert werden.

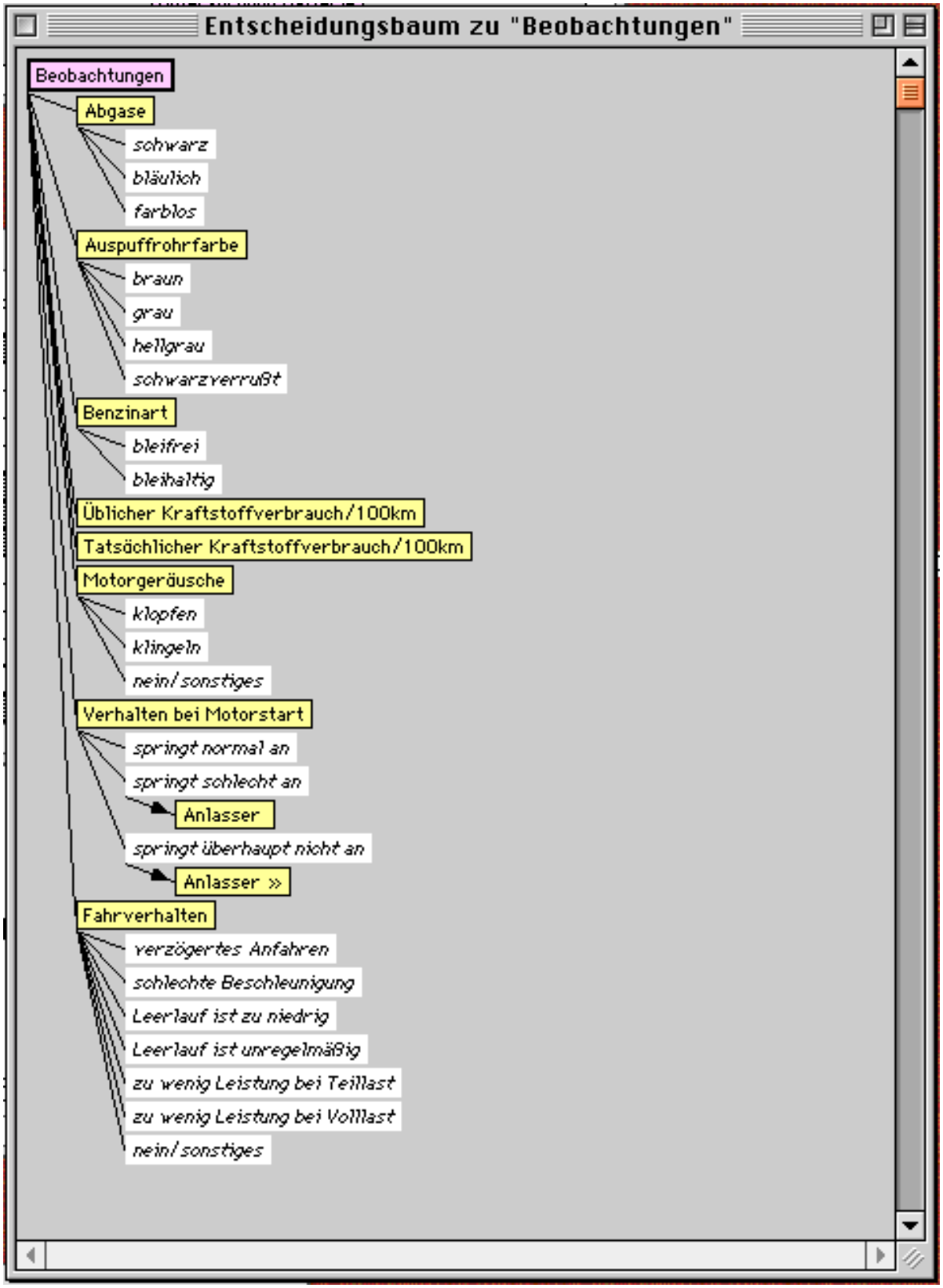
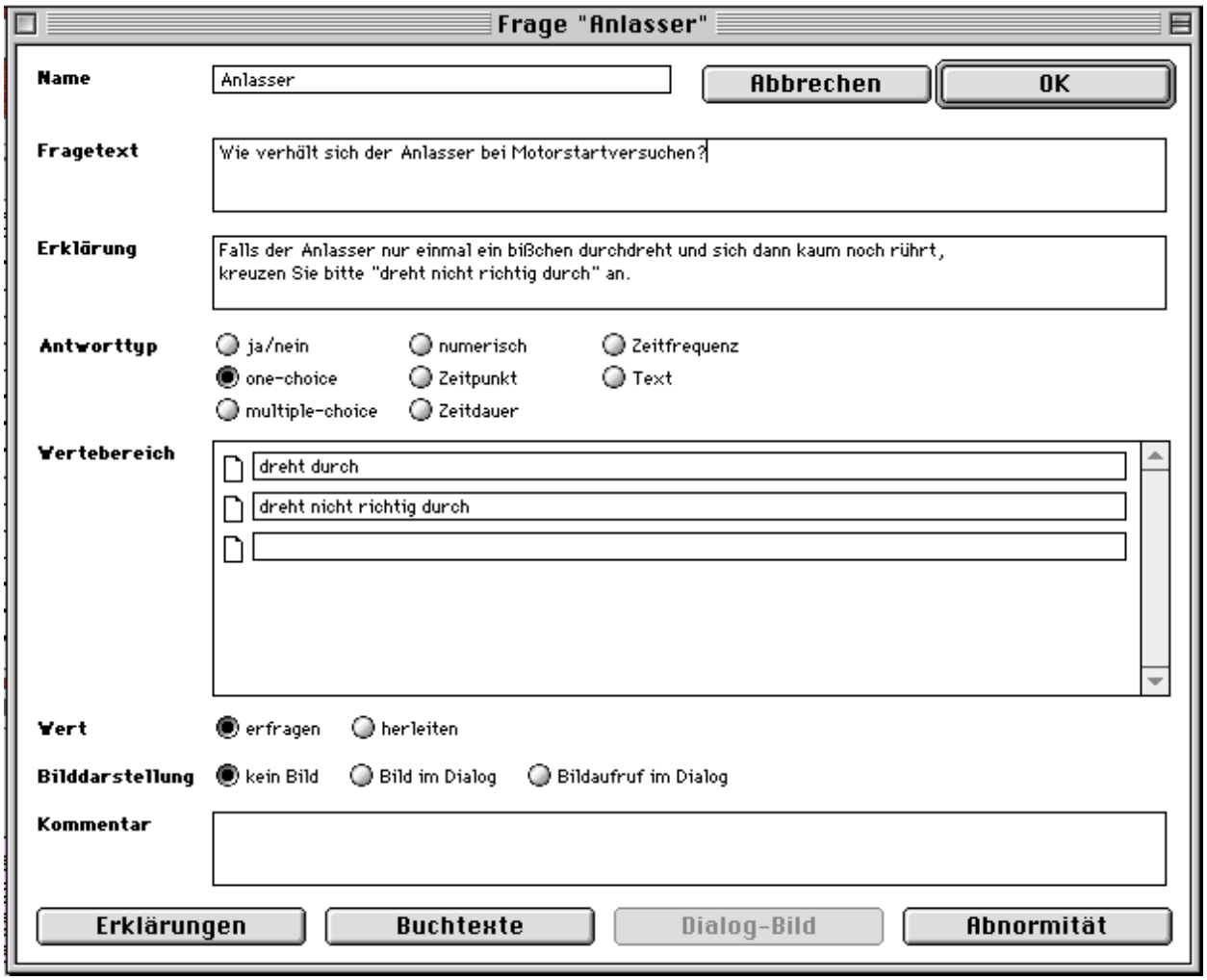


Abb. 5.38. Alle Fragen und Antwortalternativen zur Frageklasse Beobachtungen

Falls man weitere Angaben zu einer Frage machen möchte, z.B. einen Fragetext, Erklärungen zur Frage oder zu ihren Antwortalternativen, oder ein Bild zur Illustration der Antwortalternativen eingeben möchte, kann man dies über das Frageformular eingeben, das durch Klicken auf eine Frage und Auswahl der Option "Formular" aufgerufen wird.

Dafür ist im Fenster der **Fragehierarchie** der Eintrag "Anlasser" zu markieren. Es öffnet sich daraufhin ein neues Formular, in das vom Benutzer wie in 5.39 gezeigt der Fragetext, die Erklärung und der Wertebereich anzugeben ist. Das Formular wird durch den "OK"-Button geschlossen.



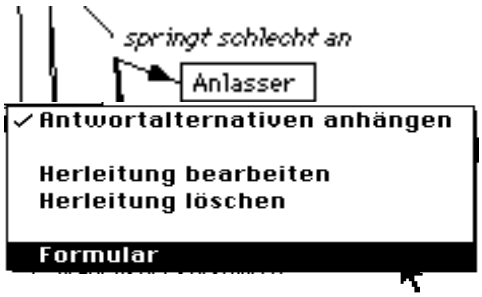


Abb. 5.39. Aktivierung eines Frageformulars aus dem Entscheidungsbaum

Weiterhin kann man mit dem Entscheidungsbaum auch Diagnosen herleiten und andere Entscheidungsbäume aktivieren. So soll, falls der Anlasser nicht richtig durchdreht, die Diagnose "Batterie leer" hergeleitet werden, und zur Absicherung noch ein Test für die leere Batterie veranlaßt werden.

Dafür ist das Fenster des Entscheidungsbaums zu "Beobachtungen" zu aktualisieren um die Antwortalternativen der neuen Folgefrage "Anlasser" sichtbar zu machen. Dafür wird das Fenster "Entscheidungsbaum" in den Vordergrund geholt und unter dem Menüpunkt **Bearbeiten** der Unterpunkt **Fenster aktualisieren** angewählt.

Nun wird bei einer der beiden Einträge der Folgefrage "Anlasser" auf die Antwortalternative "dreht nicht richtig durch" (5.40, rechtsoben) geklickt und im Menü der Punkt **positiv->Diagnose** gewählt. Als Resultat tritt das Fenster der Diagnosehierarchie in den Vordergrund (5.40, linksoben). In ihm ist der Eintrag "Batterie leer" zu markieren und zu übertragen. Daraufhin wird erneut das Entscheidungsbaumfenster aktualisiert

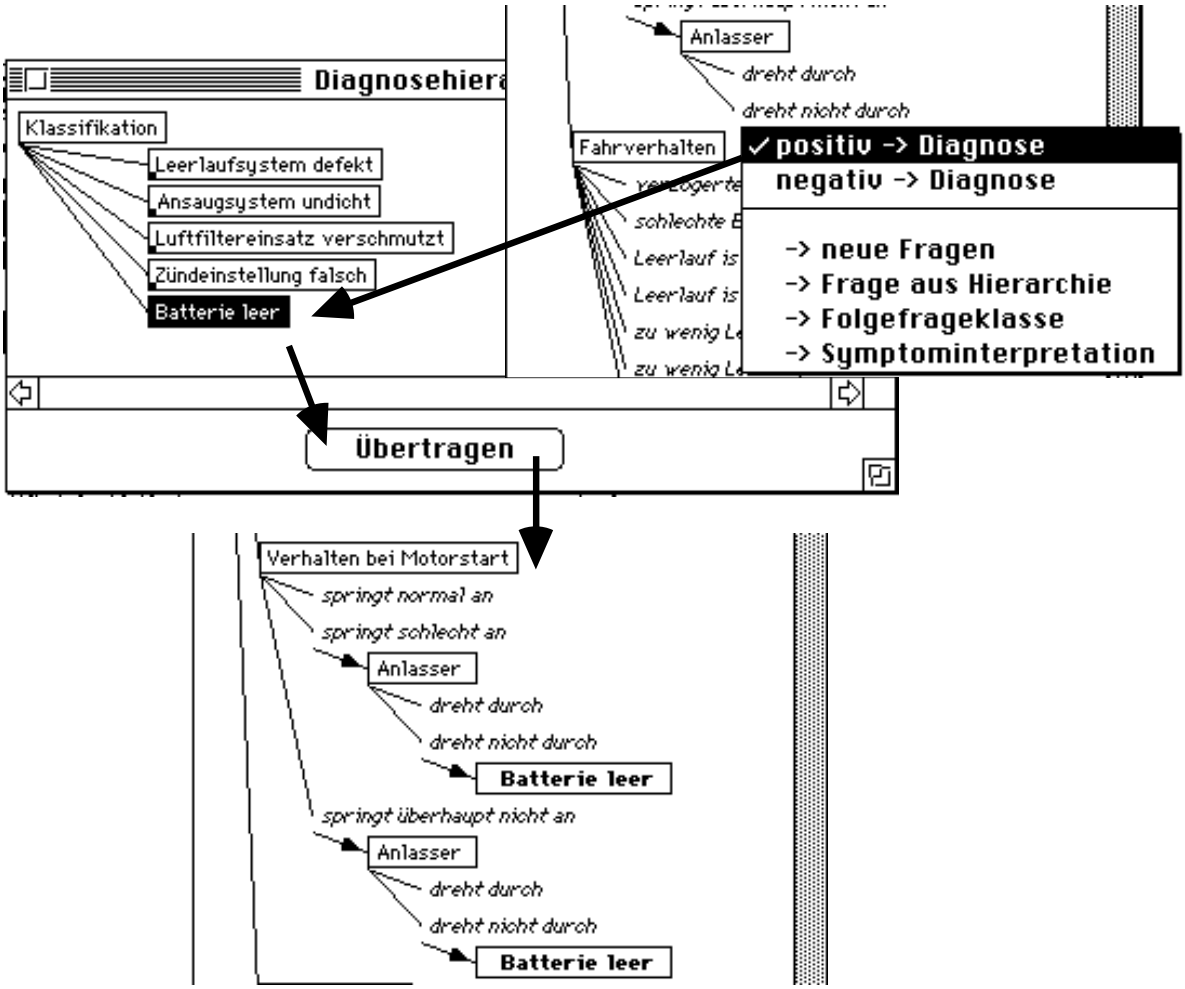


Abb. 5.40. Eingabe einer Diagnoseregel im Entscheidungsbaum

Auf ähnliche Weise trägt man ein, daß die blau unterlegte Diagnose "Batterie leer" durch eine Untersuchung der Batterie abgesichert wird, die einen Aufruf eines anderen Entscheidungsbaumes, d.h. einer anderen Frageklasse, bedingt:

Dafür ist im Entscheidungsbaumfenster "Batterie leer" zu markieren und im sich öffnenden Menü **"-> Folgefrageklasse"** anzuwählen. Darauhin erscheint die **Frageklassenhierarchie**. In ihr ist "Untersuchung Batterie" zu markieren (Abb.5.41) und zu **übertragen**. Der aufgebaute Entscheidungsbaum ist in Abbildung 5.42 dargestellt.

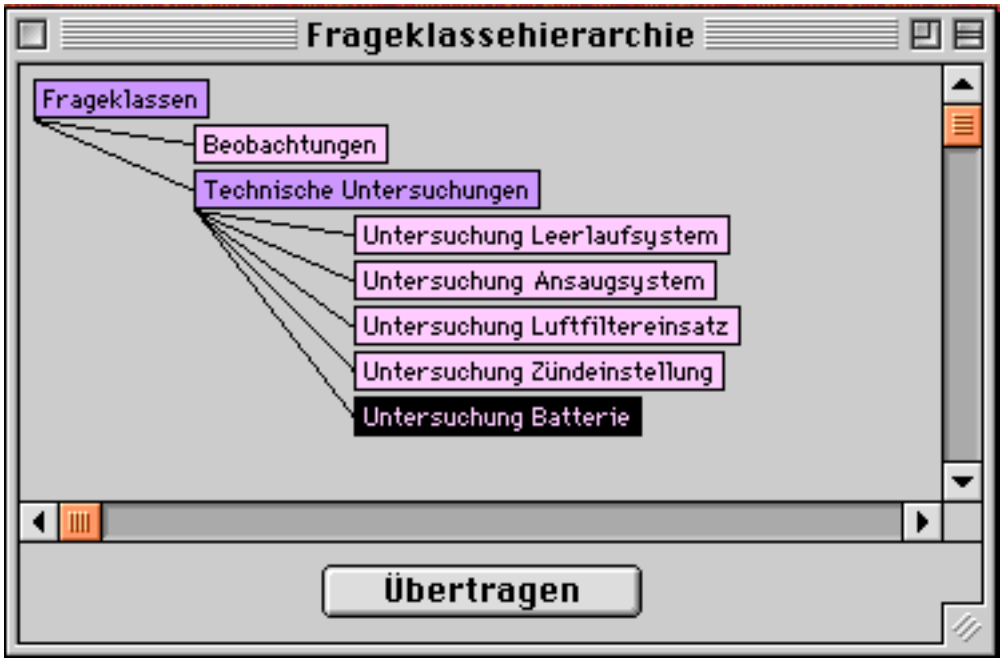


Abb. 5.41 Frageklassenhierarchie

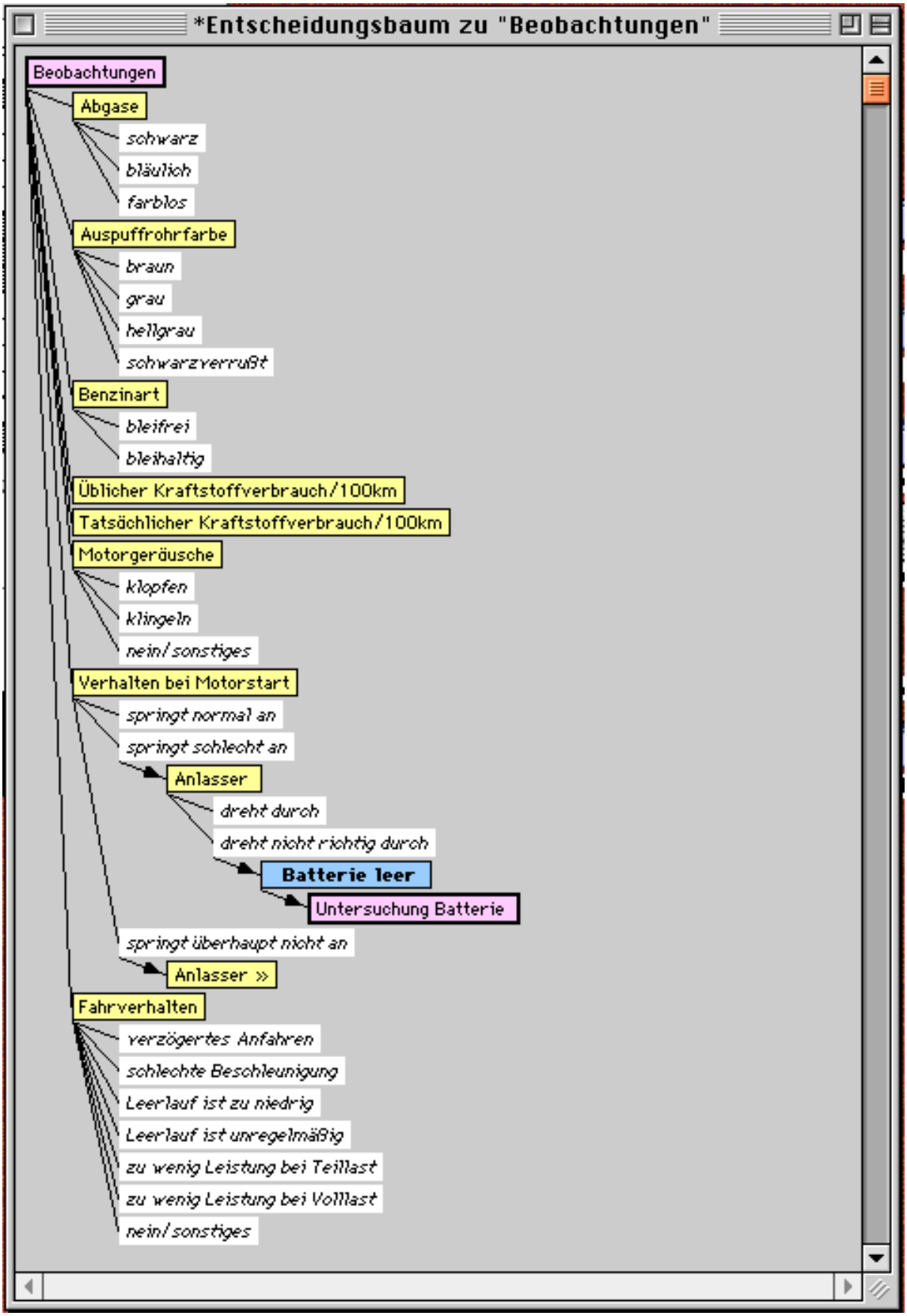


Abb. 5.42. Eingabe einer Regel zur Indikation einer Untersuchung im Entscheidungsbaum

In der Frageklassenhierarchie wird "Untersuchung Batterie" markiert und im Menüpunkt **Diagnostik** wird **Entscheidungsbaum** angewählt. Äquivalent zu Abb 5.43 wird der Text "*Batterie leer?*" eingegeben und mit "OK" bestätigt. Das Fenster des Entscheidungsbaumes aktualisiert sich um den neuen Eintrag. Nun wird dieser markiert. Im sich öffnenden Menü wird daraufhin **"Fragen-anhängen"** ausgewählt. Durch die Markierung des Eintrags "Batterie leer ?" wird eine OC-Antwortalternative erstellt, die gemäß Abb.5.44 ausgefüllt wird. Das Resultat entspricht der Abbildung 5.45. Im JA-Fall verfährt man wie in Abb.5.46 dargestellt.

Man klickt "= Ja" an, wählt "postitiv -> Diagnose" und klickt innerhalb der Diagnosehierarchie auf "Batterie leer", sowie **Übertragen**.

Nun wird im Entscheidungsbaum der "= Nein"-Fall behandelt: Es wird auf "= Nein" geklickt, "negativ -> Diagnose" gewählt und wieder in der Diagnosehierarchie "Batterie leer" gewählt.

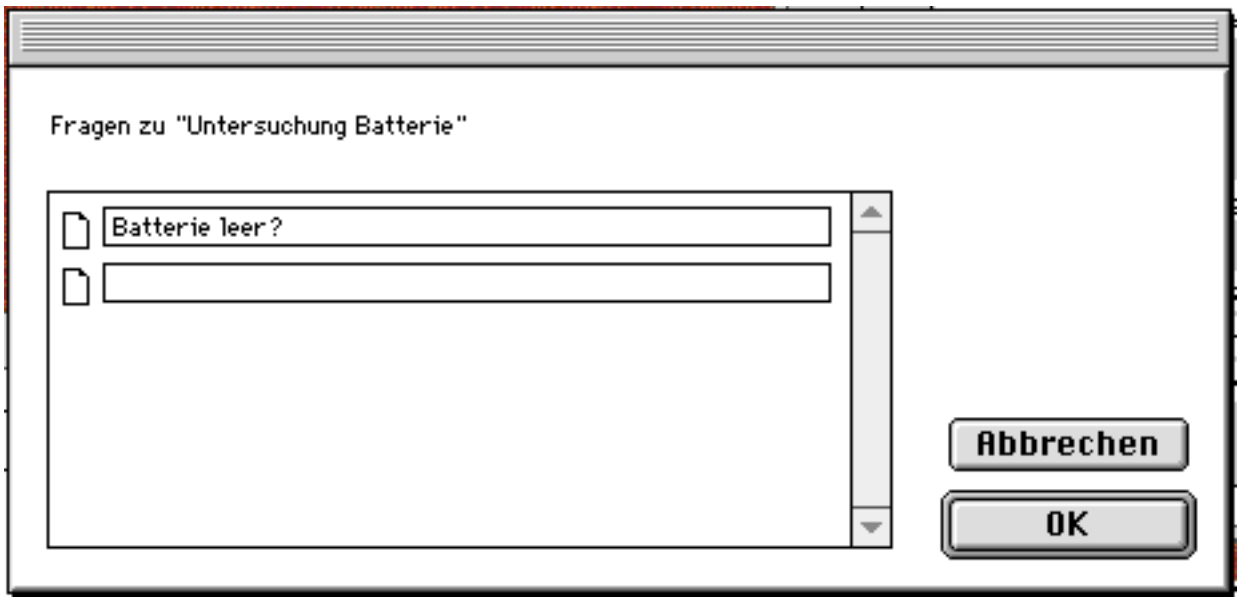


Abb. 5.43 Eingabeformular für Fragen zu "Untersuchung Batterie"

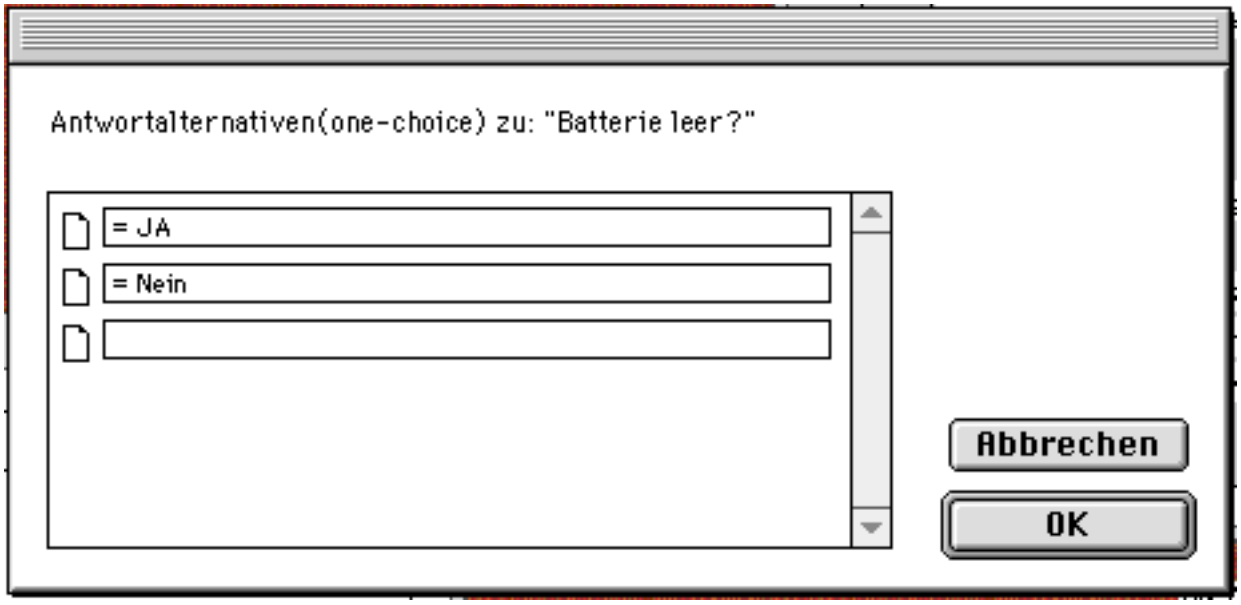


Abb. 5.44 Eingabeformular für Antwortalternativen zu "Batterie leer ?"

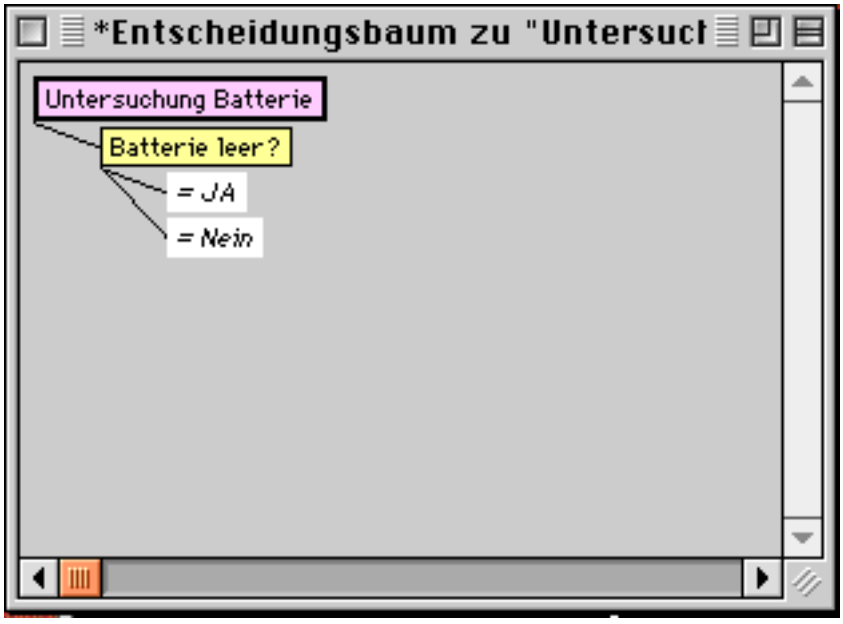


Abb. 5.45 Entscheidungsbaum zu "Untersuchung Batterie"

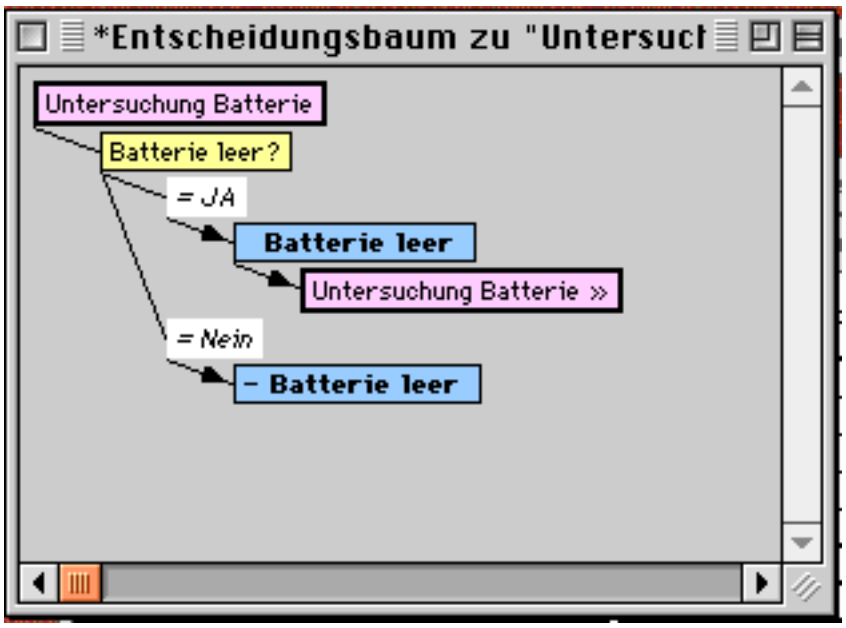


Abb. 5.46 Erweiterter Entscheidungsbaum zu "Untersuchung Batterie"

Im folgenden zeigen wir die Entscheidungsbäume für die übrigen Frageklassen, die jeweils die Diagnose bestätigen oder ausschließen.

Man beginnt wieder in der **Frageklassenhierarchie**, markiert das gewünschte Untersuchungsobjekt und wählt im Menüpunkt **Diagnostik** den **Entscheidungsbaum** aus. In ihm werden die Fragen angehängt. Es werden immer "OC-Antwortalternativen" gewählt und die entsprechenden Diagnosen werden aus der Diagnosehierachie bezogen. Die nötigen Texteingaben sind in der Abbildung 5.47 angegeben.

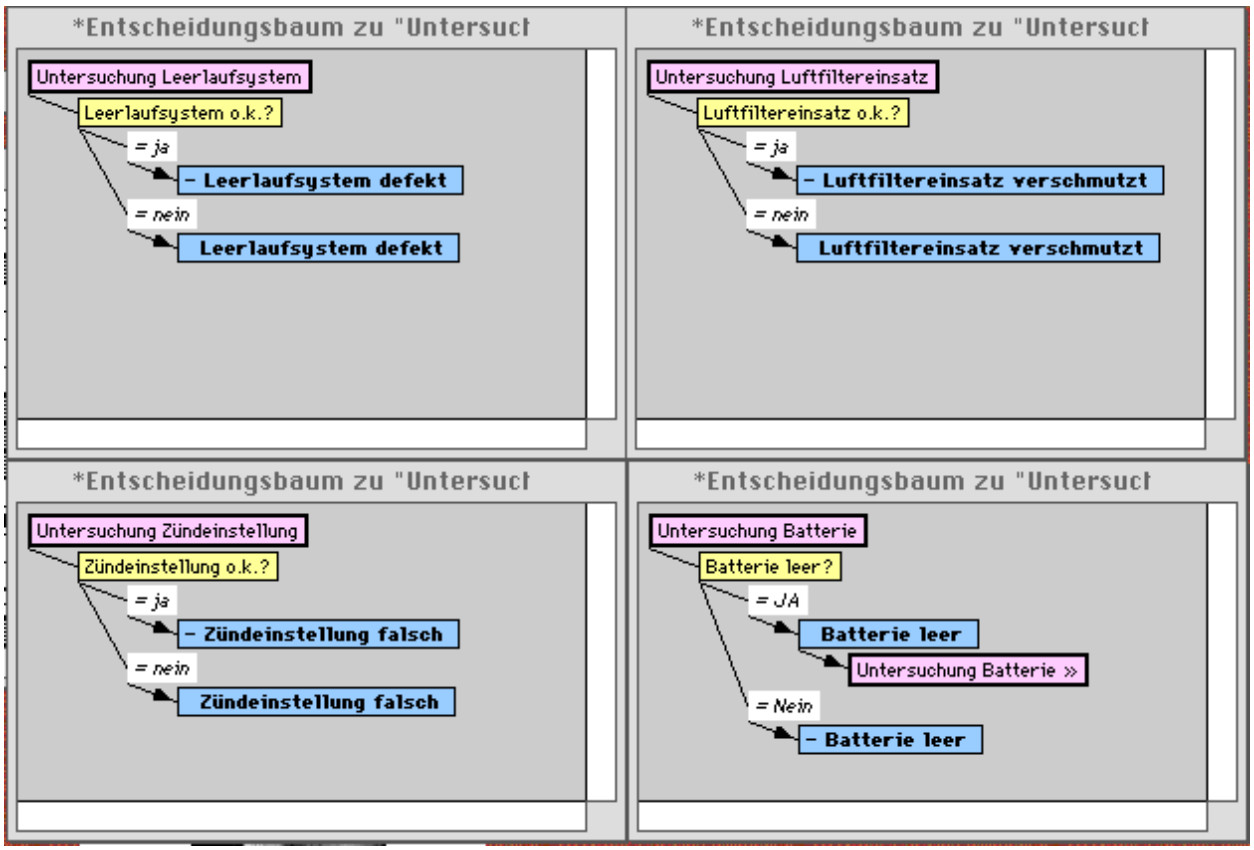


Abb. 5.47. Eingabe der übrigen Entscheidungsbäume

Die jetzige Wissensbasis reicht bereits aus, um einige Diagnosen herzuleiten. Daher kann man jetzt oder nach jedem weiteren Abschnitt direkt in die Wissensnutzungsoberfläche (s. Abschnitt 5.10) zum Erproben des bisher eingegebenen Wissens springen.

5.6 Eingeben von Symptominterpretationen

Zur Eingabe und Herleitung von Symptominterpretationen benutzen wir aus dem Menü **Begriffe** die **Symptomhierarchie**. Zunächst werden die Symptominterpretationen an die Fragen der Symptomhierarchie angehängt, aus denen sie hergeleitet werden sollen. (5.48)

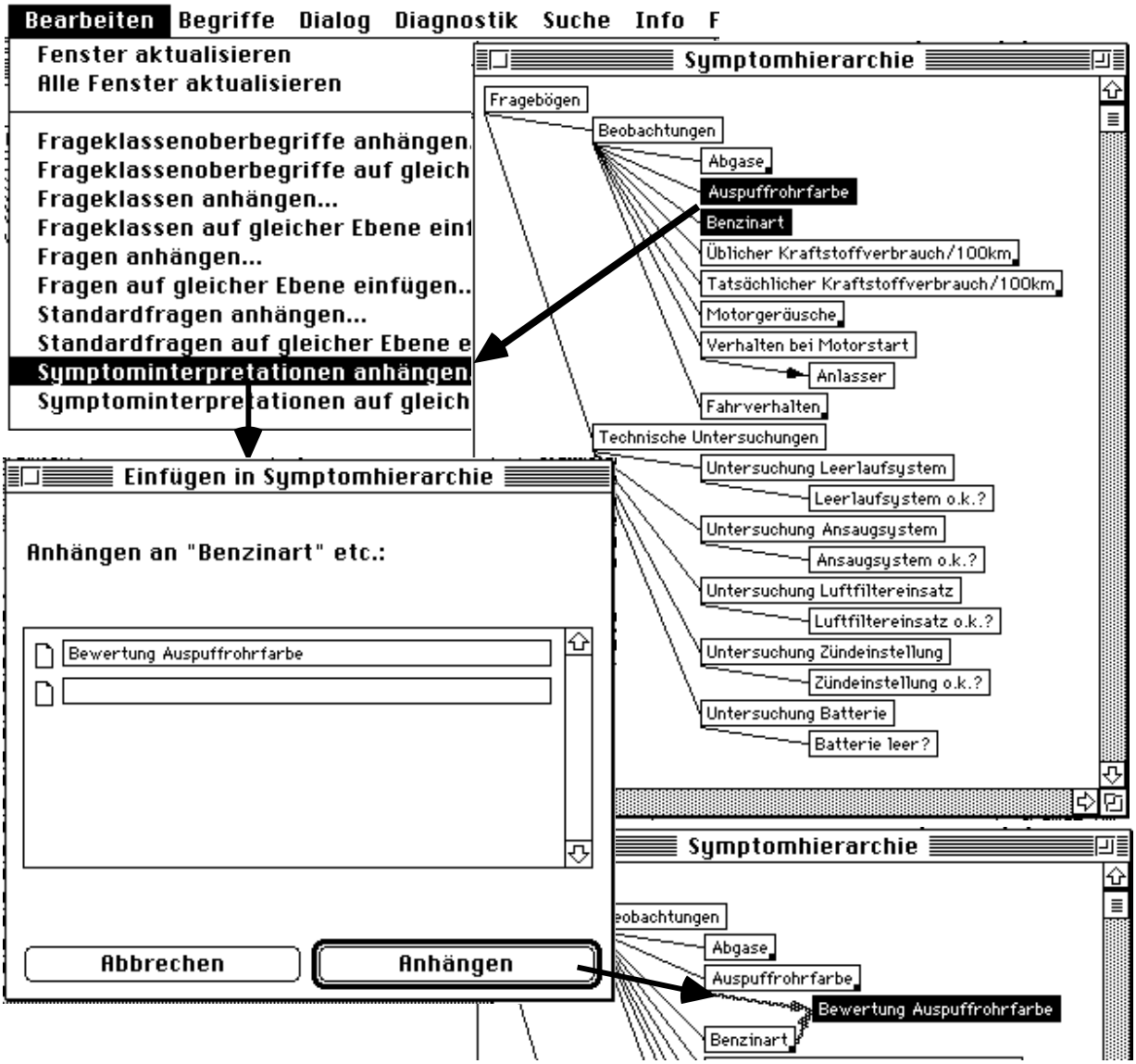


Abb. 5.48. Anhängen der Symptominterpretation "Bewertung Auspuffrohrfarbe" an die Fragen "Auspuffrohrfarbe" und "Benzinart".

In der Fragehierarchie werden die beiden Beobachtungen "Auspuffrohrfarbe" und "Benzinart" markiert. Daraufhin wird im Menüpunkt **Bearbeiten** der Punkt **Symptominterpretation anhängen** gewählt. Im sich öffnenden Fenster ist "Bewertung Auspuffrohrfarbe" einzugeben und anzuhängen.

Im zweiten Schritt wird für die Symptominterpretation ein Formular ausgefüllt, das durch Markierung der jeweiligen Symptominterpretation und Wahl aus dem Menü **Begriffe**, Menüpunkt **Objektformular** aufgerufen wird.(Abb.5.49)

Dafür ist "Bewertung Auspuffrohrfarbe" zu markieren und daraufhin im Menü **Begriffe** der Menüpunkt **Objektformular** aufzurufen. Es baut sich ein Formular auf, was wie in 5.50 dargestellt ausgefüllt wird. Mit "OK" wird der Vorgang abgeschlossen.

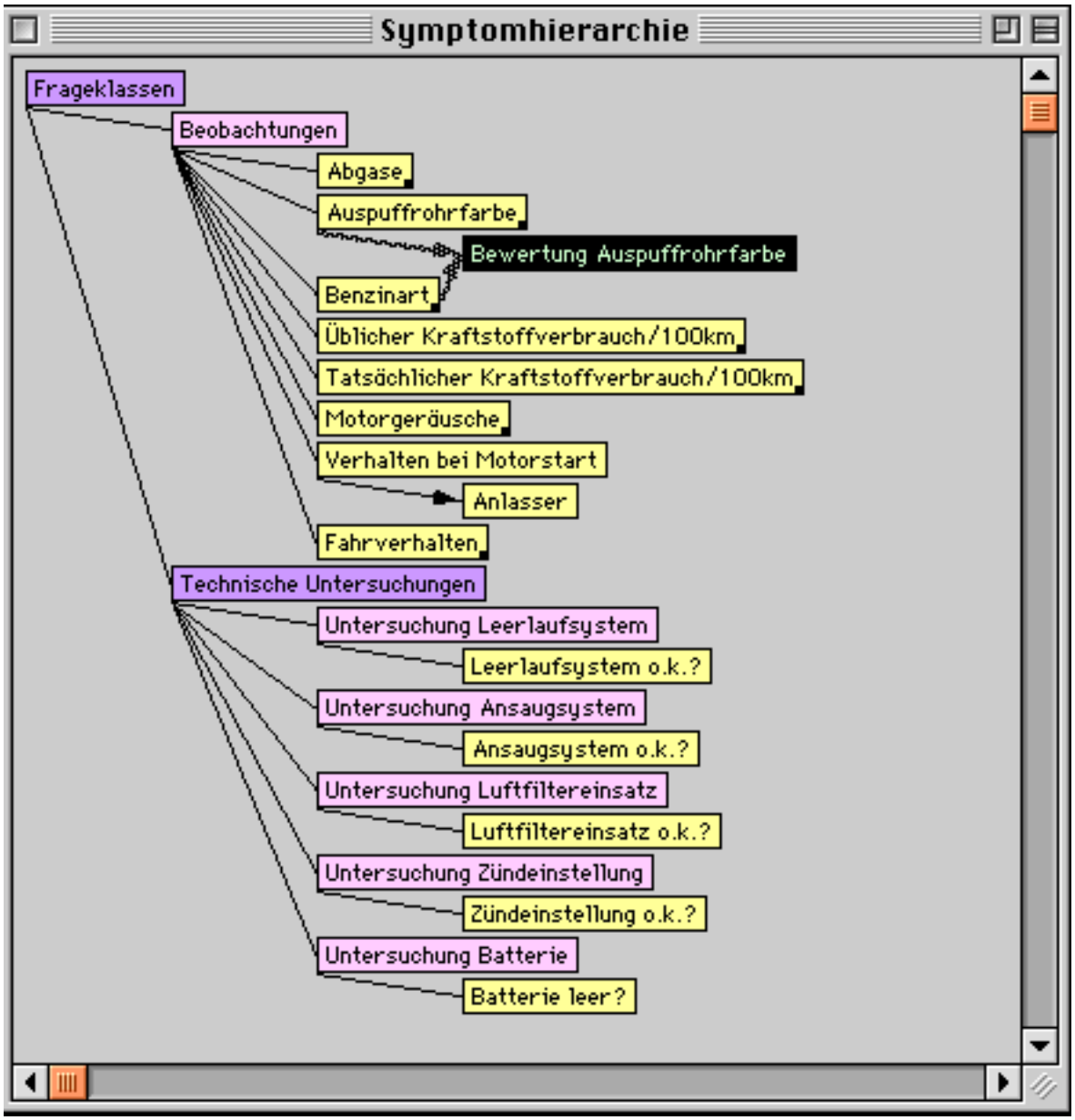


Abb. 5.49 Symptomhierarchie mit markierten Eintrag "Bewertung Auspuffrohrfarbe"

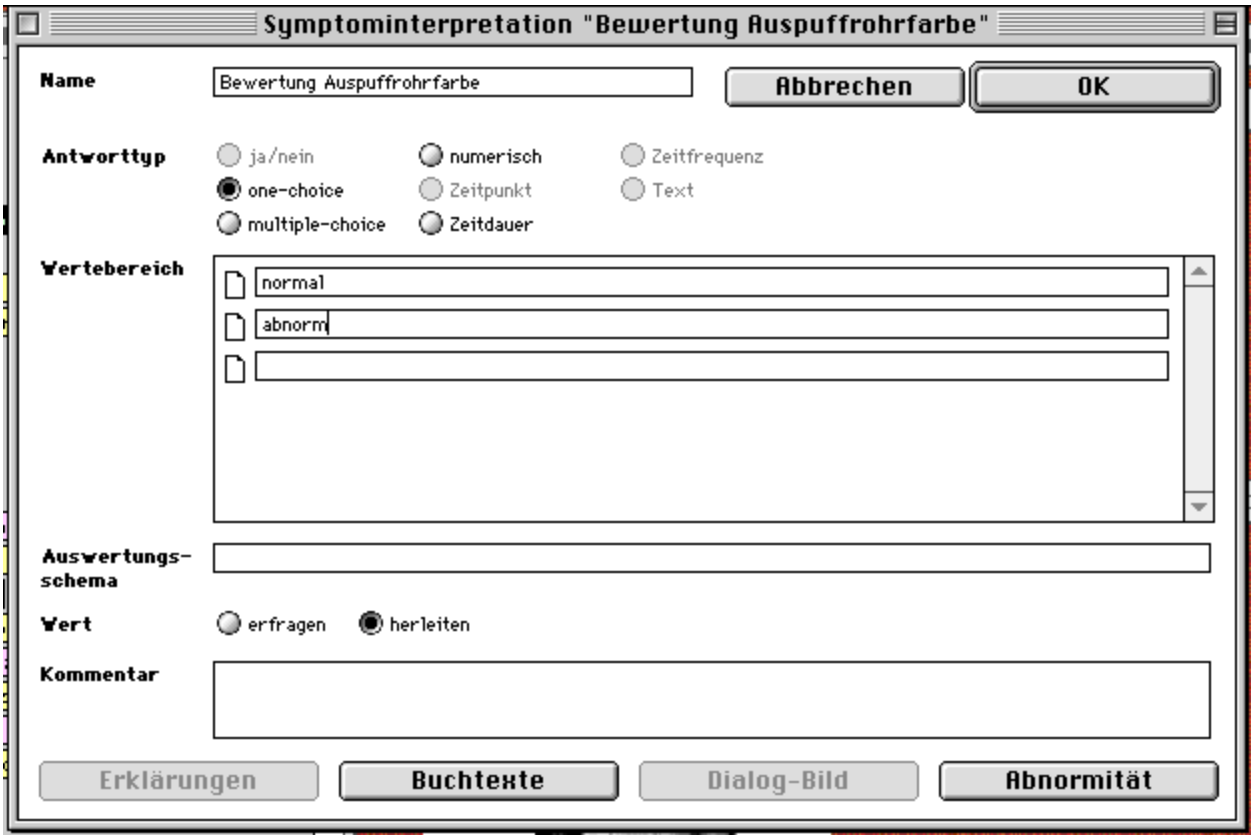


Abb. 5.50. Ausfüllen des Formulars zur gerade definierten Symptominterpretation

Schließlich werden die Regeln dazu eingegeben. Eine Übersicht über die bisher existierenden Regeln bekommt man durch einen Doppelklick auf die Linie zur Herleitung der Symptominterpretation im Fenster der Symptomhierarchie (Abb.5.51).

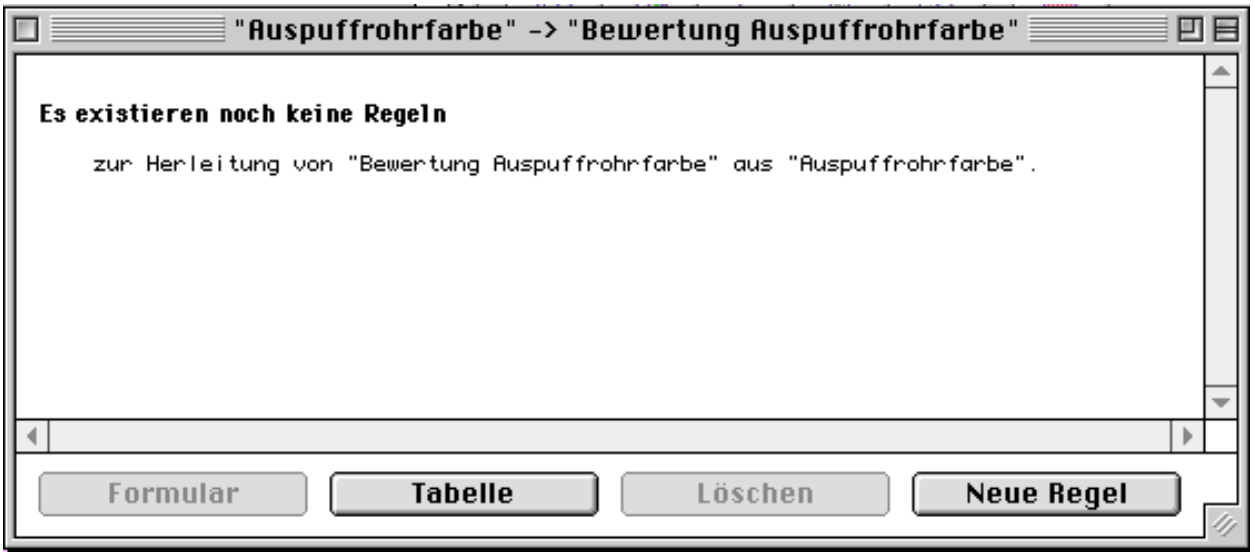


Abb. 5.51. Übersicht über Regeln zur Herleitung der ausgewählten Symptominterpretation

Durch wiederholtes Anklicken des Knopfes "neue Regel" bekommt man aufgrund der hierarchischen Beziehungen bereits teilausgefüllte Formulare zur Eingabe der neuen Regeln.

Nachdem man durch Doppelklick auf einen der beiden Herleitungspfeile in der Symptomhierarchie von "Bewertung Auspuffrohrfarbe" geklickt hat, erscheint ein Fenster mit den (nicht-)vorhandenen Regeln . Durch **Neue Regel** wird ein neues Formular aufgebaut.

Die Eingabe der benötigten drei Regeln wird nun näher beschrieben, das Resultat kann der Leser schon in Abbildung 5.54 überblicken. Im ersten Durchgang wird unter **Bedingung** die Auspuffrohrfarbe auf "*schwarz verrußt*" gesetzt und die Benzinart mit "*bleihaltig*" angegeben. Die **Bewertung** ist "*normal*". Mit **OK** wird der Eintrag bestätigt.

Daraufhin wird erneut die Regelübersicht präsentiert. Mittels **Bearbeiten-Fenster aktualisieren** kann man sich eine Übersicht über die neue Regel geben lassen. Mittels "**Neue Regel**" wird nun die zweite und dritte Regel eingegeben. Die Regelaussagen sind in 5.54 dargestellt. Für die Eingabe der ODER-Verknüpfung der Auspuffrohrfarbe innerhalb der zweiten Regel ist **komplexe Bedingung** anzugeben. Im sich daraufhin öffnenden Fenster können mittels gedrückter Shift-Taste alle benötigten Teile der ODER-Verknüpfung markiert werden.

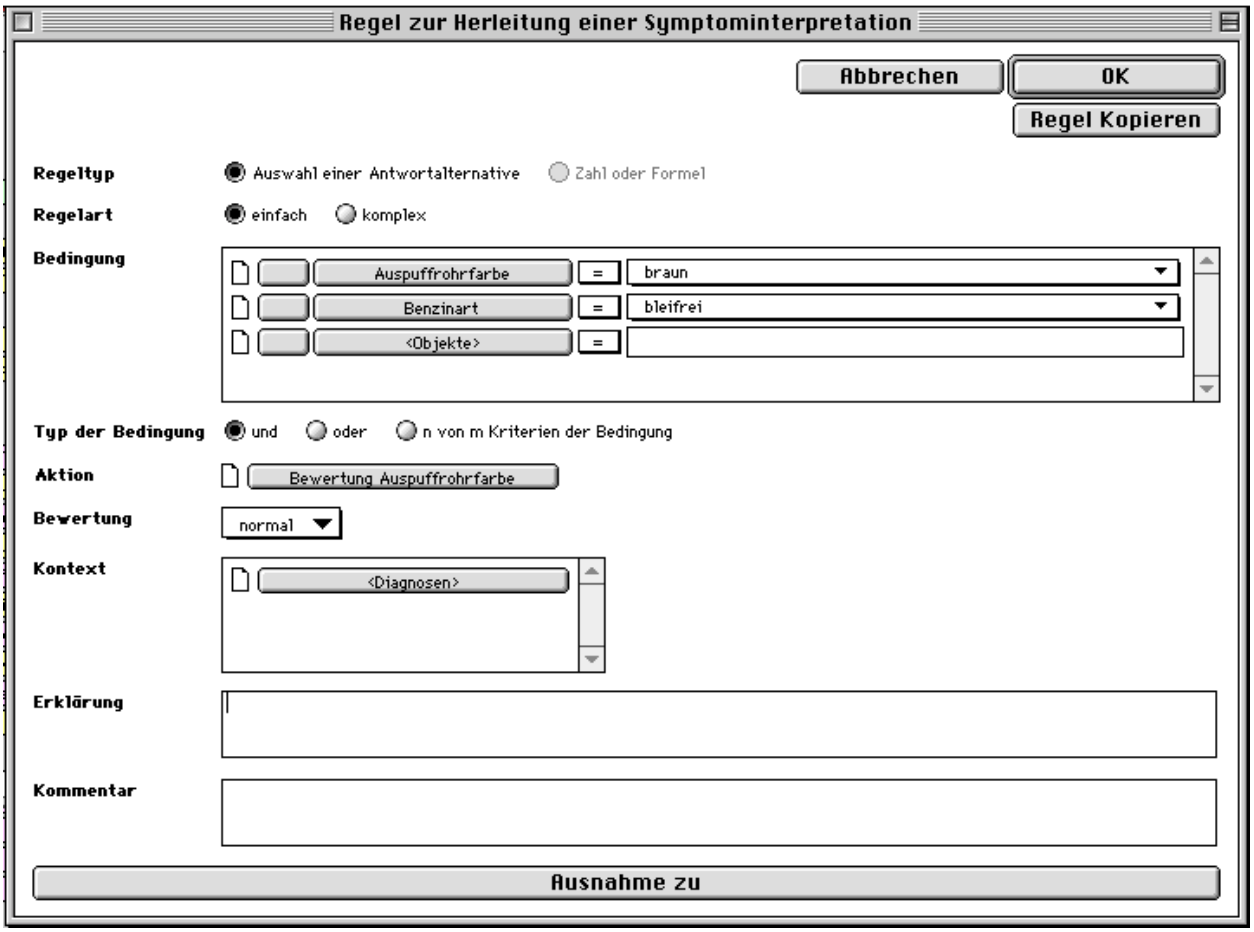


Abb. 5.52 Regelformular zur Herleitung einer Symptominterpretation

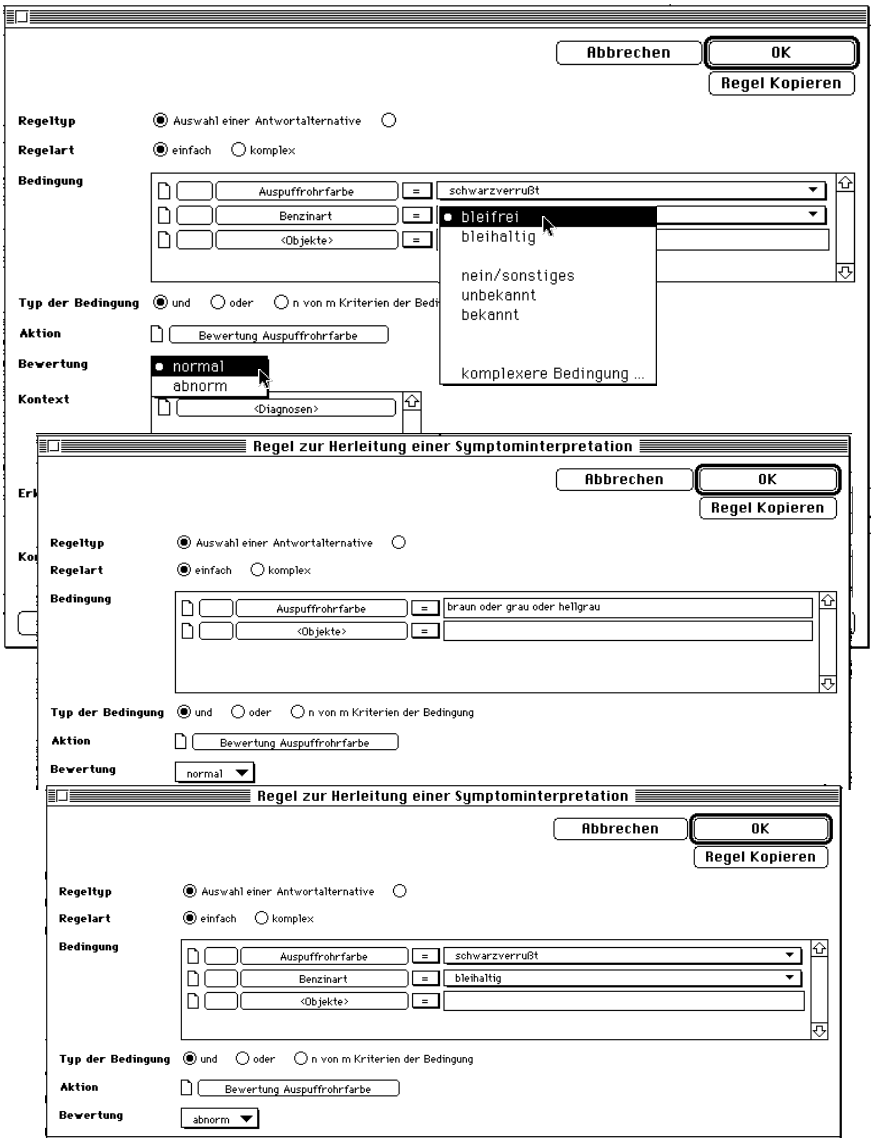


Abb. 5.53. Eingabe von drei Regeln zur Herleitung der "Bewertung Auspuffrohrfarbe" aus "Auspuffrohrfarbe" und "Benzinart". Voreingetragene Objekte in der Bedingung kann man löschen, indem man auf den ersten Marker vor dem Objekt klickt und im Menü **Bearbeiten** den Menüpunkt **Ausschneiden** wählt (für die zweite Regel erforderlich).



Abb. 5.54. Regelauflistung

Um die zweite herzuleitende Symptominterpretation *"Bewertung Kraftstoffverbrauch*" einzugeben, hängen wir wieder über das Menü **Bearbeiten - Symptominterpretation anhängen** die neue Symptominterpretation in die **Symptomhierarchie** als Nachfolger sowohl von "Üblicher Kraftstoffverbrauch" als auch von "Tatsächlicher Kraftstoffverbrauch", die beide zur Herleitung der Symptominterpretation erforderlich sind.

Dafür ist wieder ein Formular mittels Markierung von "Bewertung Kraftstoffverbrauch" und Auswahl des im Menü **Begriffe** befindlichen Punktes **Objektformular** aufzurufen. Hier sind unter **Wertebereich** drei Einträge anzugeben: "*normal*", "*leicht erhöht*","*erhöht*" und für das **Auswertungsschema** die Werte *10* und *20,* die mit einem Leerzeichen getrennt eingegeben werden.

Im nächsten Schritt wird dieses Formular ausgefüllt (Abb. 5.55). Daraufhin wird wieder in der Symptomhierarchie einer der Herleitungspfeile angeklickt und es werden die zugehörigen Regeln angegeben.

Eine Besonderheit dabei ist, daß der Rohwert für die "Bewertung Kraftstoffverbrauch" eine Zahl ist, die mit Hilfe eines Auswertungsschemas in einen qualitativen Wertebereich umgesetzt wird. Die Semantik ist: falls für den Rohwert von "Bewertung Kraftstoffverbrauch" gilt: < 10, dann soll der Wert "normal" sein, falls gilt: >= 10 und < 20, dann "leicht erhöht" und falls >= 20, dann "erhöht".

Die eigentliche Regel zur Herleitung von "Bewertung Kraftstoffverbrauch" wird analog wie die Regeln zur Herleitung von "Bewertung Auspuffrohrfarbe" aktiviert. Die Aussagen für das Feld *Bedingung* finden sich in 5.56. Eine Besonderheit ist, daß im Aktionsteil für die Bewertung eine Formel eingegeben wird.

Aktion muß über die sich rechts anschließende breite Schaltfläche angewählt werden. Im Fenster stehen im Feld "Operanden" alle Symptome der Regelkondition für die Formeleingabe zur Verfügung. Um die gewünschte Formel einzugeben, klickt man nacheinander auf das Symptom "Tatsächlicher Kraftstoffverbrauch/100km", den Operator "–", das Symptom "Üblicher Kraftstoffverbrauch/100km", "(...)", um den bisherigen Ausdruck zu klammern, den Operator "/", wieder das Symptom "Üblicher Kraftstoffverbrauch/100km", den Operator "*", gefolgt von einem Leerzeichen (alternativ mittels Tastatureingabe) und den Zahlen 1, 0, 0 zur Eingabe von 100.



Abb. 5.55. Formular für die zweite Symptominterpretation: Die Texte für den **Wertebereich**, sowie für die Werte für das **Auswertungsschema** (*10* und *20,* getrennt durch ein Leerzeichen) sind einzugeben.

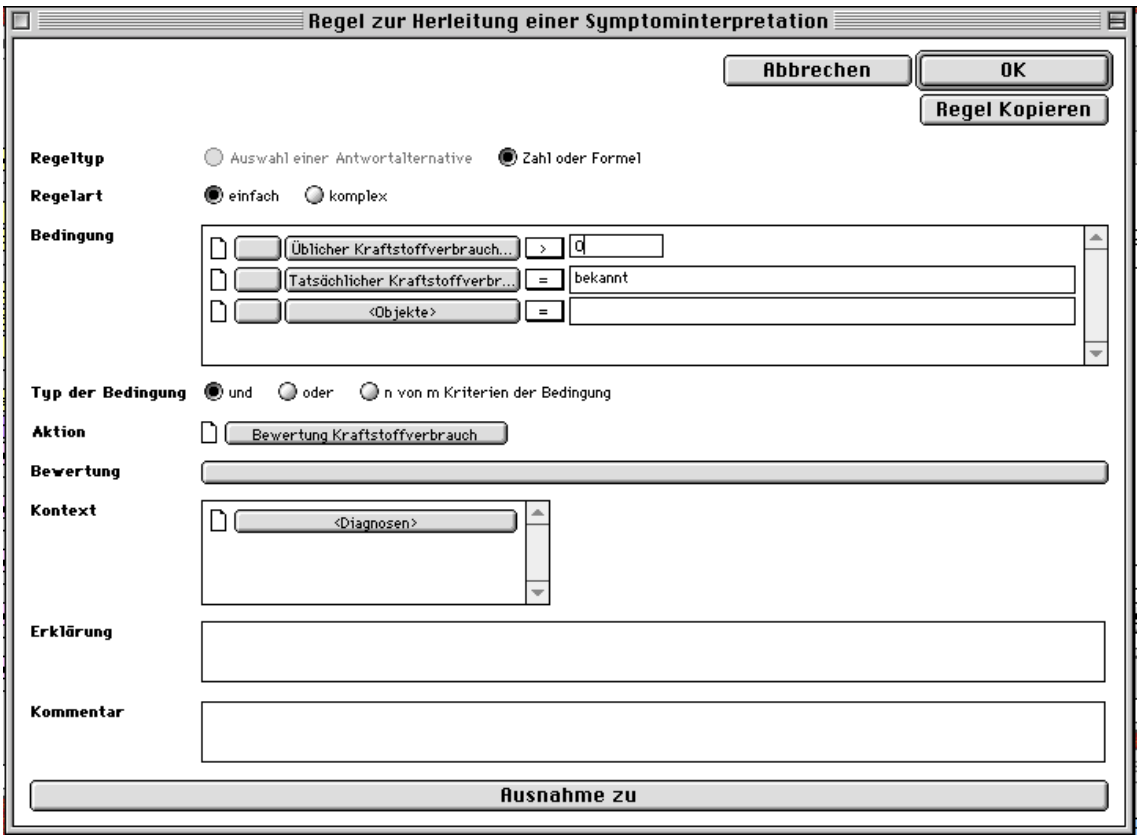


Abb. 5.56. Ausgefülltes Formular zur Symptominterpretation "Normierter Kraftstoffverbrauch"

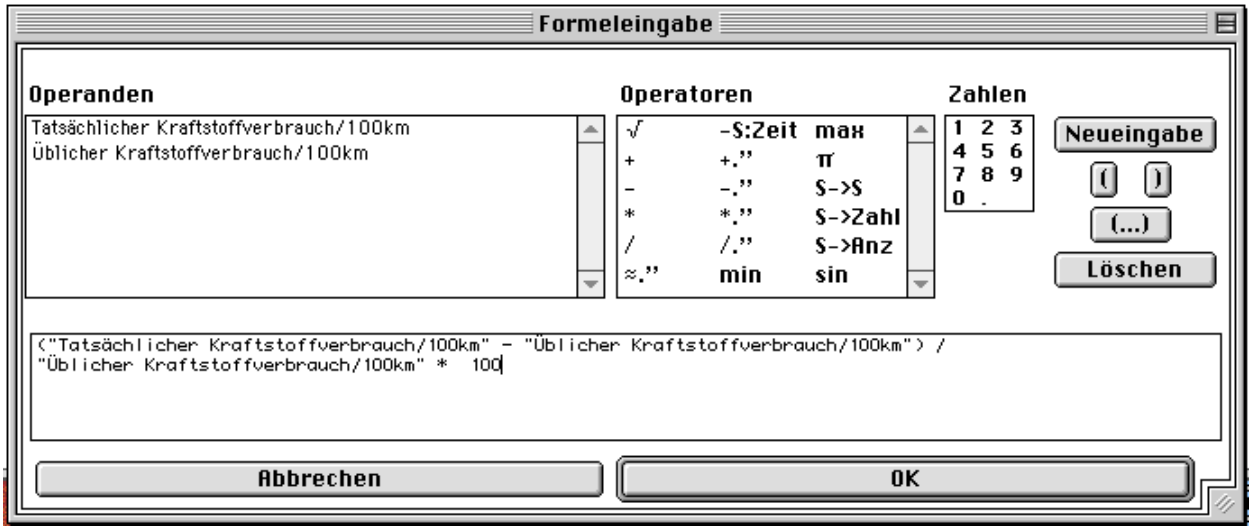


Abb. 5.57 Der Inhalt des Formelfensters wird durch den Anwender eingegeben

5.7 Eingeben von heuristischem Diagnosewissen

Zur Eingabe der heuristischen Symptom-Diagnose-Assoziationen gibt es viele Möglichkeiten: Eingabe mit Entscheidungstabellen, wobei zunächst sichere Regeln eingegeben und anschließend unsichere Bewertungen und eventuell zusätzliche Regelbedingungen hinzugefügt werden, sowie Eingabe mit Übersichts- oder Detailtabellen. Wir zeigen hier die Eingabe mit Tabellen, da sie für Diagnosen mit vielen Regeln am besten geeignet ist. Sie geschieht in zwei Schritten: Auswahl der Regelelemente und Eingabe der unsicheren Beziehungen. Zur Eingabe der Regelelemente wird die gewünschte Diagnose selektiert, in diesem Fall im Fenster der **Diagnosehierarchie** "Leerlaufsystem defekt". Aus dem Menü **Begriffe** der Menüpunkt **Regelelemente** aufgerufen:



Abb. 5.58. Aufruf der Regelelementtabelle

Da mit dem Entscheidungsbaum schon eine Regel zur Herleitung von "Leerlaufsystem defekt" eingegeben wurde, erscheinen deren Vorbedingungen automatisch in der Regelelementtabelle. Um weitere Elemente hinzuzufügen, ruft man einen der Menüpunkte **Namen-Suchfenster** oder **Hierarchie** aus dem Menü **Bearbeiten** auf. Bei "Hierarchie" wird die zuletzt benutzte Hierarchie auf dem Bildschirm gewählt; wenn diese nicht die richtige ist, kann man irgendeine andere Hierarchie wählen (aus dem Menü **Begriffe** oder dem Menü **Suchen**).

Im konkreten Fall wird **Namen-Suchfenster** gewählt. Daraufhin werden im Fenster **Symptomhierarchie** aus **Beobachtungen** die Punkte "Verhalten bei Motorstart", "Anlasser" und "Fahrverhalten" selektiert und diese durch **Übertragen**

bestätigt. Dadurch wird diese Auswahl in das Fenster **Regelelemente** übertragen (Abb.5.59).

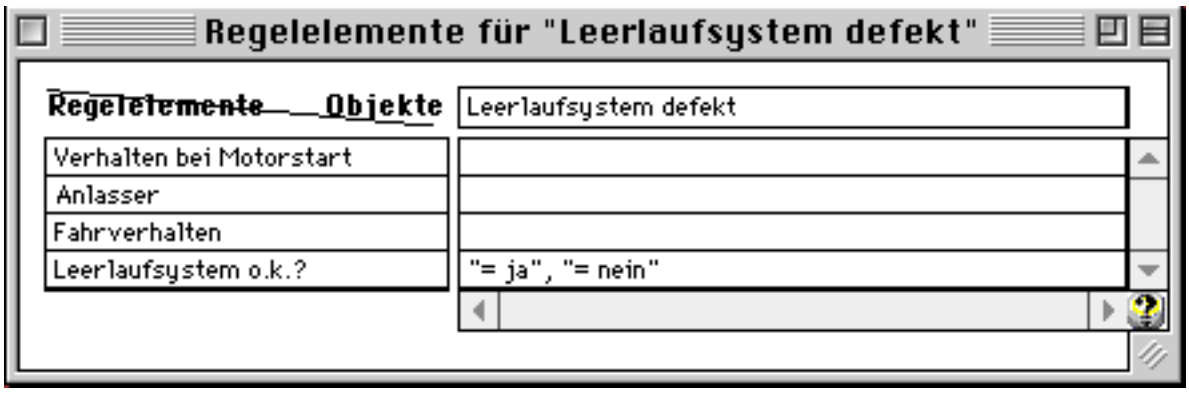


Abb. 5.59. Regelelemente



Abb. 5.60. Hinzufügen von Objekten in die Regelelementtabelle, die aus einer Hierarchie ausgewählt werden sollen.

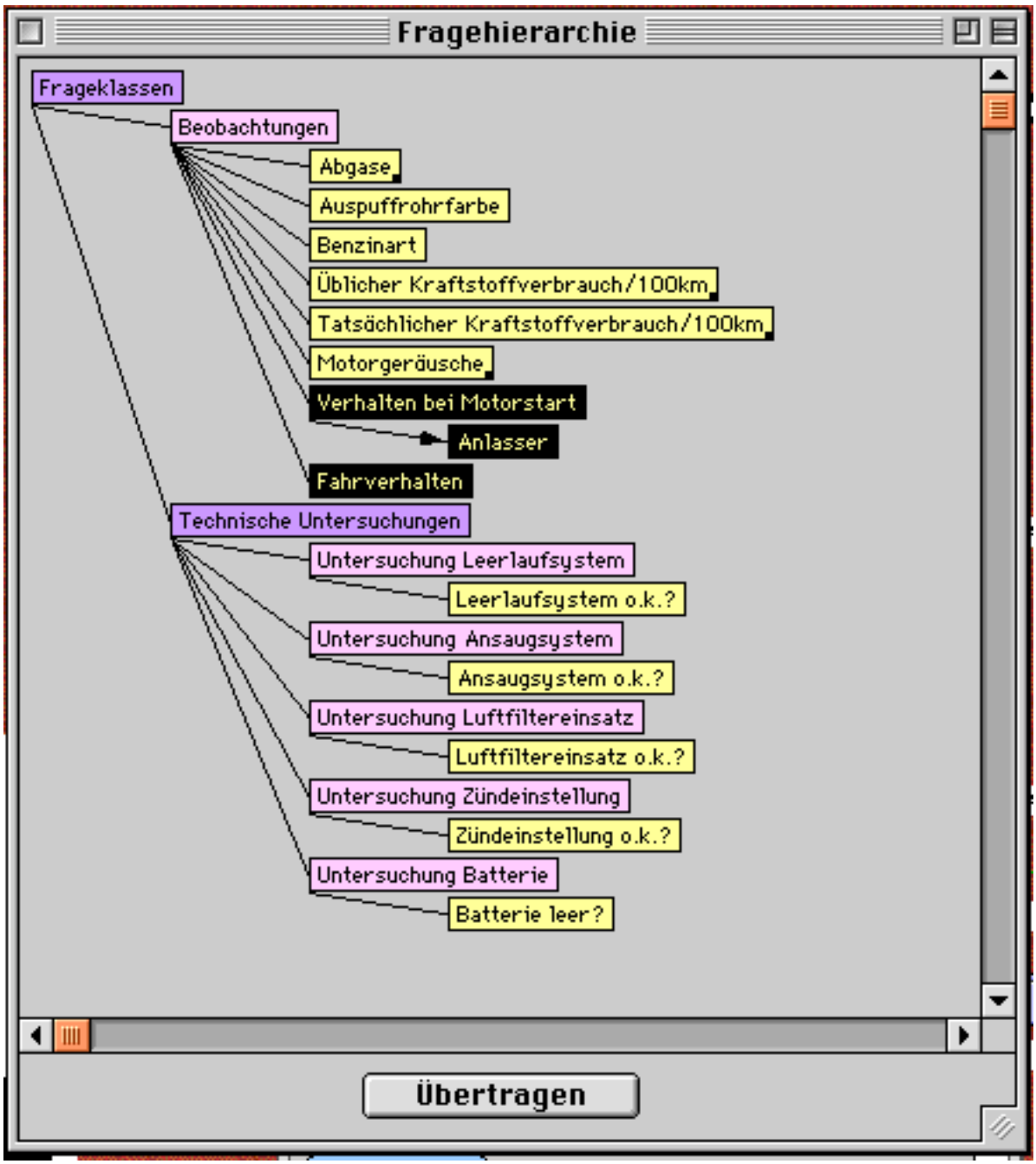


Abb. 5.61. Auswahl von Objekten für die Regelelementtabelle aus der Symptomhierarchie

Als nächstes müssen die Ausprägungen dieser Objekte, die für die Diagnose "Leerlaufsystem defekt" relevant sind, in der Regelelementtabelle eingetragen werden. Durch Markieren eines leeren Eintrages in der Regelelementtabelle erscheint das Auswahlmenü.
Hier werden nun die in Abbildung 5.62 angegebenen Werte eingetragen. Um die beiden Aussagen für das Fahrverhalten einzugeben, wird "Kombination" markiert.

Im folgenden Menü werden dann die beiden Begriffe *eingetragen* und *übernommen*.

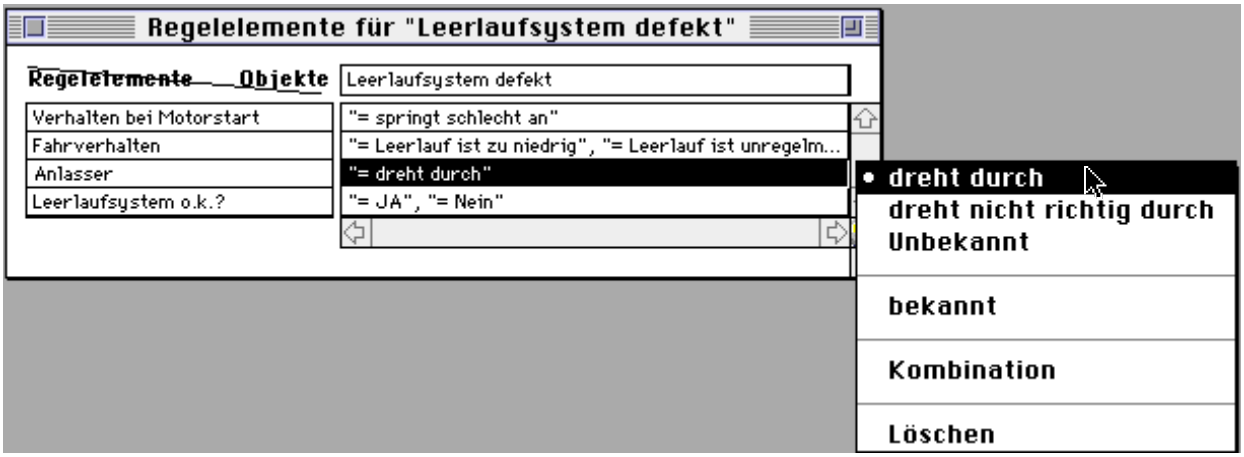


Abb. 5.62. Eintrag der Ausprägungen zu den Objekten in der Regelelementtabelle

Die Auswahl der Regelelemente ist noch nicht spezifisch für die heuristische Bewertung: Dieses Wissen kann von allen diagnostischen Bewertungsstrategien, insbesondere auch vom überdeckenden Problemlöser, benutzt werden.

Im folgenden wird die Eingabe der heuristischen Bewertungen gezeigt. Dazu kann je nach Komplexität der Regeln aus dem Menü **Diagnostik** einer der drei Editoren "Heuristische Übersichtstabelle", "Heuristische Detailtabelle" oder "Heuristisches N-Regelformular" aufgerufen werden.

Es wird "Leerlaufsystem" in der Diagnosehierarchie markiert belassen und es wird aus **Diagnostik** die **Heuristische Übersichtstabelle** gewählt (5.63).



Abb. 5.63. Aufruf der heuristischen Übersichtstabelle

In der heuristischen Übersichtstabelle erscheinen pro Diagnose zwei Spalten, wovon die zweite eine Negierung der Vorbedingung bedeutet. Eingaben erfolgen wieder durch einmaliges Klicken auf die leeren Einträge wie in 5.64 dargestellt .So

heißt z.B. die erste Regel: Wenn "Fahrverhalten = Leerlauf ist zu niedrig", dann spricht das "häufig" (P3) für "Leerlaufsystem defekt", während die Regel in der Spalte daneben bedeutet: Wenn "Fahrverhalten = *nicht* Leerlauf ist zu niedrig", dann spricht das "häufig" (N3) gegen "Leerlaufsystem defekt".Das Fenster wird durch Klicken auf den Schließ-Knopf (oben-links) geschlossen.

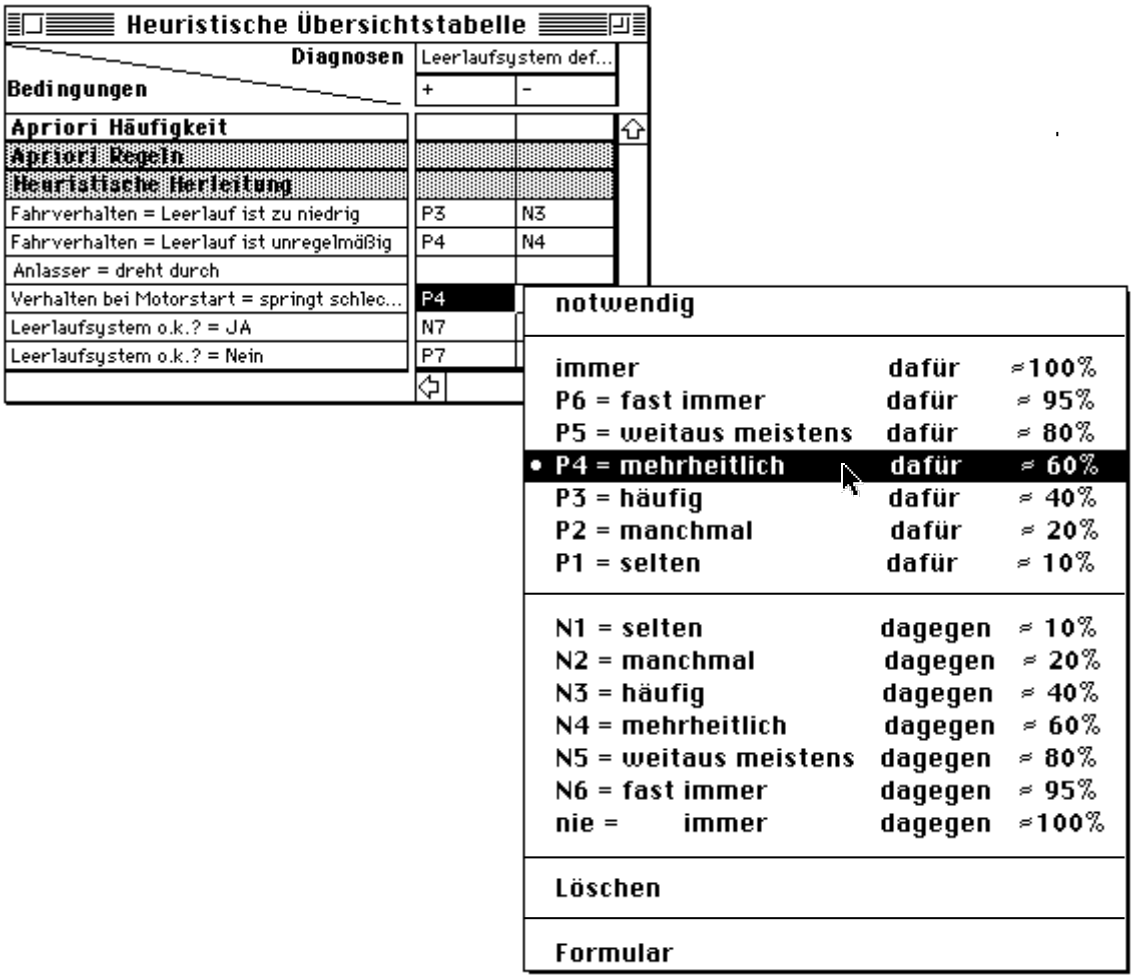


Abb. 5.64. Eintrag der Regelbewertungen in heuristischer Übersichtstabelle

Komplexere Regeln, deren Vorbedingung eine Kombination von Aussagen dargestellt, können entweder durch Aufruf der Menüoption "Formular" aus dem Untermenü für Wahrscheinlichkeitswerte in Abb. 5.64 oder durch Aufruf aus dem Menüpunkt **Diagnostik** der **heuristischen Detailtabelle** (Abb. 5.65) eingegeben werden. Dafür muß zuerst die vorzeitige Eingabeform noch geschlossen werden. Neueingaben sind an dieser Stelle nicht nötig.

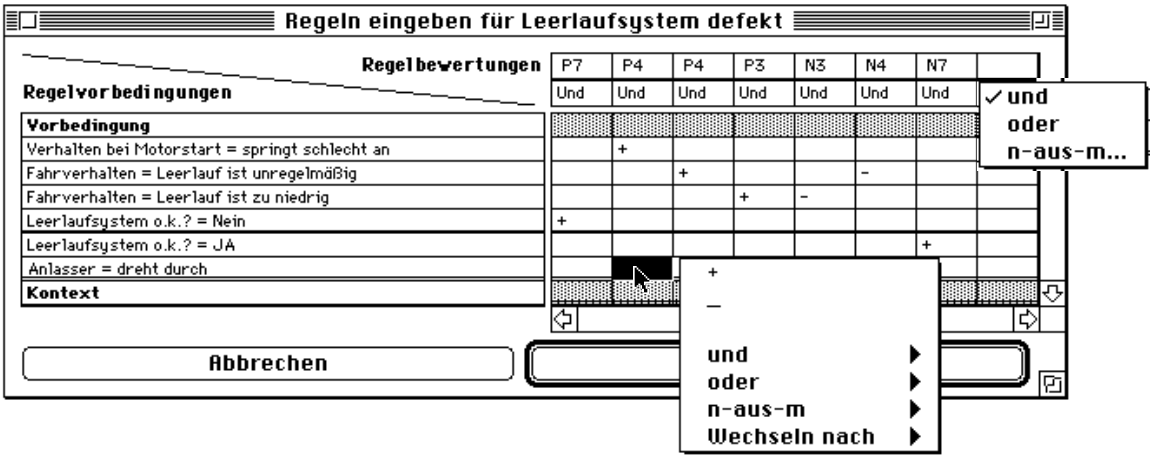


Abb. 5.65. Eintrag der Regelbewertungen in heuristischer Detailtabelle



Abb. 5.66. Gleichzeitige Eingabe von Regelelementen für mehrere Diagnosen

In gleicher Weise werden die Regelelemente der übrigen Diagnosen eingegeben, wobei jeweils mehrere Diagnosen auf einmal selektiert und bearbeitet werden.

In der Regelelementtabelle kann man Ausprägungen zu einem Symptom, die für die Diagnosebewertung die gleiche Bedeutung haben, zusammenfassen. So sind z.B. die beiden Ausprägungen "klingeln" oder "klopfen" bei Motorgeräuschen zur Bewertung der Diagnose "Zündeinstellung defekt" gleichwertig.

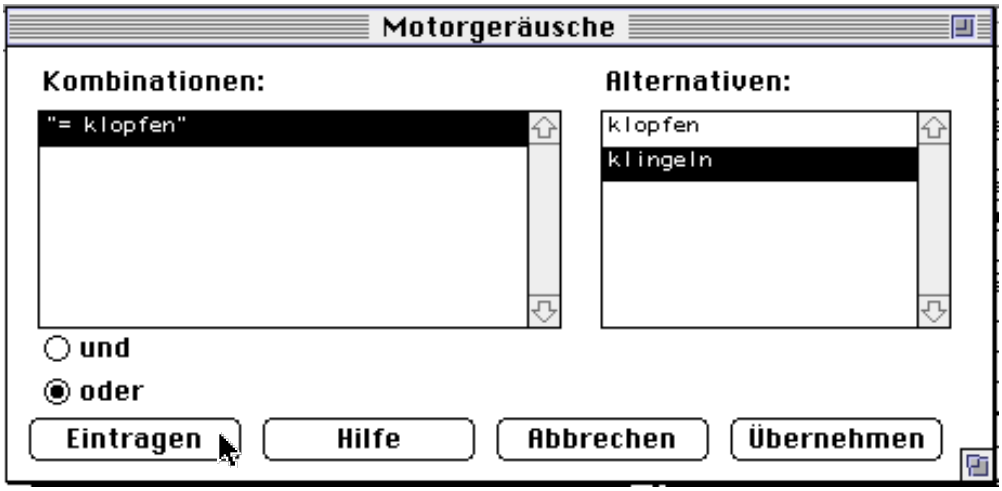


Abb. 5.67. Eingabe einer kombinierten Aussage "Klingeln" oder "Klopfen". Durch Drücken des Knopfes "Eintragen" werden die beiden selektierten Objekte kombiniert.

Auch die heuristische Übersichtstabelle erlaubt das gleichzeitige Eingeben der Bewertungen mehrerer Diagnosen.

In der Diagnosehierarchie sind die drei in Abbildung 5.69 gezeigten Einträge zu markieren, woraufhin in **Begriffe** die **Regelelemente** aufgerufen werden. Aus **Bearbeiten** wird **Namen-Suchfenster** gewählt und es werden wierderum zusätzliche Einträge übertragen und ausgefüllt.



Abb 5.68 Eingabe der Regelelemente für "Ansaugsystem undicht", etc.

Daraufhin wird das Fenster der Diagnostikhierarchie zum aktiven Fenster gemacht und in **Diagnostik** die **heuristische Übersichtstabelle** angewählt. Sie wird gemäß Abb.72 ausgefüllt.

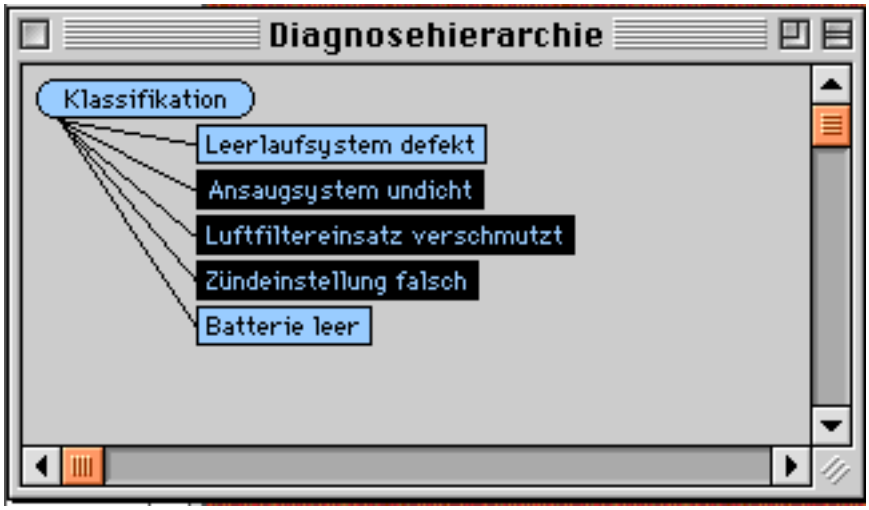


Abb. 5.69 Diagnosehierarchie

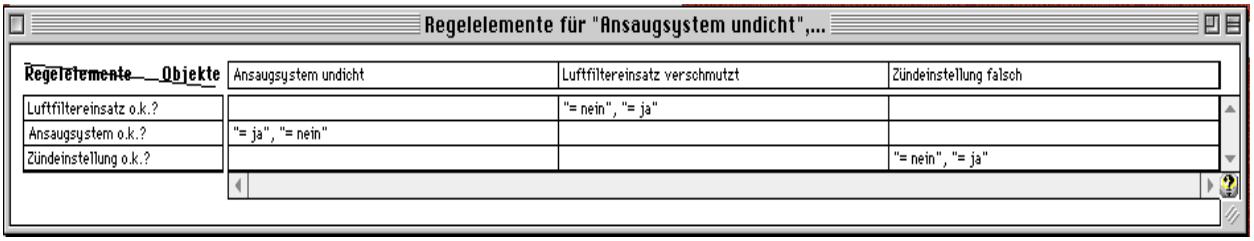


Abb. 5.70 Regelelemente für Ansaugsystem undicht", etc.

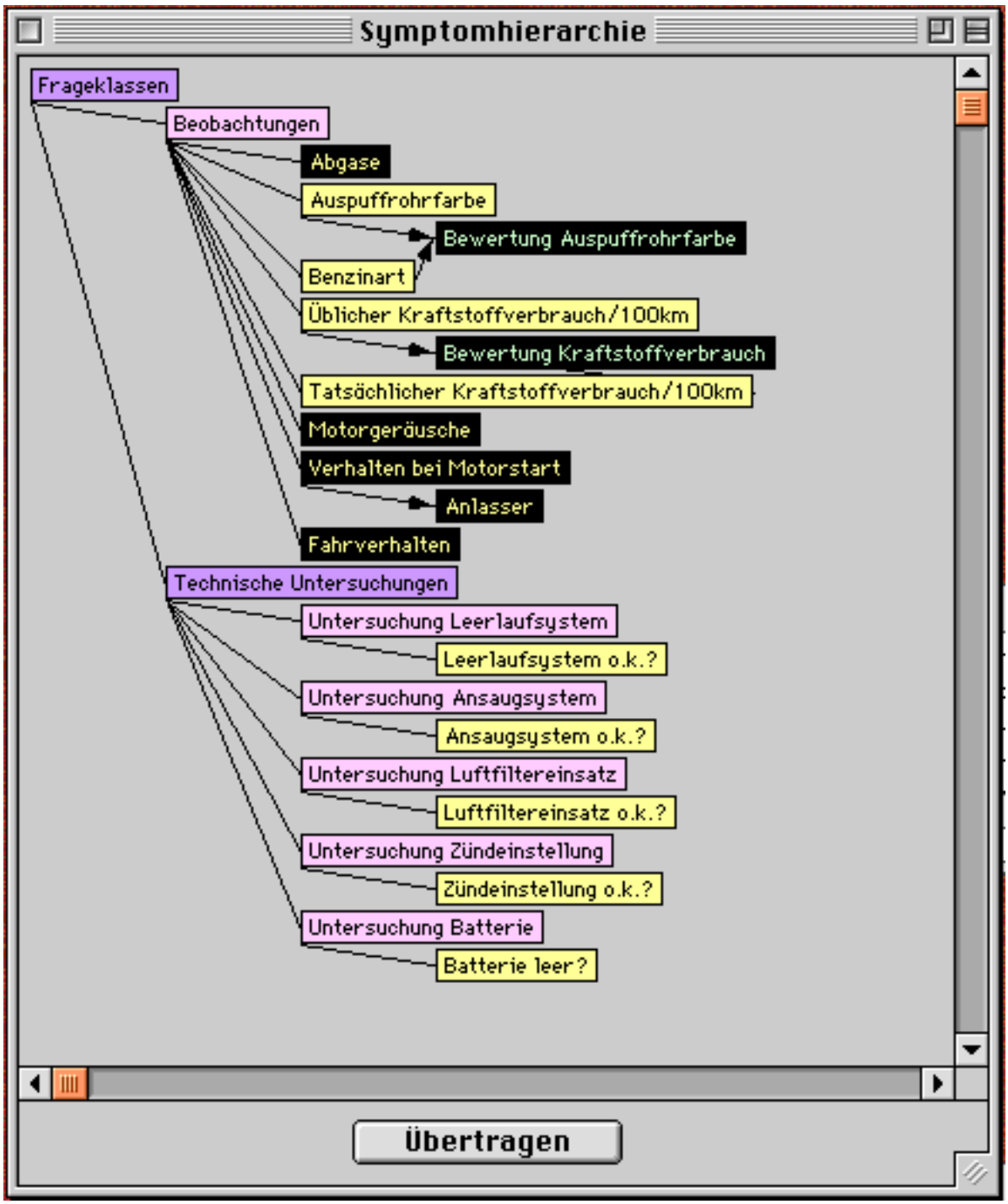
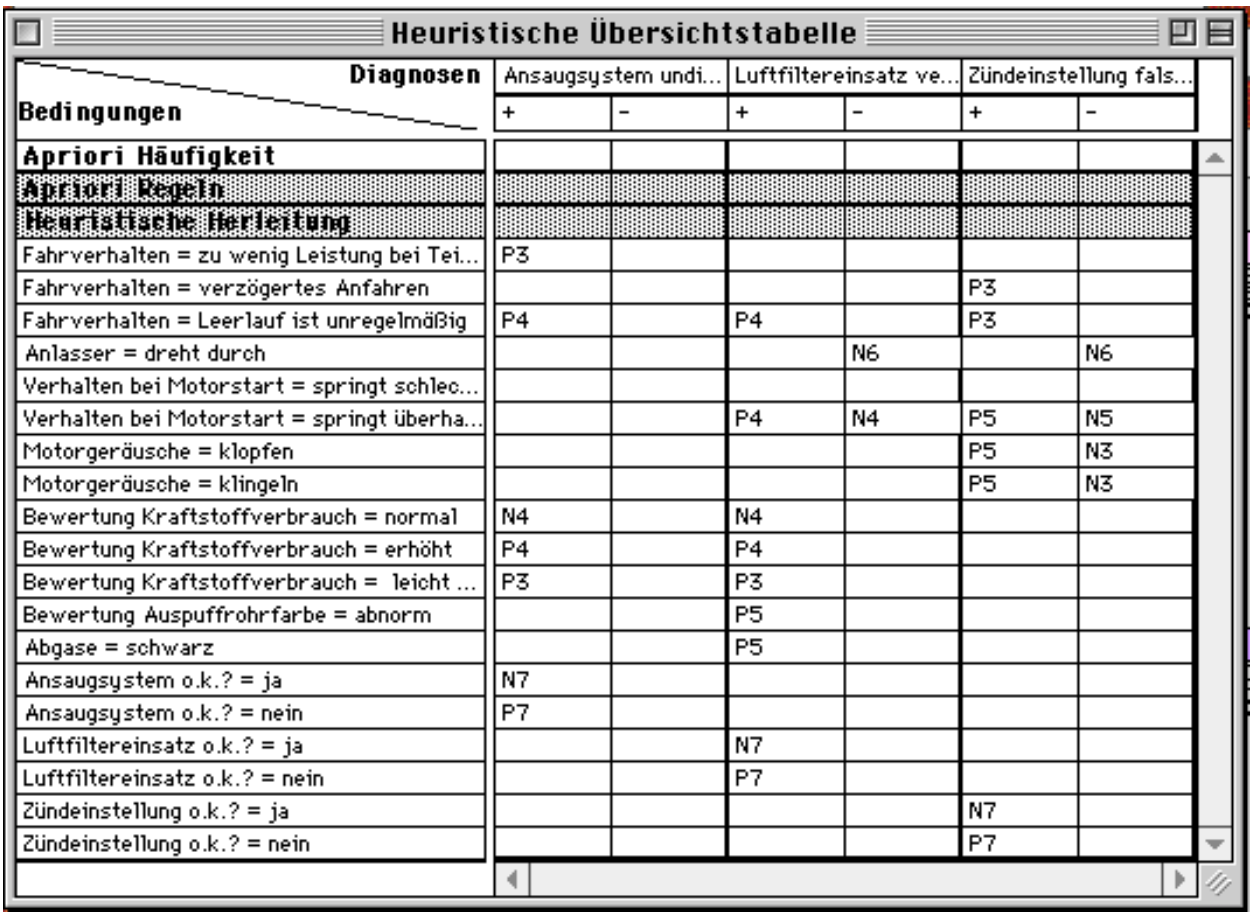


Abb. 5.71 Symptomhierarchie



Bedingungen \ Diagnosen	Ansaugsystem undi...		Luftfiltereinsatz ve...		Zündeinstellung fals...	
	+	-	+	-	+	-
Apriori Häufigkeit						
Apriori Regeln						
Heuristische Herleitung						
Fahrverhalten = zu wenig Leistung bei Tei...	P3					
Fahrverhalten = verzögertes Anfahren					P3	
Fahrverhalten = Leerlauf ist unregelmäßig	P4		P4		P3	
Anlasser = dreht durch				N6		N6
Verhalten bei Motorstart = springt schlec...						
Verhalten bei Motorstart = springt überha...			P4	N4	P5	N5
Motorgeräusche = klopfen					P5	N3
Motorgeräusche = klingeln					P5	N3
Bewertung Kraftstoffverbrauch = normal	N4		N4			
Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht	P4		P4			
Bewertung Kraftstoffverbrauch = leicht ...	P3		P3			
Bewertung Auspuffrohrfarbe = abnorm			P5			
Abgase = schwarz			P5			
Ansaugsystem o.k.? = ja	N7					
Ansaugsystem o.k.? = nein	P7					
Luftfiltereinsatz o.k.? = ja			N7			
Luftfiltereinsatz o.k.? = nein			P7			
Zündeinstellung o.k.? = ja					N7	
Zündeinstellung o.k.? = nein					P7	

Abb. 5.72. Gleichzeitige Eingabe der Bewertungen mehrerer Diagnosen mit einer heuristischen Übersichtstabelle.

5.8 Eingeben von überdeckendem Diagnosewissen

Beim überdeckenden Diagnosewissen wird angegeben, welche Diagnosen mit welcher Wahrscheinlichkeit welche Symptome oder welche anderen Diagnosen verursachen (überdecken). Dabei können dieselbe Regelelementtabelle wie beim heuristischen Wissen benutzt werden. Es empfiehlt sich jedoch, ähnliche Ausprägungen derselben Frage in einem Regelelement zusammenfassen (z.B. "Kraftstoffverbrauch = leicht erhöht oder erhöht"), während sie beim heuristischen Wissen oft besser getrennt bewertet werden (zwei Regelelemente "Kraftstoffverbrauch = leicht erhöht" und "Kraftstoffverbrauch = erhöht"). Im einfachsten Fall reicht eine überdeckende Übersichtstabelle aus, die aus dem Menü **Diagnostik** über den Menüpunkt **überdeckende Übersichtstabelle** aufgerufen wird.
Dafür werden wie in 5.73 gezeigt, in der Diagnosehierarchie alle Unterpunkte von "Klassifikation" markiert.

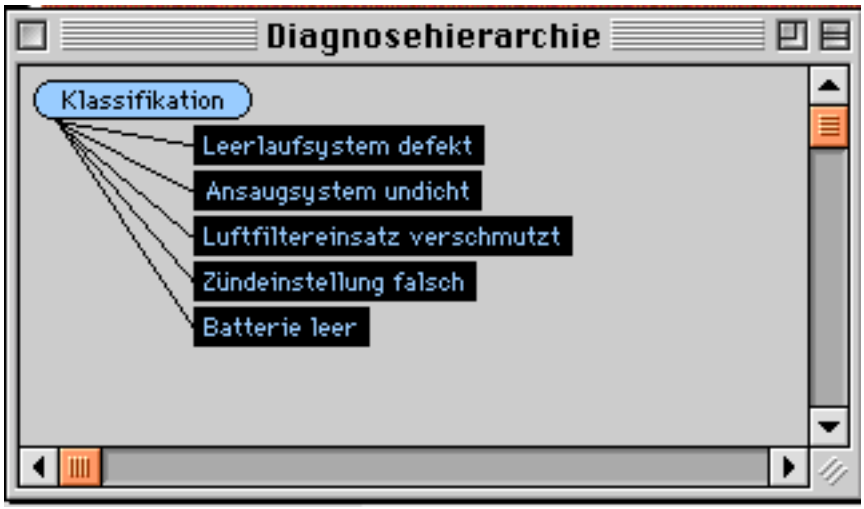
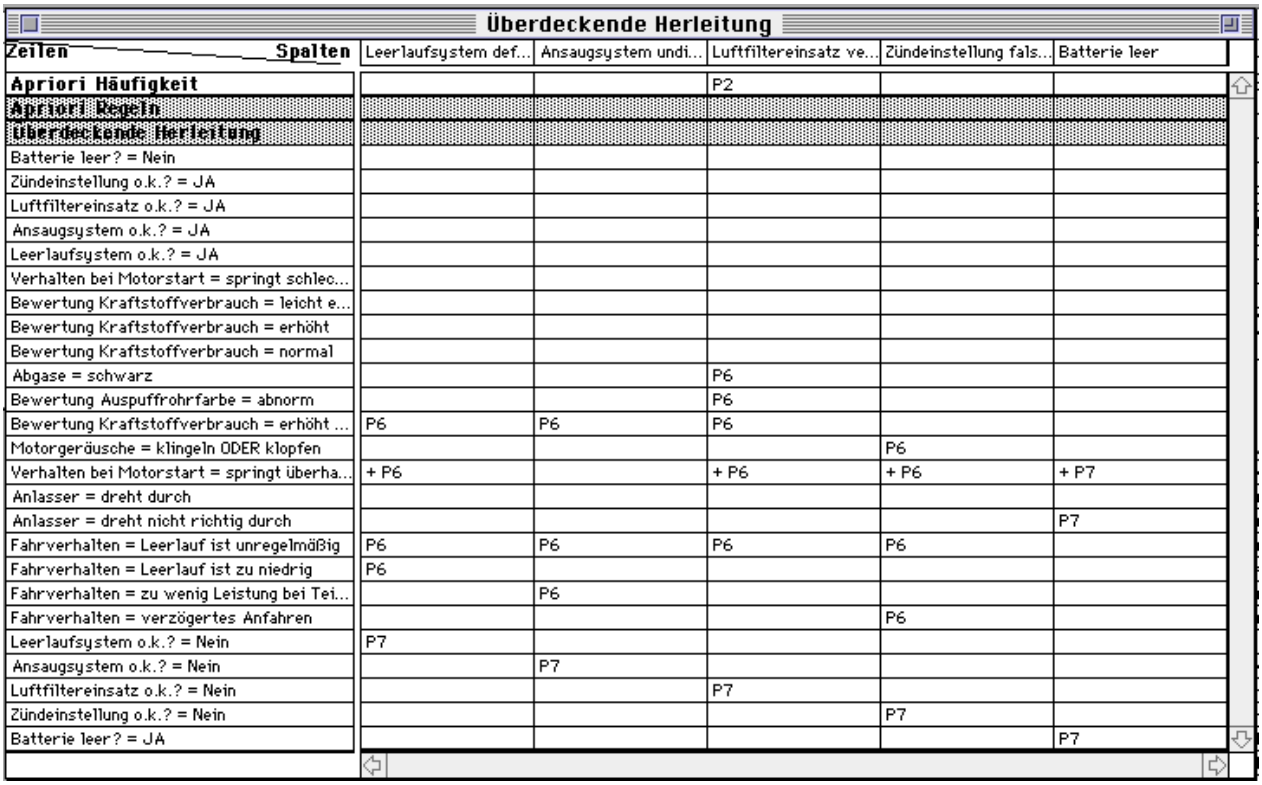


Abb 5.73 Diagnosehierarchie mit markierten Einträgen



Überdeckende Herleitung

Zeilen / Spalten	Leerlaufsystem def...	Ansaugsystem undi...	Luftfiltereinsatz ve...	Zündeinstellung fals...	Batterie leer
Apriori Häufigkeit			P2		
Apriori Regeln					
Überdeckende Herleitung					
Batterie leer? = Nein					
Zündeinstellung o.k.? = JA					
Luftfiltereinsatz o.k.? = JA					
Ansaugsystem o.k.? = JA					
Leerlaufsystem o.k.? = JA					
Verhalten bei Motorstart = springt schlec...					
Bewertung Kraftstoffverbrauch = leicht e...					
Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht					
Bewertung Kraftstoffverbrauch = normal					
Abgase = schwarz			P6		
Bewertung Auspuffrohrfarbe = abnorm			P6		
Bewertung Kraftstoffverbrauch = erhöht ...	P6	P6	P6		
Motorgeräusche = klingeln ODER klopfen				P6	
Verhalten bei Motorstart = springt überha...	+ P6		+ P6	+ P6	+ P7
Anlasser = dreht durch					
Anlasser = dreht nicht richtig durch					P7
Fahrverhalten = Leerlauf ist unregelmäßig	P6	P6	P6	P6	
Fahrverhalten = Leerlauf ist zu niedrig	P6				
Fahrverhalten = zu wenig Leistung bei Tei...		P6			
Fahrverhalten = verzögertes Anfahren				P6	
Leerlaufsystem o.k.? = Nein	P7				
Ansaugsystem o.k.? = Nein		P7			
Luftfiltereinsatz o.k.? = Nein			P7		
Zündeinstellung o.k.? = Nein				P7	
Batterie leer? = JA					P7

Abb. 5.74. Die Übersichtstabelle zur Eingabe überdeckender Regeln sieht ähnlich aus wie die Tabelle für heuristische Regeln. Der Eintrag in einem Kästchen gibt an, wie häufig eine Diagnose ein Symptom überdeckt, z.B. daß bei "Leerlaufsystem defekt" fast immer der "Kraftstoffverbrauch erhöht oder leicht erhöht" ist.

Dafür wird nun die Zeile "Verhalten bei Motorstart = springt überhaupt..." um die in Abb. 5.74 gezeigten Einträge erweitert. Hierfür wird jeweils in eines der (noch leeren) Felder geklickt. Aus dem sich öffnenden Menü kann der gewünschte Wert gewählt werden.

Ähnlich wie beim heuristischen Wissen können komplexe Regeln auch mittels einem "Formular" eingegeben werden.

Abb.5.75 zeigt ein Beispielformular für die Möglichkeit der Eingabe komplexer Regeln.

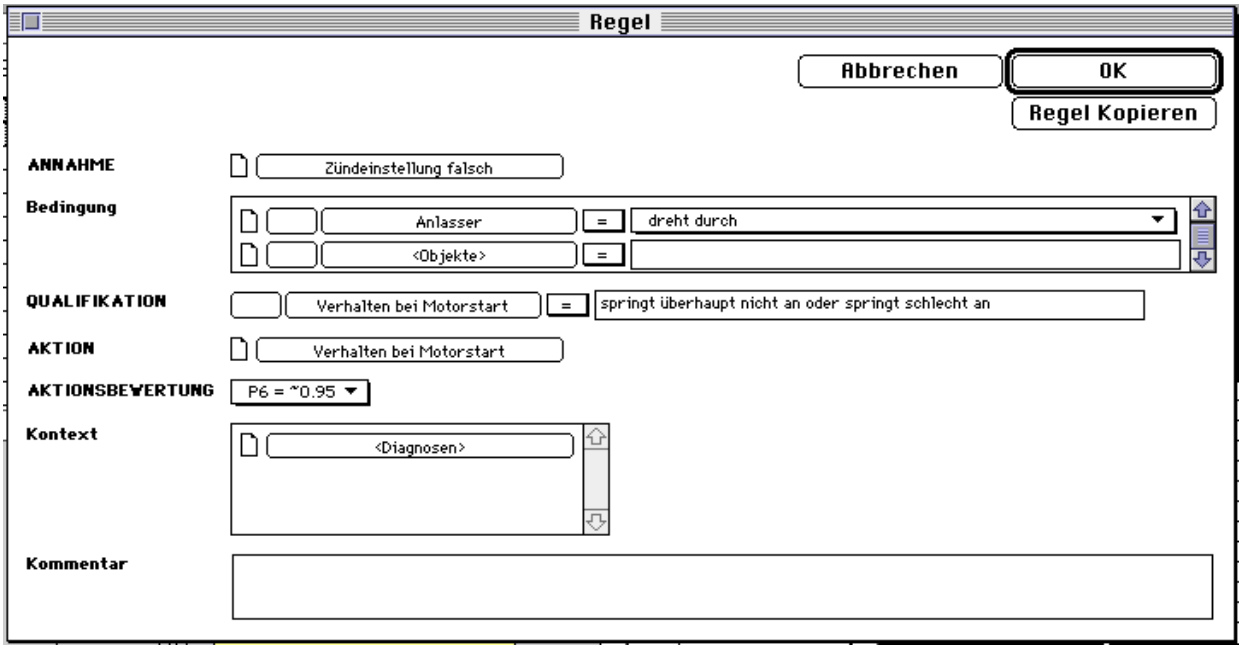
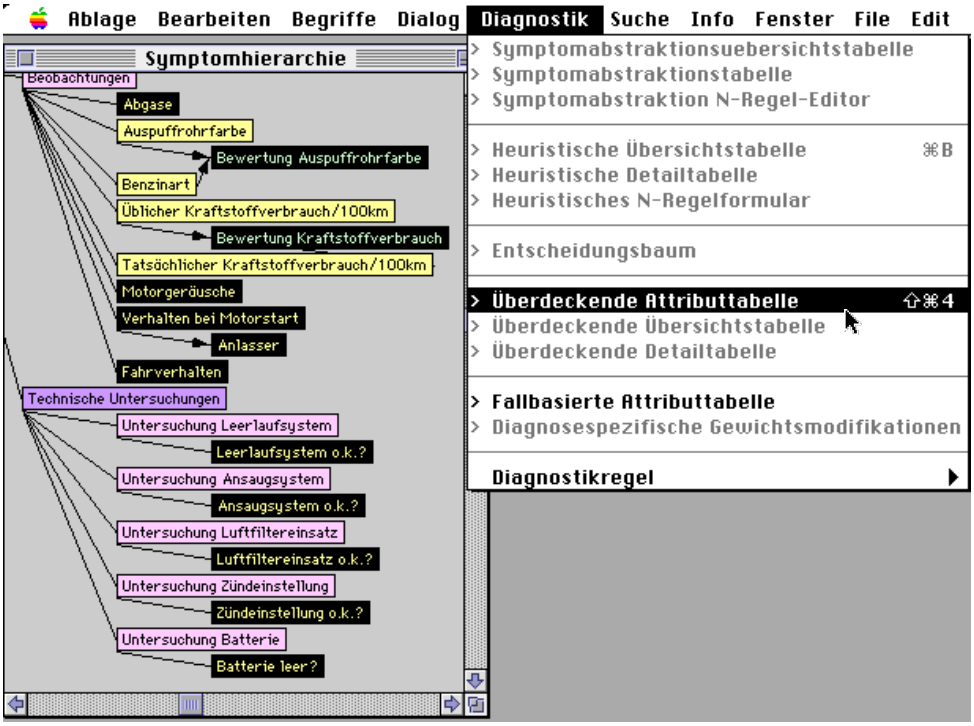


Abb. 5.75. Regelformular für überdeckende Regel: Wenn "Zündeinstellung falsch", dann ist "Verhalten bei Motorstart = springt schlecht oder überhaupt nicht an" erklärt (überdeckt), aber nur unter der zusätzlichen Bedingung, daß der "Anlasser durchdreht".

Schließlich muß für das überdeckende Wissen noch angegeben werden, wie wichtig die Symptomausprägungen sind. Dazu eignen sich am besten Attributtabellen. Zunächst werden die relevanten Symptome in der **Symptomhierarchie** markiert und dann aus dem Menü **Begriffe** der Menüpunkt **Attributtabelle** aufgerufen . Bei dem folgenden kurzen Konfigurierungsdialog wird der Typ "strukturierte Frageattributtabelle" gewählt und die drei Attribute "Abnormität", "Abnormität nein/sonstiges" und "Gewicht" markiert (Abb. 5.76).

In dem sich aufbauenden großen Formular sind die Werte, wie in Abb. A76 gezeigt, einzugeben.



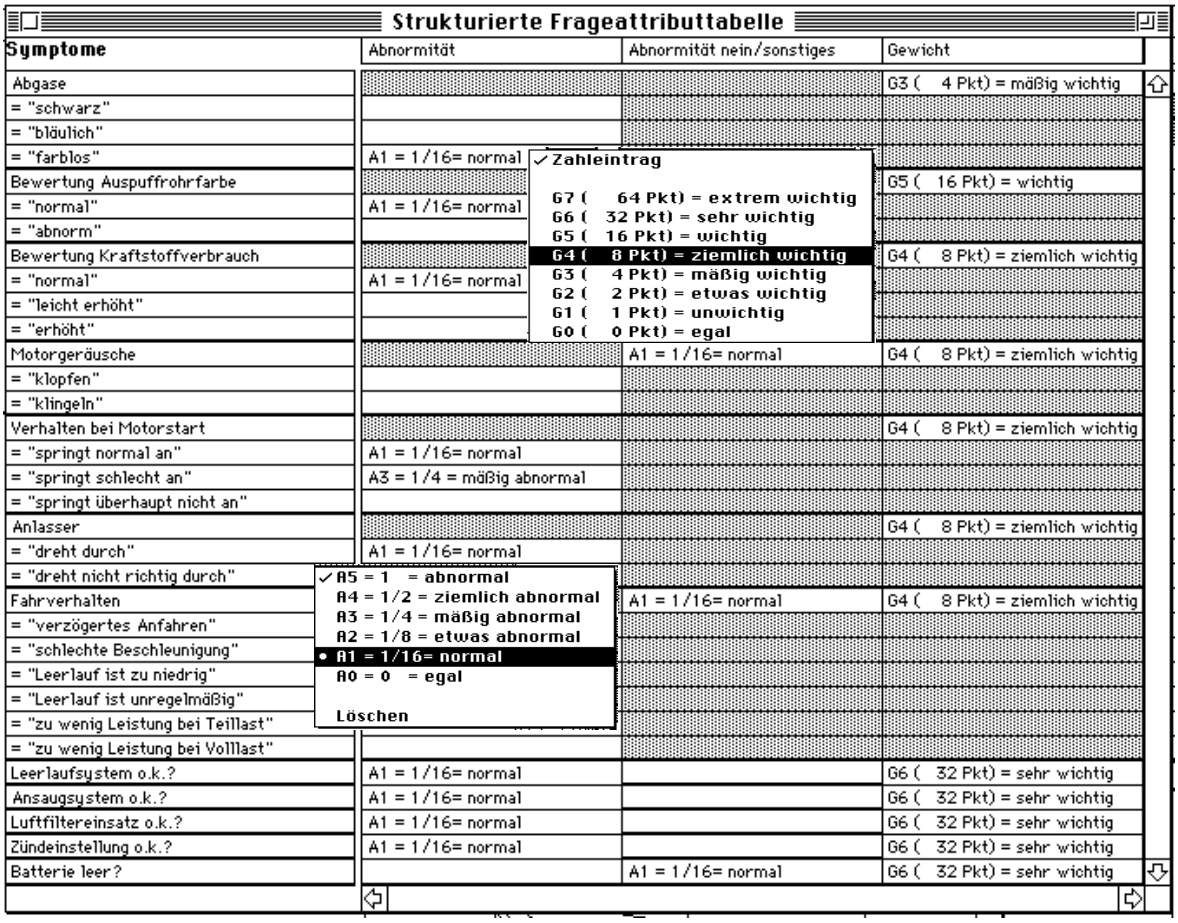


Abb. 5.76. Aufruf und Ausfüllen der strukturierten Attributtabelle der überdeckenden Attribute.

5.9 Eingeben von fallbasiertem Wissen

Das fallbasierte Wissen umfaßt vor allem Wissen zum Ähnlichkeitsmaß. Dieses besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil betrifft die Gewichtung und Abnormität der Symptome und ist mit dem entsprechenden überdeckenden Wissen identisch. Daher kann das in Abb. 5.76 eingegebene Wissen weiterverwendet werden. Der zweite Teil umfaßt das Wissen zum Vergleich verschiedener Ausprägungen desselben Merkmals. Dazu wird aus dem Menü **Begriffe** der Menüunterpunkt **Attributtabelle** gewählt. Es wird "strukturierte Frageattributtabelle" gewählt und daraufhin die beiden Attribute "Vergleichstyp" und "Zusatzinformation" markiert.

Das folgende Formular wird äquivalent zu Abb. 5.77 ausgefüllt. Die Untermenüs bauen sich durch das Anklicken leerer Felder selbstständig auf.

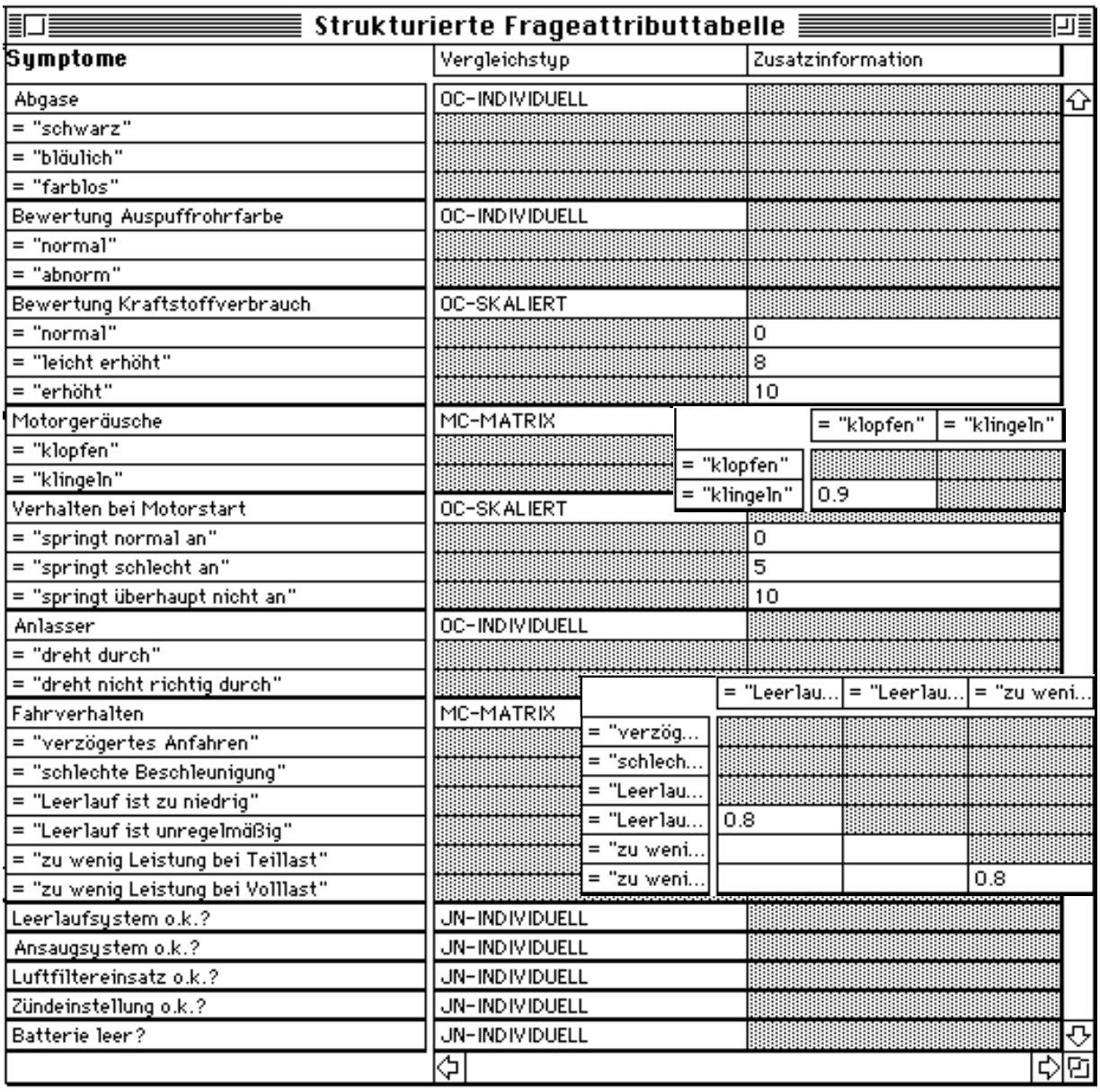


Abb. 5.77. Fallbasierte Attributtabelle mit den beiden Attributen, die nicht schon in Abb. 5.76 enthalten sind (die Einträge bei MC-Matrix werden über eine zusätzliche Tabelle eingegeben).

Weiterhin müssen für den Fallvergleich Vergleichsfälle vorhanden sein, die über die Dialogschnittstelle eingegeben, abgespeichert und zu einem Fallspeicher zusammengefaßt sein müssen (vgl. Abb. 5.85).

5.10 Testen der Wissensbasis

Nach Eingabe der Beispielwissensbasis wollen wir einen Testdialog durchführen. Vorher sollte die Wissensbasis jedoch gesichert werden.

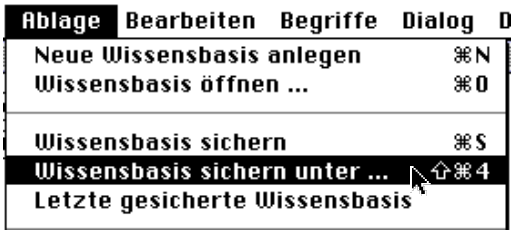


Abb. 5.78. Sichern der Wissensbasis: Nach Aufruf dieses Menüpunktes wird man nach einem Namen für die Wissensbasis gefragt.

Die Wissensnutzung findet in der Ablaufumgebung von D3 statt, die kurz auch als *Dialog* bezeichnet wird. Das Umschalten geschieht einfach durch Auswahl des Menüpunktes **Dialogoberfläche** im **Ablage**-Menü. Danach ändert sich die Menüzeile, so daß neue Kommandos zur Verfügung stehen. Zunächst empfiehlt es sich zu überprüfen, ob die Einstellungen korrekt sind, insbesondere, ob die richtigen Problemlöser eingeschaltet sind.

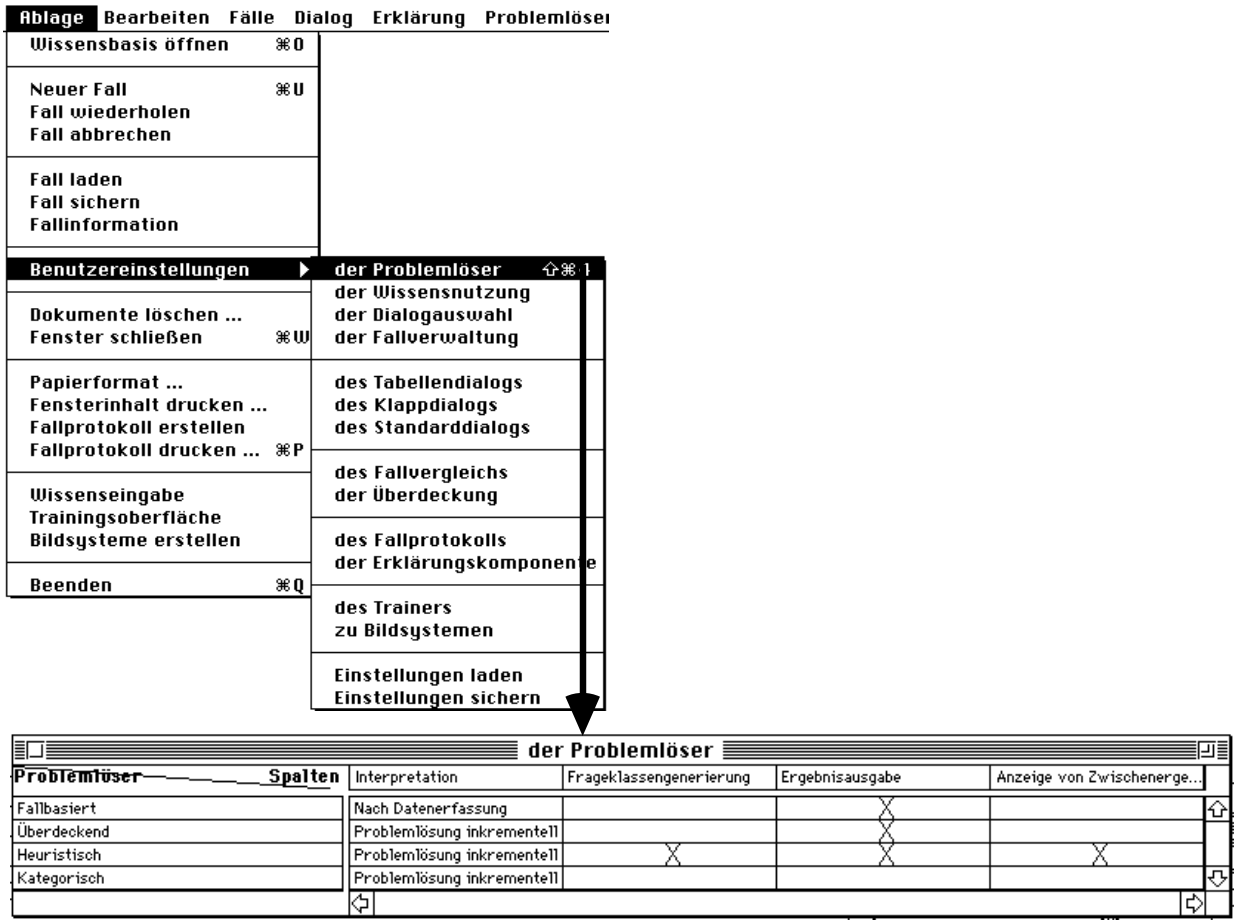


Abb. 5.79. Konfigurierung der Problemlöser. Auch die übrigen Einstellungen sollte der Benutzer seinen Bedürfnissen anpassen (s. Abschnitt 4.4).

Die Option **Neuen Fall testen** bzw. **Neuer Fall** ist aus Gründen der Bequemlichkeit sowohl in der Wissenseingabe als auch im Dialog des **Ablage**-Menü verfügbar. Daraufhin wird die erste Startfrageklasse aktiviert (oder, falls keine vorhanden ist, das Fenster zur Auswahl der Frageklassen geöffnet) sowie Fenster zur Anzeige der "Bestätigten Diagnosen", der "Verdächtigten Diagnosen" und der abzuarbeitenden "Frageklassen" eingeblendet.

Folgefragen erscheinen im Formulartext erst, nachdem das lokale "OK" der vorhergehenden Frage angeklickt wurde. Alternativ können auch erst alle sichtbaren Fragen beantwortet werden, wonach das allgemeine "OK" die Folgefragen einblendet.

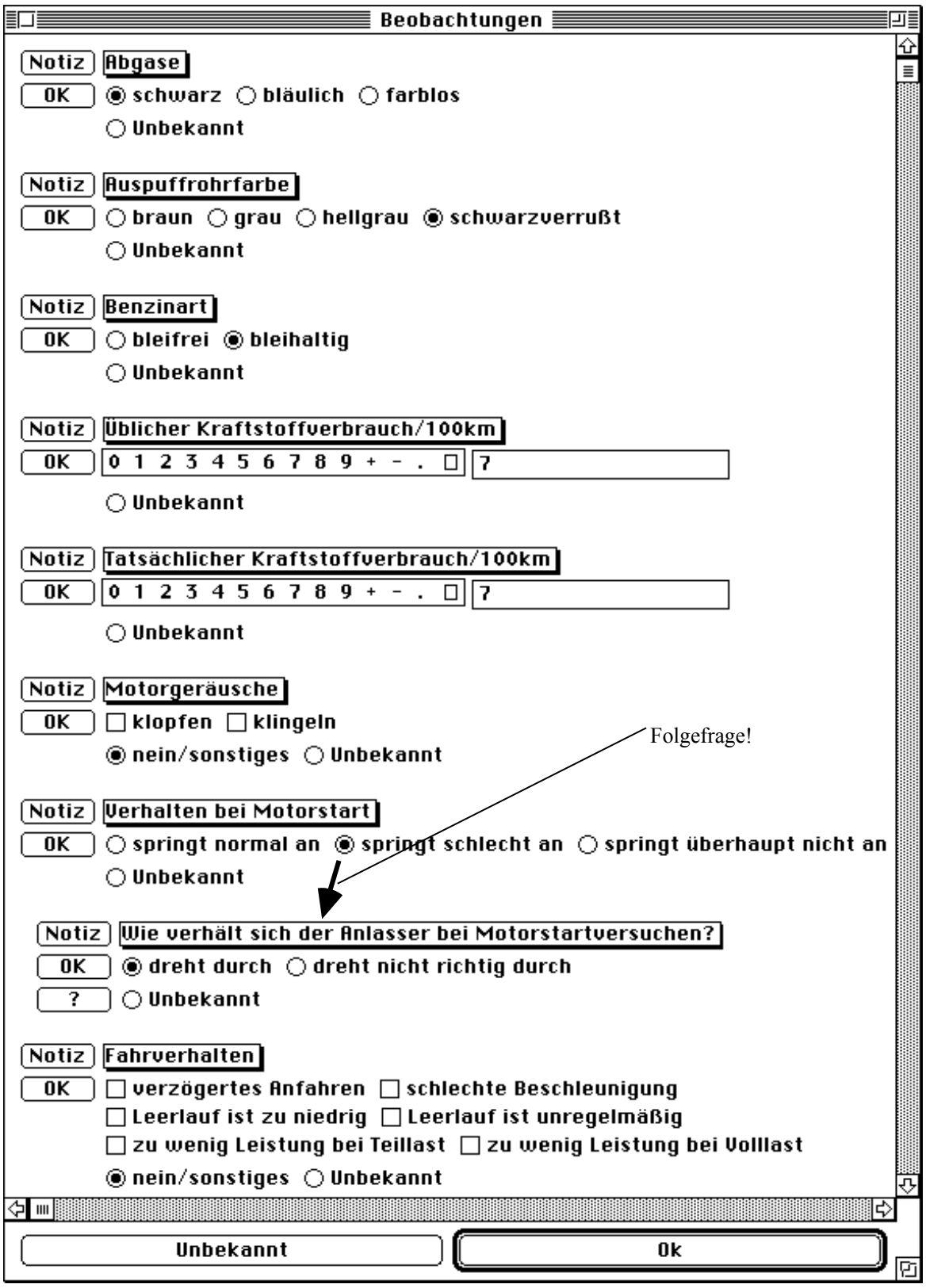


Abb. 5.80. Beantwortung der Fragen zu einem Fall im Standarddialog

Nach Beantwortung der obigen Fragen (alle weiteren Fragen nach technischen Untersuchungen werden mit "unbekannt" beantwortet) erscheinen automatisch Ergebnisfenster. Wir zeigen im folgenden die Ergebnisse des heuristischen, überdeckenden und fallbasierten Problemlösers und ihre Top-Level-Begründungen.

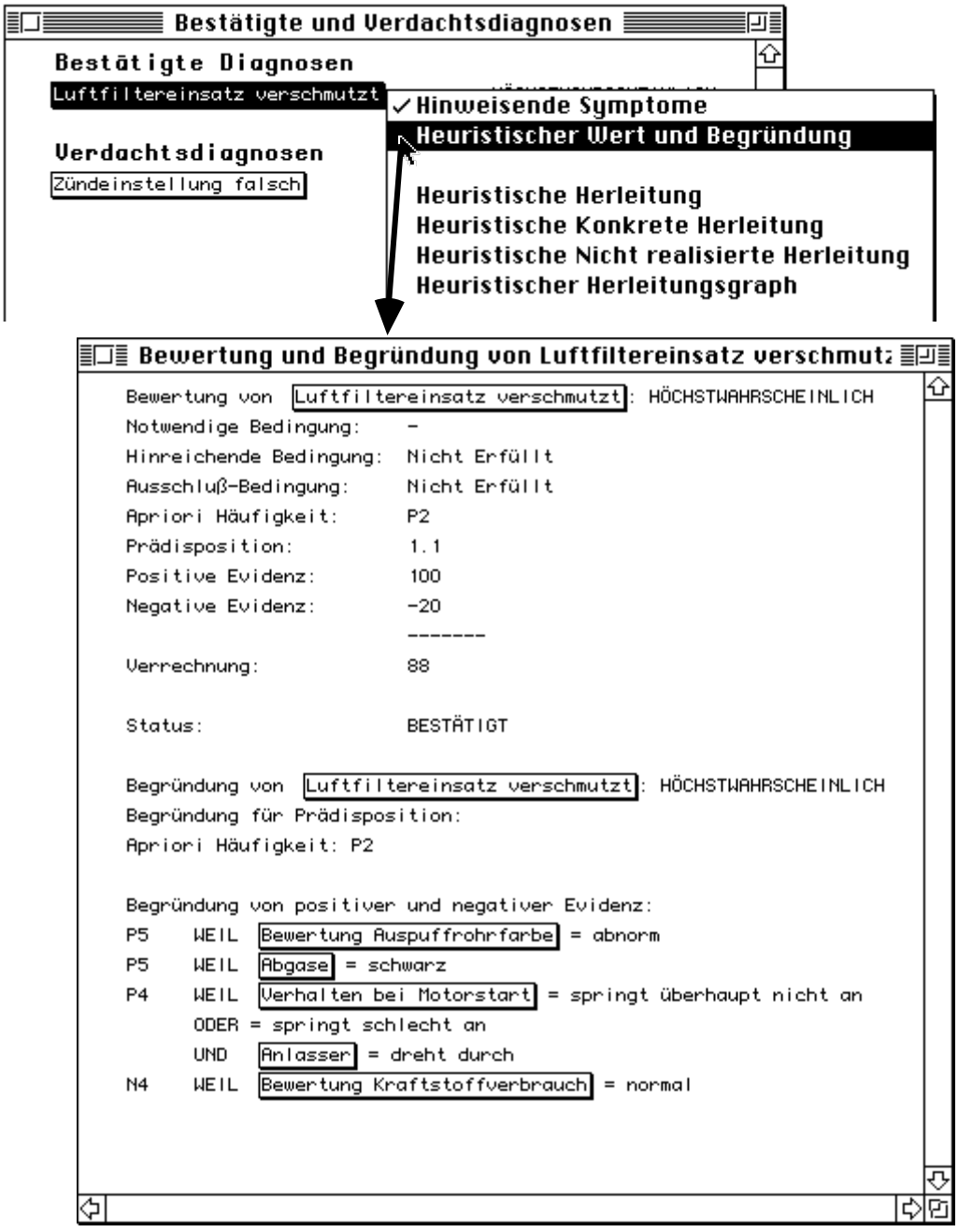


Abb. 5.81. Heuristisches Ergebnis und Begründung



Einfachdiagnosen

Diagnosen	Bewertung
Luftfiltereinsatz verschmutzt	13.29999...
Batterie leer	-4.0
Leerlaufsystem defekt	-5.69999...
Zündeinstellung falsch	-5.69999...
Ansaugsystem undicht	-7.6

Überdeckende Erklärung (Einfachdiagnosen)

Symptome / Diagnosen	Gewicht	Luftfiltereinsatz ve...	Batterie leer	Leerlaufsystem def...	Zündeinstellung fals...	Ansaugsystem undi...
Bewertung	24.0	13.299999999999...	-4.0=0-4.0	-5.699999999999...	-5.699999999999...	-7.6=0-7.6
Bewertung Auspuffrohrfarbe = abnorm	16	+ (15.2)				
Bewertung Kraftstoffverbrauch = normal	0.5	- (3.8)		- (3.8)		- (3.8)
Motorgeräusche = nein/sonstiges	0.5				- (3.8)	
Verhalten bei Motorstart = springt schlecht an	2.0	+ (1.9)		+ (1.9)	+ (1.9)	
Anlasser = dreht durch	0.5		- (4.0)			
Fahrverhalten = nein/sonstiges	0.5	- (3.8)		- (3.8)	- (3.8)	- (3.8)
Abgase = schwarz	4	+ (3.8)				

Abb. 5.82. Überdeckendes Ergebnis und Begründung

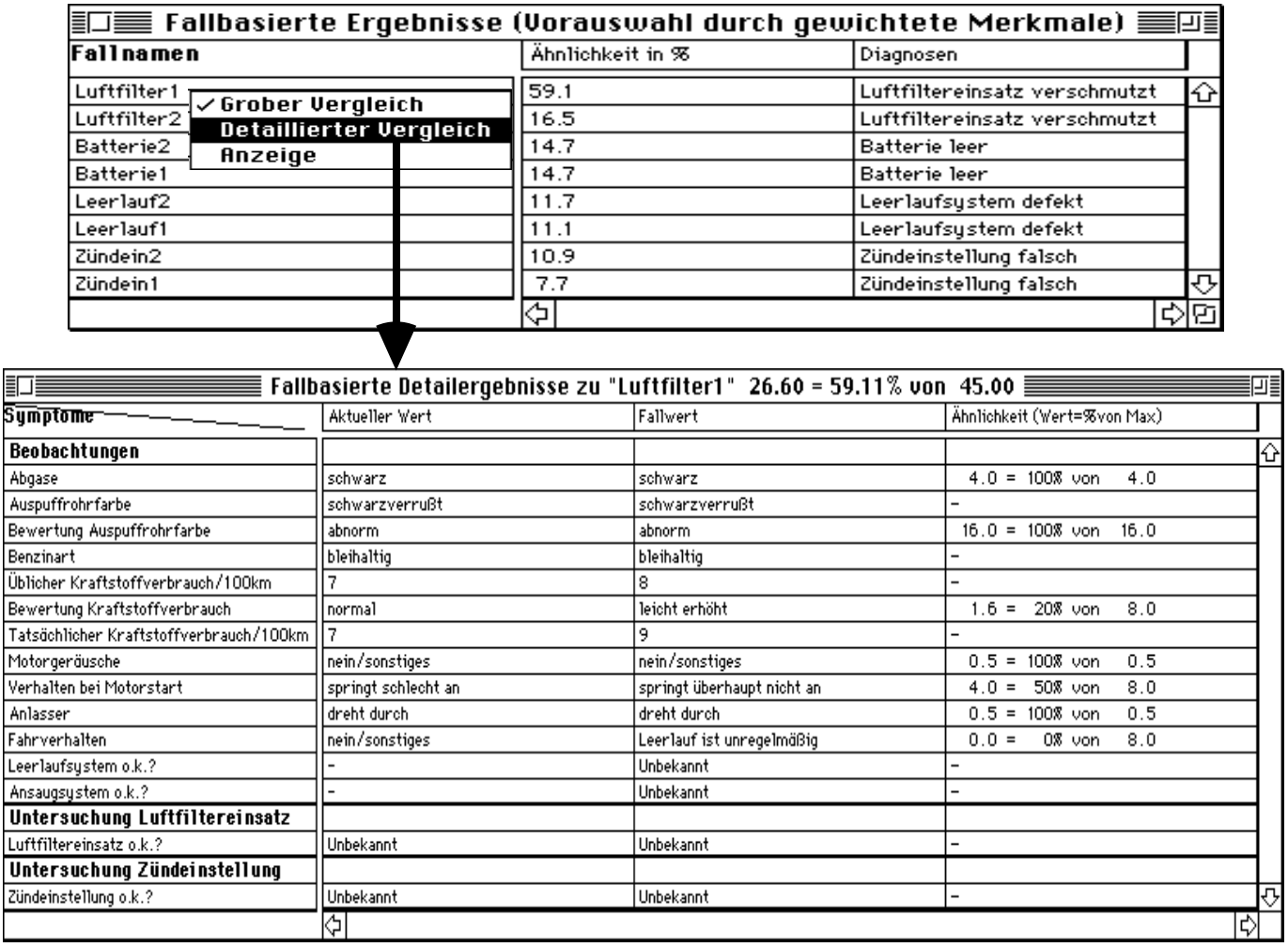


Abb. 5.83. Fallbasiertes Ergebnis und Begründung

Eine Alternative zum fallbasierten Problemlöser (Abb. 5.83) ist die einfache Fallsuche und Statistik, die in Abb. 5.84 illustriert wird. Sie wird über den Menüpunkt **Fallsuche** im Menü **Fälle** aufgerufen.

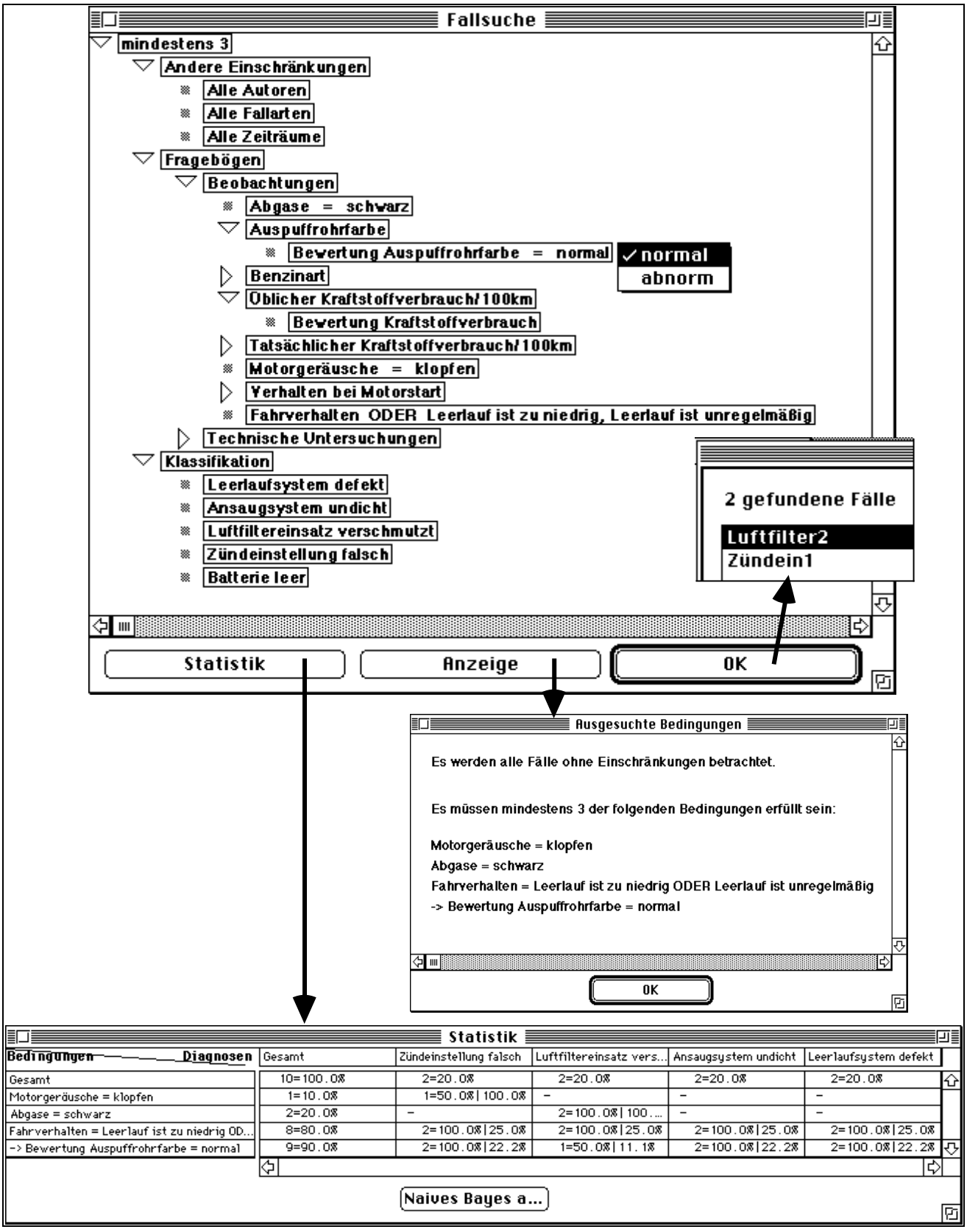


Abb. 5.84. Fallsuche und Statistik

Das folgende Formular zeigt das Abspeichern des Testfalles über den Menüpunkt **Fall sichern** im **Ablage**-Menü.

Für die Fallsuche und Statistik müssen abgespeicherte Fälle zu einem Fallspeicher zusammengefaßt werden, wozu der Menüpunkt **Ordner als Fallspeicher laden** im Menü **Fälle** dient. Dazu wird ein Ordner ausgewählt, der die zu ladenden Fälle enthält.

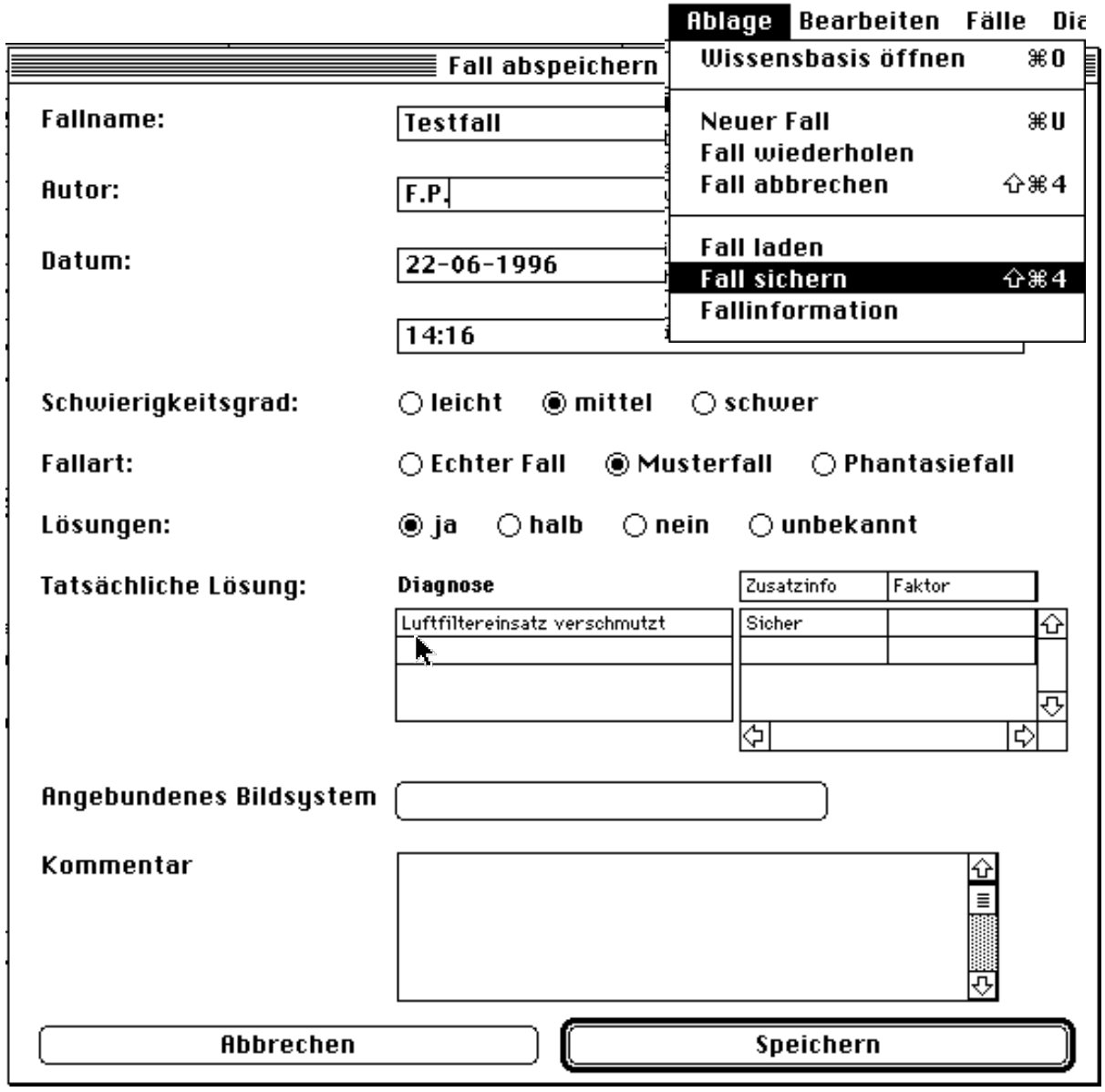


Abb. 5.85. Abspeichern eines Falles. Wichtig ist, daß die tatsächliche Lösung zu dem Fall (unabhängig von der vom System hergeleiteten, die voreingetragen wird) eingegeben wird.