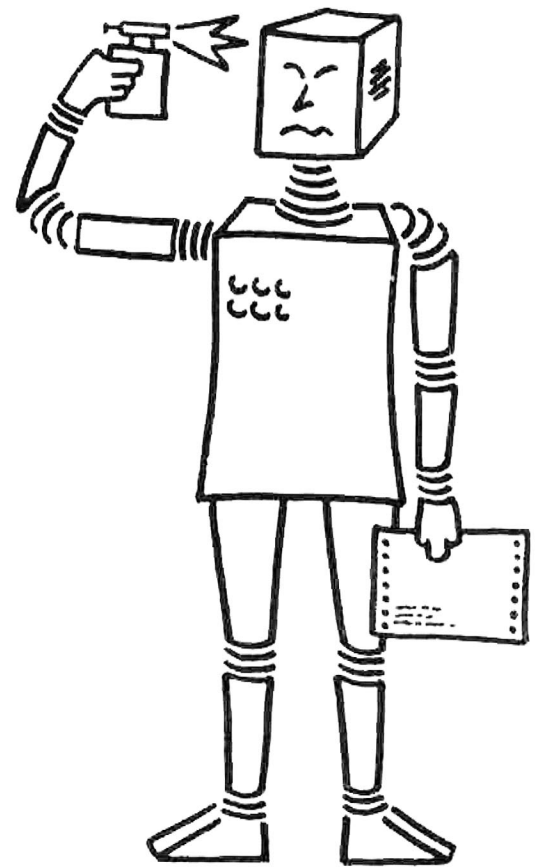


SEKI-PROJEKT

**SEKI
MEMO**

Fachbereich Informatik
Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
D-6750 Kaiserslautern 1, W. Germany



M O D I S

Ein Expertensystem zur Erstellung
von Reparaturdiagnosen für den
Ottomotor und seine Aggregate

Horst Peter Borrmann

MEMO SEKI-KL-83-05

M O D I S

EIN EXPERTENSYSTEM ZUR ERSTELLUNG VON REPARATURDIAGNOSEN
FÜR DEN OTTOMOTOR UND SEINE AGGREGATE

Horst Peter Borrmann
Fachbereich Informatik
Arbeitsgruppe Softwaretechnik
und Künstliche Intelligenz
der Universität Kaiserslautern

Druck: Abteilung Foto-Repro-Druck der Universität Kaiserslautern

Abstract

MODIS ("motor-diagnosis system") is a fully implemented, interactive knowledge-based expert system for diagnosing faults for internal combustion engines and associated aggregates (fuel-, carboretor-, ignition-, starter-, lubrication-, exhaustion-, and cooling system; electrical installations only as far as the engine is affected).

MODIS is based on some 2100 rules, using the meta-level-diagnosis system MED1 as a shell. Following MED1, generating and checking diagnostic hypotheses proceeds along several levels of abstraction, with each level providing guidance for those taking more detailed views.

MODIS has been field-tested with service-personnel of a major manufacturer, demonstrating satisfactory performance w.r.t. correctness, completeness, efficiency, as well as appropriateness in results, performance, and user interaction.

Zusammenfassung

MODIS ("Motor-Diagnose-System") ist ein benutzungsfähiges, interaktives, wissensbasiertes Expertensystem zur Diagnostik von Fehlern in Ottomotoren und damit unmittelbar zusammenhängenden Aggregaten (Kraftstoff-, Vergaser-, Zünd-, Start, Schmier-, Auspuff- und Kühlanlage; elektrische Anlage nur soweit für den Motorbetrieb erforderlich):

MODIS arbeitet mit über 2100 Regeln, die in das als Metasystem genommene Meta-Ebenen-Diagnostik-System MED1 eingefügt wurden. Erzeugung und Überprüfung von Verdachtsdiagnosen erfolgt über mehrere Abstraktionsebenen, wobei jede Ebene die Kontrollsteuerung für Ebenen mit größerem Detaillierungsgrad unterstützt.

MODIS wurde Feldversuchen mit erfahrenen Kfz-Mechanikern einer Werkstatt eines großen Herstellers unterzogen. Dabei erwiesen sich gute Leistungen in der Korrektheit, Vollständigkeit und Effizienz in der Ableitung der Resultate, sowie Adäquatheit im Verhalten gegenüber dem Benutzer.

1.	Einleitung.....	S. 5
1.1.	Leistungsfähigkeit und Umfang von MODIS.....	S. 5
1.2.	MODIS ein Beratungssystem und seine Konkurrenz.....	S. 5
2.	Erarbeitung von MODIS.....	S. 7
2.1.	Literatur zu MODIS.....	S. 7
2.1.1.	Probleme bei der Literaturbeschaffung.....	S. 7
2.1.2.	Zusammenarbeit mit Experten.....	S. 8
2.2.	Das Konzept von MODIS.....	S. 9
2.2.1.	Der Rahmen von MODIS.....	S. 9
2.2.2.	Anforderungen an MODIS.....	S. 10
2.2.3.	Auswertung der Literatur.....	S. 11
2.2.4.	Hierarchiekonzept.....	S. 13
2.2.4.1	Hierarchiekonzept der Diagnosen.....	S. 13
2.2.4.2.	Hierarchiekonzept der Fragen.....	S. 16
2.2.5.	Meßbare Symptome und Technische Untersuchungen.....	S. 19
2.2.6.	Regelkonzept.....	S. 20
2.2.6.1.	Konditionsteil einer Regel.....	S. 20
2.2.6.2.	Aktionsteil einer Regel.....	S. 20
2.3.	Nomenklatur.....	S. 21
3.	MED1 und seine Mechanismen.....	S. 23
3.1.	Arbeitsweise von MED1.....	S. 23
3.1.1.	Prozedurkonzept von MED1.....	S. 23
3.1.2.	Auswertungsschema in MED1.....	S. 25
3.2	Implementation von MODIS.....	S. 25
3.2.1.	Implementation einer Diagnose.....	S. 25
3.2.2.	Implementation einer Prozedur.....	S. 27
3.2.3.	Implementation von Regeln.....	S. 27
3.2.3.1.	Normale und einfache Regeln.....	S. 27
3.2.3.2.	SPEC - Regeln.....	S. 32
3.2.3.3.	Sonstige Regeln.....	S. 34
3.2.3.3.1.	Rekursive Regeln.....	S. 34
3.2.3.3.2.	FADD - Regeln.....	S. 36
3.2.3.3.3.	Regeln mit mehreren Aktionsteilen.....	S. 38

3.3.	Implementation des Hierarchiekonzepts.....S.	39
3.3.1.	Grundgedanke und Aufbau des Hierarchie- konzepts.....S.	39
3.3.2.	Aufbau der Hierarchie aus Zwischen- diagnosen.....S.	40
3.3.3.	Aufbau der Hierarchie aus Grob- und Feindiagnosen.....S.	42
3.3.4.	Schlußfolgerungen aus Diagnosen.....S.	43
3.3.5.	Diagnosen mit Prioritäten.....S.	45
3.4.	Implementation von Technischen Untersuchungen.....S.	46
3.4.1.	Sinn und Zweck von Technischen Untersuchungen.....S.	46
3.4.2.	Implementation von Technischen Untersuchungen.....S.	47
3.5.	Implementation von Zwischenvariablen.....S.	49
3.5.1.	Sinn und Zweck von Zwischenvariablen.....S.	49
3.5.2.	Zwischenvariablen als Risikofaktorenzähler.S.	49
3.5.3.	Zwischenvariablen als Basis für arithm. Operationen.....S.	51
3.6.	Der Mechanismus "SONSTPROCS".....S.	52
3.7.	Implementation von Fragen.....S.	54
3.7.1.	Die Mechanismen "AF" und "WF".....S.	54
3.7.2.	Quantitative / qualitative Fragen.....S.	57
3.7.3.	Fragetext und Wertebereich von Fragen.....S.	58
3.7.4.	FIRST - Übersichtsfragen in MED1.....S.	59
3.8.	Lexikon.....S.	59
4.	Erfahrungen mit MODIS.....S.	60
5.	Ein Sitzungsbeispiel mit MODIS.....S.	62
5.1.	Einleitung zum Sitzungsprotokoll.....S.	62
5.2.	Sitzungsprotokoll.....S.	64
5.3.	Diagnosehierarchie der Ergebnisse.....S.	96
5.4.	Standard-Output zur Sitzung.....S.	98
5.5.	Erläuterung der Fußnoten in 5.2.....S.	112
6.	AufListung der Diagnose-Hierarchie.....S.	117
7.	Literaturliste.....S.	124

1. Einleitung

1.1. Leistungsfähigkeit und Umfang von MODIS

Bei der vorliegenden Diplomarbeit handelt es sich um die Realisierung eines Technischen Expertensystems unter Anwendung der von MED1 [PU 83] zur Verfügung gestellten Mechanismen. MED1 ist ein Meta-Ebenen-Diagnosesystem, welches am Fachbereich Informatik - Arbeitsgruppe Künstliche Intelligenz - der Universität Kaiserslautern entwickelt worden ist.

MODIS, der Name dieses technischen Expertensystems, steht für Motor-Diagnose-System. In MODIS existieren etwa 2100 Regeln, die ca. 240 Diagnosen auswerten. MODIS ist in Verbindung mit MED1 auf einem Siemensrechner 7760 erfolgreich implementiert worden. MODIS diagnostiziert alle Defekte am Ottomotor und dessen Aggregate, die für seine Funktion notwendig sind, d.h. Kraftstoff-, Vergaser-, Zünd-, Start-, Schmier-, Auspuff-, und Kühlanlage, sowie die Komponenten der elektrischen Anlage, die für den Betrieb des Ottomotors erforderlich sind. Nicht mehr zum Diagnosebereich gehören die Anlagenbauteile Kupplung, Getriebe, Achsen, Lenkung, Bremse und Karosserie.

Zu der Beschreibung von MODIS gibt es auch eine Auflistung der Fragen, Diagnosen mit Regeln und der Technischen Untersuchungen. Um MODIS im Detail verstehen zu können, sollte man auch das Steuersystem MED1 hinzuzuziehen,

siehe [PU 83].

1.2. MODIS im Vergleich mit anderen techn. Expertensystemen

MODIS ist ein technisches Expertensystem, welches eine Verbindung zwischen dem Kunden (= Autofahrer) und der Werkstatt (= Kfz-Mechaniker) herstellen soll. Der Kunde hat die Möglichkeit, festgestellte Mängel in Form von erkannten Symptomen dem Expertensystem mitzuteilen. Auf diese Weise wird für den Kfz-Mechaniker der Aufwand für die Fehlersuche

erheblich reduziert, da alle vom Kunden erkannten Symptome ausgewertet werden. Als Vergleich für MODIS diene [GE 82], ein Expertensystem zur Erkennung von Fehlern bei Dieselgeneratoren. Die Leistungsfähigkeit der beiden Systeme ist aufgrund der knappen Ausführungen in [GE 82] nicht vergleichbar. Jedoch lassen sich einige Aussagen über die verschiedenen Regelinterpretierer machen. In MED1 und [GE 82] gibt es je einen FORWARD- und einen BACKWARD-Interpreter. Der entscheidende Unterschied zwischen den beiden Systemen liegt in der effizienteren Auswertung der Regeln durch MED1, aufgrund eines geeigneten Steuersystemzyklus. Ein Steuersystemzyklus in [GE 82] besteht aus der Auswertung der FORWARD- und BACKWARD-Regeln. Dieser Steuersystemzyklus wird nach jeder Änderung in der Wissensbasis eingeleitet. Da [GE 82] nur 140 Regeln umfaßt, mag dieses noch vertretbar sein. Die Frage ist, wie würde dieser Mechanismus mit den 2100 Regeln von MODIS fertig? Der große Vorteil von MODIS, basierend auf dem Steuersystem MED1 (1), ist seine Leistungsfähigkeit, die hier bei 2100 Regeln noch keine Probleme bezüglich Antwortzeiten und Speicherkapazität gebracht hat. Insofern dürfte auch ein weiterer Ausbau von MODIS mit dem Steuersystem MED1 keine Probleme aufwerfen.

(1) siehe 3.1. Arbeitsweise von MED1

2. Erarbeitung von MODIS

2.1. Literatur zu MODIS

2.1.1. Probleme bei der Literaturbeschaffung

Eines der größten Probleme bei der Erstellung von Expertensystemen liegt in der Beschaffung der Literatur, als Grundlage zum Aufbau der Wissensbasis. Ein typisches Kennzeichen eines Expertensystems ist seine Fähigkeit, "vages Wissen" zu verarbeiten. Gerade dieses vage Wissen, welches man im Fall MODIS als Berufserfahrung bezeichnen kann, ist in der einschlägigen Literatur nicht zu finden. So muß man sich vorerst einmal mit recht allgemeinen Abhandlungen über Reparaturdiagnosen zufrieden geben. Die beiden Bücher [RI1 77], [RI2 77] sind für MODIS die Ausgangsbasis gewesen. Diese Bücher waren hilfreich, weil sie sogenannte Störfalltabellen als Zuordnungsmatrizen zwischen Symptomen und Defekten enthalten.

Die im Handel erhältlichen Bücher von Dieter Korpp: "Wie helfe ich mir selbst?" waren für die Erstellung von MODIS ungeeignet, da es sich bei diesen Büchern um modellspezifische Reparaturanleitungen handelt. Eine Hilfestellung zur Reparaturdiagnose wird nur bedingt gegeben, auf jeden Fall nicht ausreichend zum Aufbau eines Expertensystems.

Der letztendlich erfolgreich beschrittene Weg verlief direkt über die Hersteller, wobei es mir die Firma Daimler-Benz AG in Stuttgart ermöglichte, mit ihrer Vertretung in Kaiserslautern Kontakt aufzunehmen. So bin ich von der Mercedes-Vertretung in Kaiserslautern während der Erstellung von MODIS intensiv betreut worden. Dabei gilt mein besonderer Dank dem Kfz-Meister Herrn Franz, an den ich mich jederzeit mit Problemen wenden konnte. Auf diese Weise habe ich einen Einblick in die Vorgehensweise einer Großwerkstatt bei der Erstellung einer Reparaturdiagnose bekommen. Außerdem konnte ich Unterlagen von Mercedes bei der Erstellung von MODIS mitauswerten; daher ist MODIS in gewissen Punkten Mercedes-spezifisch ausgerichtet.

2.1.2. Zusammenarbeit mit Experten

Das Aufarbeiten der mühsam zusammengestellten Literatur reicht im allgemeinen nicht aus, um ein Expertensystem aufzubauen. Für die Entwicklung eines Expertensystems benötigt der Knowledge-Engineer die Unterstützung eines Sachverständigen, im Fall MODIS war es der Kfz-Meister. Dieser Sachverständige muß das Expertenwissen dem Knowledge-Engineer vermitteln. Falls der Knowledge-Engineer selbst über das Expertenwissen verfügt, erleichtert sich seine Arbeit erheblich.

2.2 Das Konzept von MODIS

2.2.1. Der Rahmen von MODIS

Bevor man mit dem Literaturstudium beginnt, ist ein Rahmen für das Expertensystem abzustecken. Zu solchen Überlegungen gehören sowohl die Punkte, die unbedingt bearbeitet werden müssen, wie auch solche, die den Problembereich nur streifen.

Im Fall MODIS war zu überlegen, welche Symptome vom späteren Benutzer des Systems überhaupt erfragt werden können, und welche Diagnosen damit abgedeckt werden sollten. Das Problem liegt in der Festlegung der Grenzen, an der einerseits die Symptome schwieriger zu erkennen sind, andererseits Diagnosen bei dem Vorhandensein der Symptome eindeutig werden. In MODIS wurde die Grenze dort gezogen, wo der Motor endet, d.h. Kupplung, Getriebe und Antrieb, wie auch Fahrwerk mit Bremsen und Karosserie werden von MODIS nicht mehr diagnostiziert.

Während der Erarbeitung von MODIS wurde der abgesteckte Rahmen erweitert. Der Grund hierfür liegt in der Formulierung der Fragen, die dem Benutzer gestellt werden. Denn je umfangreicher das Antwortenspektrum ist, und je detaillierter der Benutzer antworten kann, desto mehr Diagnosen ergeben sich "beiläufig". "Beiläufig" heißt hier, daß es sinnvoller ist, eine zusätzliche Diagnose zu implementieren, mit dem Aufwand neuer Regeln, die aber schon bekanntes Wissen auswerten, welches zufällig bei der Beantwortung einer oder mehrerer Fragen gewonnen wurde, als dieses ungenutzt wegfallen zu lassen. Dieses ist ein Punkt, dem in MED1 eine besondere Bedeutung zukommt (2).

(2) siehe dazu auch 3.1. Arbeitsweise von MED1

2.2.2. Anforderungen an MODIS

MODIS ist unter Benutzung der Werkzeuge, die MED1 zur Verfügung stellt, implementiert worden. Aus diesem Grunde sind bei der Entwicklung von MODIS einige Anforderungen von MED1 zu berücksichtigen. Diese Anforderungen sind jedoch so allgemein, daß sie die konzeptionellen Absichten des Knowledge-Engineers nicht einschränken.

Mit Hilfe von MED1 können nur solche Expertensysteme erstellt werden, die als Diagnosesystem konzipiert sind. MED1 ist primär für ein medizinisches Diagnosesystem entwickelt worden. MODIS liefert jedoch den Beweis dafür, daß MED1 für Diagnosesysteme als Meta-System eingesetzt werden kann.

Für beratende Diagnosesysteme, die auf MED1 basieren, lautet eine notwendige Anforderung:

Anforderung 1.: Alle für eine Diagnose erforderlichen Symptome müssen erfragbar sein.

Die Konsequenz aus dieser Anforderung ist, daß Diagnosen, die auf nicht erfragbaren Symptomen begründet sind, nicht diagnostizierbar sind. An dieser Stelle zeigen sich schon die Auswirkungen aus 2.2.1., der Absteckung eines geeigneten Rahmens für das Expertensystem. Eine weitere Anforderung an ein beratendes Expertensystem ist die Beantwortbarkeit der gestellten Fragen. Es muß gewährleistet sein, daß der Benutzer die erfragten Symptome überhaupt feststellen kann, d.h. die Symptome müssen erfahrbar sein. Ein Beispiel aus MODIS soll diesen Sachverhalt erläutern:

In bestimmten Situationen äußert sich ein Defekt beim Automotor durch klopfende Geräusche, welche dann auch symptomatisch sind und somit eine hohe Aussagekraft besitzen. Wenn man nun einen Mercedes und einen VW-Käfer in Bezug auf die Geräuschkämmung vergleicht, so fällt dem Käferfahrer ein klopfender Motor viel eher auf als einem Mercedesfahrer, obwohl das Symptom auch beim Mercedesmotor vorhanden ist.

Ein Beispiel für ein nicht erfahrbare Symptom entspräche einer Frage nach ausreichender Zuendspannung. Dieses Symptom ist nur durch Meßinstrumente bestimmbar.

Somit lassen sich die zu verarbeitenden Symptome nach zwei Gesichtspunkten unterscheiden, und zwar:

- 1) solche, die vom Benutzer erfahrbar sind, ohne daß eine Technische Untersuchung durchgeführt werden muß.
- 1i) solche, die meßbar sind, d.h. sie liegen als Ergebnis einer Technischen Untersuchung vor.

Um dieser Unterscheidung gerecht zu werden, muß bei der Erarbeitung der Fragen eine Klassenbildung vorgenommen werden. MED1 berücksichtigt die Klassenbildung der Fragen, durch zwei verschiedene Auswertungsmechanismen (3). Beide Mechanismen, die die Auswertung der Symptome vornehmen, basieren auf dem Prozedurkonzept (4). Den beiden Frageklassen entsprechend gibt es in MED1 Prozeduren zur Auswertung "erfahrbarer" Symptome und Prozeduren zur Auswertung "meßbarer" Symptome. Somit lautet die zweite Anforderung an beratende Expertensysteme:

Anforderung 2: Bei der Erarbeitung aller auftretenden Symptome ist darauf zu achten, daß jedes Symptom eindeutig einer der beiden Klassen "erfahrbar" bzw. "meßbar" zuzuordnen ist.

2.2.3. Auswertung der Literatur

Damit sind nun die Randbedingungen, die bei der Erstellung von MODIS zu beachten sind, klar abgegrenzt, so daß man mit der Aufarbeitung der Literatur beginnen kann. Bis zu diesem Zeitpunkt sollte man sich mit den Grundlagen von Expertensystemen soweit vertraut gemacht haben, daß einem die Begriffe "Regel", "Wissensbasis" und die Probleme mit der Behandlung der "Unsicherheiten" in Expertensystemen geläufig sind. Ansonsten sei auf die Auflistung der entsprechenden Literatur in Abschnitt 7 verwiesen.

(3) siehe dazu 2.2.5. Meßbare Symptome und Techn. Untersuchungen

(4) siehe dazu auch 3.1. Arbeitsweise von MED1

Die Lösung der nun anstehenden Aufgabe nimmt im Rahmen der Erstellung eines Expertensystems einen sehr breiten Raum ein und sollte auch so weit wie möglich am Schreibtisch gelöst werden. Es handelt sich dabei um die Erstellung der "Symptomprofile" und des "Fragenkatalogs". Unter einem "Symptomprofil" versteht man die Auflistung einer Diagnose mit allen ihren Symptomen. Bei der Erstellung des Fragekatalogs ist darauf zu achten, daß homogene Fragen formuliert werden. Eine homogene Frage zeichnet sich dadurch aus, daß ihre Antwortalternativen entweder nur auf erfahrbare oder nur auf meßbare Symptome Bezug nehmen. Diese Aufgabe ist in den Anforderungen 3 und 4 nochmals formuliert.

Anforderung 3: Zu jeder Diagnose muß ein Symptomprofil erstellt werden. Dadurch wird der Diagnosekatalog aufgebaut.

Anforderung 4: Bei der Erstellung des Fragekatalogs ist darauf zu achten, daß homogene Fragen formuliert werden.

Wie geht man nun hierbei am effizientesten vor?

Das oberste Gebot lautet: In Abhängigkeit vom eigenen Expertenwissen den Überblick bewahren.

Ein weiteres Gebot lautet: Bevor man das Expertensystem implementiert, sollte es auf dem Papier den Anforderungen 1 bis 4 genügen.

Bei der Erarbeitung von MODIS haben die beiden Bücher [RI1 77] und [RI2 77] den Einstieg sehr erleichtert, weil sie durch ihre Störfalltabellen eine Zuordnung zwischen Symptomen und Defekt - also einer Diagnose - liefern. Dadurch war es möglich das Grundkonzept der Diagnosen und der Fragen parallel aufzubauen. In obigen Büchern sind die Symptome als "Störung" angegeben und die Diagnosen als "Störquelle". Aus einer solchen Störfalltabelle kann beispielsweise folgendes grobe Symptomprofil abgeleitet werden:

Diagnose: Defekt in der Startanlage
Symptome: erfolgloser Motorstart
Geräusche

Dieses abgeleitete Symptomprofil ist noch sehr grob und muß in der weiteren Bearbeitung verfeinert werden. Für alle Anlagenbauteile des Motors wurden in MODIS solche Symptomprofile in der ersten Stufe erstellt. In den nachfolgenden Stufen der Entwicklung wurden dann diese Symptomprofile weiter ausgebaut, wie auch Symptomprofile erstellt, die die Komponenten eines Anlagenbauteiles diagnostizieren. Zu den Komponenten der Startanlage gehören unter anderem die Batterie, der Zündanlassschalter, der

Anlasser wie die die einzelnen Komponenten verbindenden Kabel. Wenn für diese Komponenten Symptomprofile erstellt worden sind, kann man wiederum den Anlasser in seine Bauteile aufspalten, z.B. Magnetschalter, Anlassermotor, Anlasserritzel u.s.w.. Das Problem, welches sich hier für den Knowledge-Engineer ergibt, liegt in der Festlegung der typischen Symptome. Diese "typischen" Symptome, die auch als "Schlüsselsymptome" bezeichnet werden, charakterisieren eine Diagnose. In 2.2.6.2. "Aktionsteil einer Regel", wird auf diese typischen Symptome näher eingegangen. Lassen sich beispielsweise noch für einen defekten Magnetschalter typische Symptome bestimmen? Eine solche Frage ist im einzelnen vom Knowledge-Engineer zu entscheiden.

2.2.4. Hierarchiekonzept

2.2.4.1. Hierarchiekonzept der Diagnosen

Das im vorigen Abschnitt vorgestellte Prinzip, zuerst ein Symptomprofil für ein Anlagenbauteil - Startanlage - und dann für die Komponenten des Anlagenbauteils zu erstellen, ist die Grundlage des Hierarchiekonzepts von MODIS. Die zugrundeliegende Literatur sollte also mindestens soweit auswertbar sein, daß der gesteckte Rahmen hinreichend mit Diagnosen abgedeckt werden kann, wobei nach Möglichkeit eine Hierarchie in oben genanntem Sinne aufgebaut werden sollte. Welche Vorteile liefert eine derartiges Hierarchiekonzept?

Um diese Frage zu beantworten, soll einmal der erfolgreiche Einsatz von MODIS vorweggenommen und eine mögliche Situation durchgespielt werden:

Ein Autofahrer erreicht mit seinem defekten Fahrzeug die Werkstatt, um den Defekt beheben zu lassen. Zur Erstellung einer Diagnose für diesen Defekt steht dem Autofahrer MODIS zur Verfügung. MODIS stellt ihm Fragen, die er nach bestem Wissen und Gewissen zu beantworten hat. MODIS wertet die Antworten aus und erstellt eine Diagnose. Das Ergebnis der Auswertung von MODIS sind sowohl Diagnosen, die feststellen, welche Teile am Motor defekt sind, als auch Diagnosen über Bauteile, die nicht defekt sind. Das Hierarchiekonzept in MODIS bewirkt, daß auch aus wenig Information eine Diagnose abgeleitet werden kann. Nicht jeder Autofahrer ist in der Lage, Symptome exakt zu lokalisieren und zu beschreiben. Unter Umständen ist er nur in der Lage, grobe Anhaltspunkte zu geben, entsprechend reagiert MODIS mit groben Diagnosen.

Ein "grobe" Diagnose ist in MODIS nicht eine Diagnose, die in ihren Symptomen nur grob bestimmt worden ist, sondern vielmehr eine Diagnose, die eine Bauteilgruppe, wie z.B. die Startanlage, diagnostiziert. Gerade bei diesen groben Diagnosen zeigt sich, ob der Knowledge-Engineer mit der Erstellung des Systems überfordert ist, denn zur Bestimmung der groben Diagnosen gehört das Erkennen typischer Symptome, die mehr oder weniger auch für die "feineren" Diagnosen des entsprechenden Anlagenbauteiles zutreffen müssen. Ein Kriterium für die Leistungsfähigkeit eines Expertensystems ist das frühe Erkennen des richtigen Weges. der Mechanismen von MED1 bedient, ist das frühe Erkennen des richtigen Weges. Das sichere Auffinden des richtigen Weges hängt von der Bestimmung der Symptome der groben Diagnosen ab. Wenn das Hierarchiekonzept optimal ausgenutzt wird, ist MED1 in der Lage, sehr schnell, d.h. mit einer minimalen Anzahl überprüfter Diagnosen, zum Ziel zu gelangen.

Ein Beispiel soll diesen Gedankengang erläutern und ausschnittsweise die Hierarchie der Diagnose D6 = Defekt in der Zündanlage, aufzeigen. Setzen wir also unser Beispiel von oben fort:

Nehmen wir einmal an, der Defekt liege in einer schadhaften Zündkerze. In diesem Fall sollte das System gemäß der Ausarbeitung der Symptomprofile in der Lage sein, zu Beginn der Sitzung herauszufinden, daß sich der Defekt wahrscheinlich in der Zündanlage befindet. Die folgende Abbildung zeigt den Weg zur schadhaften Zündkerze in der Hierarchie der Diagnose D6 auf:

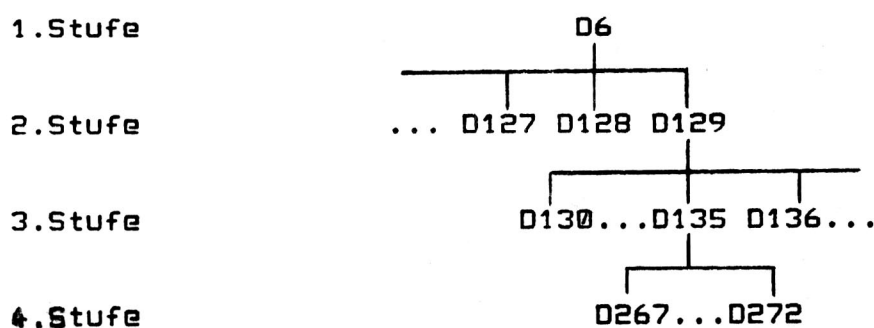


Abb.1

Zum besseren Verständnis der Abb.1 wird im folgenden die Bedeutung der Diagnosenummern erklärt, die die Hierarchie veranschaulichen. In der 1.Stufe kann nur eine sehr grobe Diagnose gestellt werden, D6 besagt, daß der Defekt in der Zündanlage liegt. In der 2.Stufe ist schon eine Aufteilung der Zündanlage vorgenommen worden, dazu gehören die Diagnosen:

- D127 = Zündfolge vertauscht
- D128 = Motor läuft nicht auf allen Zylindern
- D129 = Zündkerzen

Wie man leicht sieht, ist das System für unser zugrundegelegtes Beispiel schon in der 2.Stufe in der Lage, eine zutreffende Diagnose zu stellen. Je nach gegebener Information, d.h. in Abhängigkeit vom Stand der Wissensbasis muß sich der Benutzer mit der Diagnose D129 zufrieden stellen. Falls man jedoch die Möglichkeit hat, eine Technische Untersuchung durchzuführen (5), dann kann man in der Hierarchie tiefer hinabsteigen und somit eine verfeinerte Diagnose erstellen.

Zur dritten Stufe gehören unter anderem die Diagnosen:

- D130 = Wärmewert der Zündkerze zu niedrig
- D135 = Elektrodenabstand der Zündkerze zu groß
- D136 = Zündkerze durch hohe Km-Leistung verschlissen

Für den Fall D135 läßt sich die Diagnose in der Stufe 4 nochmals dahingehend präzisieren, daß die entsprechende Zündkerze diagnostiziert wird.

- D267 = Elektrodenabstand der Zündkerze des
1. Zylinders zu groß

.
.
.

- D272 = Elektrodenabstand der Zündkerze des
6. Zylinders zu groß

Zusammenfassend lassen sich folgende Vorteile des Hierarchiekonzepts nennen:

(5) siehe auch 2.2.5. Meßbare Symptome und Technische Untersuchungen

- i. Je geringer der Informationsgehalt, desto "gröber" die Diagnosen.
- ii. Je höher der Informationsgehalt, desto detaillierter die Diagnosen.
- iii. Durch sorgfältige Auswahl der "Grob"-Symptome findet MED1 schnell den richtigen Weg.

2.2.4.2. Hierarchiekonzept der Fragen

Analog zum Hierarchiekonzept der Diagnosen ist in MODIS ein Hierarchiekonzept der Fragen realisiert. Die Notwendigkeit dafür liegt in der Forderung nach einem möglichst "natürlichen Frageverhalten" des Expertensystems. Unter einem natürlichen Frageverhalten versteht man die natürliche Reaktion auf eine gegebene Antwort. Falls es für eine Frage eine Vorbedingung gibt, muß diese auch erfüllt sein, bevor die Frage gestellt werden darf. Auf der anderen Seite gibt es Fragen, bei denen man gerne "nachhaken" möchte. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, stellt MED1 zwei Mechanismen zur Verfügung (6). Mit diesen beiden Mechanismen läßt sich ein natürliches Frageverhalten nachvollziehen und eine Hierarchie in den Fragenkatalog einbauen. Der Grundgedanke, der neben dem natürlichen Frageverhalten dieser Hierarchie zugrundeliegt, entspricht dem der Diagnosehierarchie. Eine Forderung an ein Expertensystem lautete, "homogene" Fragen zu erarbeiten; homogen in Bezug auf "erfahrbare" und "meßbare" Symptome. Bei der Zusammenstellung der Fragen ergeben sich für den Knowledge-Engineer zwei Möglichkeiten, entweder zu jedem Symptomprofil eine Frage mit den Symptomen als Antwortalternativen aufzustellen oder aber die Fragen inhaltlich auf die Ausprägung eines Symptoms abzustimmen. Beide Möglichkeiten sind vom Knowledge-Engineer im einzelnen zu entscheiden. Um den Unterschied und die Auswirkungen zu verdeutlichen, wollen wir nochmals auf unser Beispiel zurückgreifen.

Wenn man sich die Situation des Kunden, der sein defektes Fahrzeug zur Werkstatt bringt, vorstellt, dann stellt sich dem System die Aufgabe, genau die Symptome vom Kunden zu erfragen, die er erfahren hat. Das System muß also in der Lage sein, sich auf jeden Kunden einstellen zu können.

In dieser Situation bewährt sich nun das Hierarchiekonzept

(6) siehe dazu auch 3.7.1. Die Mechanismen "AF" und "WF"

der Fragen von MODIS. Bei dem Hierarchiekonzept der Fragen werden zu Beginn einer Sitzung allgemeine Fragen gestellt, die es ermöglichen, einen Überblick über den Umfang der erkannten Symptome zu bekommen. Damit kann MODIS gezielt weiterfragen, bzw eine Frage erst gar nicht stellen, da es weiß, daß der Kunde dieses Symptom nicht erfahren hat. Dieses Wissen schließt das System aus nicht gegebenen Antworten. Ein Beispiel für eine Frage, die nicht auf die Ausprägung eines Symptoms abzielt, ist die Frage:

F01 Vermutung

Aufgrund welcher Anzeichen vermuten Sie einen Defekt?

- W1 Kontroll-/Warninstrumente
- W2 Verbrauch
- W3 Motorstart/-stop
- W4 Fahreigenschaften
- W5 Geräusche
- W6 Sonstiges

Bei dieser Frage gibt es zu den Antwortalternativen eine Erklärungskomponente (7), so daß man sich im Dialog diese ausdrücken lassen kann, falls einem die Antwortalternativen nicht aussagekräftig genug sind. Die Frage ist als Einstiegsfrage in MODIS gedacht, um daraus einen Verdacht abzuleiten. Zu jeder Antwortalternative gibt es eine Folgefrage, in der man seine Beanstandung präzisieren kann. Als Beispiel sei hier die Frage F0140 angeführt:

F0140 Fahreigenschaften

Betreffen Ihre Beanstandungen vielleicht ?

- W1 Motorleistung
- W2 Höchstgeschwindigkeit
- W3 Fahrverhalten/Beschleunigung
- W4 Motorgleichlauf
- W5 Schaltung
- W6 Bremsen

Aufgrund des abgesteckten Rahmens ist eine Diagnose der beiden Antwortalternativen W5 und W6 nicht möglich. Dennoch ist es sinnvoll diese beiden Alternativen mit in die Frage aufzunehmen, falls es eine Diagnose gibt, die als Mitteilung aufgefaßt, dem Benutzer sagt, daß das System nicht in der Lage ist, diesen Defekt zu diagnostizieren.

Eine andere Frage, die nach der Ausprägung eines Symptoms fragt und eine Vorbedingung erfüllen muß, ist F3440:

(7) siehe 3.7.3. Fragetext und Wertebereich von Fragen und auch 5.2. Sitzungsprotokoll

F3440 Beschleunigungsklopfen

Wann tritt das Beschleunigungsklopfen/-Klingeln auf?

- W1 Immer
- W2 Bei kaltem Motor
- W3 Bei warmem Motor
- W4 Bei heißem Motor

Diese Frage basiert auf dem Symptom "Beschleunigungsklopfen", welches vom Autofahrer erst einmal erkannt werden muß, ehe MODIS diese Frage stellen darf. Daher ist an diese Frage eine Vorbedingung geknüpft, die sich auf die Beantwortung der Frage F34 bezieht, nämlich auf die Antwort W4. Falls der Autofahrer als Symptom "Klopfen" festgestellt hat, dann kann er auch die Frage F3440 beantworten, in der es darum geht die Klopf-situationen zu bestimmen.

Ein anderes Beispiel, welches die Notwendigkeit einer Fragehierarchie unterstreicht, zeigt die Frage F0120 auf, in der man u.a. als Grund der Beanstandung zu hohem Kraftstoffverbrauch angeben kann. Die darauf aufbauende Frage F21 fragt nach der Höhe des Kraftstoffverbrauchs, jedoch noch recht ungenau, nämlich: normal / (erheblich) schwankend / zu hoch? Nur wenn der Benutzer zu hoch angibt, lohnt es sich, diesem Beanstandungspunkt weiter nachzugehen und nachzufragen, ob der Benutzer eine exakte Verbrauchsmessung durchgeführt hat. Dieses geschieht in den Folgefragen F2130 und F2131.

Diese Beispiele machen deutlich, welche Bedeutung die Fragen haben. Der Knowledge-Engineer muß sich genau überlegen, welche Fragen das System in welcher Situation stellen soll, um eine sichere Information vom Benutzer zu bekommen. Die beiden von MED1 zur Verfügung gestellten Mechanismen reichen aus, um ein natürliches Frageverhalten zu erreichen.

2.2.5. Meßbare Symptome und Technische Untersuchungen

Die bisherige Entwicklung von MODIS ist darauf hinausgelaufen, gemäß den in 2.2.3. gestellten Anforderungen einen Fragekatalog und eine Menge von Symptomprofilen zu erstellen, die den gesteckten Rahmen abdecken. Dabei bezogen sich die Fragen auf erfahrbare Symptome. Die zweite Klasse von Symptomen, solche die nicht erfahrbar, sondern nur meßbar sind, soll im folgenden erfaßt werden. Es muß also jetzt ein neuer Fragenkatalog erstellt werden, dessen Fragen meßbare Daten erfassen. Diese gemessenen Daten sollen dann in die bisher erstellten Symptomprofile aufgenommen werden, falls man feststellt, daß eine Technische Untersuchung zur Überprüfung der entsprechenden Diagnosen anwendbar ist. Unter den Symptomprofilen können sich noch Symptome befinden, die bisher noch nicht durch Fragen erfaßt worden sind, da sie zur Klasse der meßbaren Symptome gehören. Um die Notwendigkeit von Technischen Untersuchungen zu verdeutlichen, kehren wir zurück zu unserem Beispiel:

Der Kunde hat also seine Sitzung mit MODIS mit dem Ergebnis beendet, daß ein Defekt der Zündkerzen (D129) wahrscheinlich vorliegt. Diese Diagnose sollte nun weiter untersucht werden, um festzustellen welcher Art der Defekt an den Zündkerzen ist. Dazu bietet es sich nun an, eine Technische Untersuchung durchzuführen.

In den Reparaturwerkstätten stehen hierfür geeignete Geräte zur Verfügung. Die nun zu erstellenden Frage sind gerätespezifisch und erfassen die Meßdaten. Der Knowledge-Engineer muß sich überlegen, welche ihm zur Verfügung stehenden Geräte er einsetzen will. Dabei ist er auf die Erfahrung eines Sachverständigen angewiesen, der beurteilen kann, wann sich der Einsatz des entsprechenden Gerätes lohnt. Mit der Festlegung der Fragen zu meßbaren Symptomen gehört auch eine Aufstellung aller durchführbaren Technischen Untersuchungen und der Kriterien, die erfüllt sein müssen, um die Technische Untersuchung durchzuführen. So lautet z.B. eine Voraussetzung für die Durchführung einer Technischen Untersuchung: der Motor muß laufen. Aus diesem Grunde sollte man sich alternative Technische Untersuchungen überlegen, die durchzuführen sind, falls solche Vorbedingungen nicht erfüllt sind. Nach Auswertung der zu einer Diagnose gehörenden Technischen Untersuchungen sollte MODIS in der Lage sein, gesicherte Diagnosen zu erstellen.

2.2.6. Regelkonzept

2.2.6.1. Konditionsteil einer Regel

In MODIS existieren jetzt die Fragen, eine Übersicht über Technische Untersuchungen und die Symptomprofile aller Diagnosen. Die Arbeitsweise dieses Expertensystems beruht auf der Auswertung von Regeln. Die Regeln sind Bestandteil der Wissensbasis und werten den aktuellen Stand der Wissensbasis aus. In diesem Abschnitt geht es nun darum, die Regeln zu formulieren, die schon mehr oder weniger als Symptome des Symptomprofils einer Diagnose vorhanden sind. Bei der Ausarbeitung der Regeln geht es darum, die Symptome zu bewerten und eventuell Symptomkombinationen in komplexen Regeln zusammenzufassen. In einer komplexen Regel kann man mehrere Symptome in disjunktiver Normalform verbinden. Die Symptome bilden den Konditionsteil einer Regel.

2.2.6.2. Aktionsteil einer Regel

Je nach Ausarbeitung der Symptomprofile sind die Konditionsteile der Regeln einer Diagnose schon festgelegt. Im zugehörigen Aktionsteil der Regel muß der Konditionsteil ausgewertet werden. Für den Knowledge-Engineer ergibt sich somit die Aufgabe, in allen Symptomprofilen die Konditionsteile zu bewerten. Dabei hat der Knowledge-Engineer zwei Möglichkeiten; er kann das Vorhandensein wie auch das Nicht-Vorhanden sein eines Symptoms bewerten. Die negativ-evidenten Regeln, die das Fehlen eines Symptoms bewerten, sind sehr wichtig für die Effizienz des Expertensystems. In diesem Stadium der Entwicklung eines Expertensystems reicht es aus, folgendes Bewertungsschema anzulegen:

- ++ Symptom ist sehr typisch für die Diagnose
- + Symptom ist typisch für die Diagnose
- o Symptom kann bei der Diagnose auftreten
- * Das Fehlen des Symptoms macht die Diagnose unwahrscheinlich

++, + und o sind sich ausschließende Symptombewertungen, die Charakterisierung * kann zusätzlich festgestellt werden. Symptome, die den Konditionsteil einer Regel bilden und die durch einen * gekennzeichnet sind, werden in gesonderten Regeln ausgewertet. In MODIS enthalten etwa 25 Prozent der Regeln Symptome, die mit * - gekennzeichnet sind. Ein

Beispiel für ein mit * gekennzeichnetes Symptom in MODIS ist F0150 W4. Dabei handelt es sich um das in unserem Beispiel beschriebene Motorklopfen. Motorklopfen ist ein typisches Symptom für einen Defekt in der Zündanlage, insofern gehört dieses Symptom zum Symptomprofil von D6 = "Defekt in der Zündanlage" und sollte mit ++* bewertet werden. Der angefügte Stern besagt, daß das Fehlen des Symptoms "Motorklopfen" die Wahrscheinlichkeit für einen Defekt in der Zündanlage herabsetzt. Dieses grobe Bewertungsschema muß später erheblich verfeinert werden. Von der Feineinstellung der Bewertung der einzelnen Regeln hängt schließlich der Erfolg eines Expertensystems ab (8). Das hier entwickelte Bewertungsschema soll dem Knowledge-Engineer beim Regelaufbau helfen, solche Symptome in einer Regel zu verarbeiten, die gleichgewichtet sind.

2.3. Nomenklatur

In MED1 ist es erforderlich, alle Fragen, Diagnosen, Technischen Untersuchungen und Regeln neben ihrem Namen auch mit Nummern zu kennzeichnen, denn MED1 arbeitet intern nur mit diesen Nummern, jedoch in seiner Erklärungskomponente (9) nur mit den Namen. Dem Knowledge-Engineer ist die Numerierung freigestellt, mit der einen Einschränkung, daß die Zahl einer Diagnosenummer keine führenden Nullen haben darf. Außerdem muß die Nummer einer Frage mit F, die einer Diagnose mit D, die einer Regel mit R und die einer Technischen Untersuchung mit T beginnen. Es ist also erlaubt, eine Frage F100, eine Diagnose D100, eine Regel R100 und eine Technische Untersuchung T100 zu implementieren, aufgrund des vorangestellten Buchstabens erkennt MED1 die Frage bzw. die Diagnose ...

In MODIS sind die Fragennummern nach einem bestimmten Prinzip aufgebaut worden, welches soweit wie möglich eingehalten worden ist. Es ist nicht sinnvoll, die Fragennummer nur fortlaufend hochzuzählen, sondern in ihr Information zu speichern, welche sich dann in der späteren Testphase bezahlt macht. Die Erklärungskomponente von MED1 liefert im Fehlerfall nur grobe Anhaltspunkte für die Fehlerursache, wie zum Beispiel die Angabe einer Fragennummer. In MODIS steckt soviel Information in der Fragennummer, daß man aus

(8) siehe auch 3.1. Arbeitsweis von MED1

(9) siehe auch 5. Ein Sitzungsbeispiel mit MODIS

ihr die Position in der Fragehierarchie (10) entnehmen kann. Zum Beispiel werden zweistellige Fragen in allen Diagnosen ausgewertet, hingegen sind vierstellige Fragen im allgemeinen Folgefragen der zweistelligen Fragen. Beispielsweise bezieht sich die Frage F3140 auf die Antwortalternative W4 der Frage F31. Falls eine Frage F3141 existieren würde, wäre diese die zweite Folgefrage zur Antwortalternative W4 der Frage F31. Dieses Konzept der Fragenumerierung hat den Vorteil, daß fast uneingeschränkt Fragen in die Hierarchie eingebaut werden können.

Die Diagnosehierarchie ist aus der Diagnosenummer nicht zu entnehmen, da die Diagnosen von MODIS als Symptomprofile fortlaufend entwickelt worden sind (11). Dafür besitzt die Nummer einer Regel aber einen Bezug zu ihrer Diagnose, in der sie ausgewertet wird. Die Nummer ist i.a. fünfstellig, wobei sich die ersten drei Stellen auf die entsprechende Diagnose beziehen und die letzten beiden Stellen repräsentieren die laufende Nummer in Bezug auf die Regeln einer Diagnose. Bei einstelligen Diagnosenummern werden die beiden führenden Stellen mit Nullen aufgefüllt, entsprechend bei zweistelligen Diagnosenummern mit einer Null.

Zu den Technischen Untersuchungen müssen auch Fragen erarbeitet werden. In MODIS beginnen die Fragenummern, die sich auf Symptome einer Technischen Untersuchung beziehen, mit der Nummer der Technischen Untersuchung. Die Nummern der Technischen Untersuchungen beginnen bei 50. Die Technische Untersuchung "Sichtkontrolle Zündkerzen" hat die Nummer T66. Alle Fragen, die sich auf Ergebnisse der Technischen Untersuchung T66 beziehen, besitzen eine vierstellige Fragenummer, die mit F66xx beginnt. Besonders in der Testphase hat sich die Numerierungskonvention von MODIS bewährt.

(10) siehe auch 2.2.4.2. Hierarchiekonzept der Fragen

(11) siehe jedoch 6. Auflistung der Diagnosehierarchie

3. MED1 und seine Mechanismen

3.1. Arbeitsweise von MED1

3.1.1. Prozedurkonzept von MED1

Ausgehend von Fragen, die der Benutzer von MODIS beantworten muß, wertet MED1 die gegebenen Antworten zu einer Diagnose aus. Der Arbeitszyklus von MED1 beginnt mit einer Reihe von Übersichtsfragen zur Generierung von Verdachtsdiagnosen. Diese werden entsprechend der Stärke ihres Verdachtes geordnet und dann gezielt untersucht, bis eine Diagnose hinreichend ausgewertet worden ist. Je nach Ausprägung des Hierarchiekonzepts der Diagnosen werden dann wieder Verdachtsdiagnosen generiert, die gezielt überprüft werden. Dieses wesentliche Merkmal von MED1, Verdachtsgenerierung und Verdachtsüberprüfung voneinander zu trennen, unterstützt das Prozedurkonzept. Die Grundidee des Prozedurkonzeptes ist die Aufteilung aller zu einer Diagnose gehörenden Regeln in Gruppen, die dann blockweise ausgewertet werden. Zu einer Diagnose gehören ein oder mehrere Prozeduren, die jeweils eine Gruppe von Regeln auswerten. Die Regeln der Verdachtsgenerierung kann man als META-Regeln interpretieren, die die Auswertung der Regeln der Verdachtsüberprüfung steuern. Eine Regel wertet die einzelnen Symptome bzw. Symptomkombinationen einer Diagnose zu einer Punktzahl aus, die in Zusammenhang mit dem Auswertungsschema einer Diagnose ihr Gewicht bekommt. Die Höhe des Punktekontos erlaubt dann in Abhängigkeit vom Auswertungsschema eine Zuordnung der Diagnose zu einer Wahrscheinlichkeitsklasse. Jede Diagnose besitzt ein eigenes Punktekonto, welches durch den Aktionsteil einer Regel verändert wird. Das Prozedurkonzept von MED1 bewirkt, daß die aktive Prozedur einer Diagnose eine bestimmte Menge von Regeln auswertet, die dann bei zutreffendem Konditionsteil den Punktwert ihres Aktionsteiles dem Punktekonto der Diagnose gutschreiben. Im folgenden werden nun die Vorteile des Prozedurkonzeptes von MED1 erläutert.

Die Stärke von MED1 und somit eines jeden Expertensystems, welches sich der Mechanismen von MED1 bedient, liegt in der frühen Selektion der Diagnosen. Das Prozedurkonzept bewirkt eine vorläufige Auswertung einer Diagnose nach Abarbeitung einer ihrer Prozeduren. Dadurch entscheidet das System sehr früh, ob eine Diagnose weiterhin untersucht werden soll, oder ob es augenblicklich eine andere Diagnose gibt, die interessanter ist. Interessanter bedeutet, daß es eine Diagnose gibt, die einer höheren Wahrscheinlichkeitsklasse zugeordnet ist als die augenblicklich ausgewertete Diagnose.

Wieviele Prozeduren zu einer Diagnose gehören, muß der Knowledge-Engineer von Diagnose zu Diagnose selbst entscheiden. Dabei sollte er jedoch die folgenden Kriterien beachten:

- i. Die Prozeduren sollen homogen sein.
- ii. Die Prozeduren sollen in ihrem Zwischenergebnis aussagekräftig sein.
- iii. Aufwand der Bestimmung eines Symptoms sollte mit seinem Aussageinhalt in Relation gesetzt werden.

Unter Beachtung dieser drei Anforderungen lassen sich die Prozeduren zu einer Diagnose sinnvoll bestimmen. Der erste Punkt bezieht sich auf die Anforderung 2 in Abschnitt 2.2.2., wobei zwischen erfahrbaren und meßbaren Symptomen unterschieden wurde. Es ist nicht sinnvoll in einer Prozedur Regeln auszuwerten, die sich sowohl auf erfahrbare wie auch auf meßbare Symptome beziehen. Dieses widerspräche dem Kriterium iii., da der Aufwand, erfahrbare Symptome zu erhalten wesentlich geringer ist als der für meßbare Symptome.

Der zweite Punkt bezieht sich auf den Umfang einer Prozedur. Diese Frage ist nicht allgemein beantwortbar. Der Umfang einer Prozedur sollte vom Inhalt ihrer Regeln bestimmt werden und vom Aufwand abhängen, mit dem die einzelnen Symptome gewonnen werden können. Bei den Prozeduren zu "erfahrbaren" Regeln sollte man zwei Differenzierungen vornehmen:

a. Regeln der Einstufung ++, ++*, + und +*

b. Regeln der Einstufung o

Diese Differenzierung bietet einen Anhaltspunkt und kann nicht global angewandt werden, sondern muß vom Knowledge-Engineer im einzelnen entschieden werden. Ein Beispiel soll dieses erläutern:

Zur Diagnose D61 = Verschmutzter Luftfilter gibt es drei Prozeduren P061a, P061b und P061T60. Die Regeln der ersten beiden Prozeduren verarbeiten erfahrbare Symptome und die Regeln der Prozedur P061T60 beziehen sich auf die Auswertung der Technischen Untersuchung T60. Die Zuordnung der Regeln zu P061a und P061b entsprechen den oben erstellten Anforderungen. P061a enthält sehr viele Regeln (28 Regeln), die eine aussagefähige Auswertung garantieren, hingegen enthält P061b nur wenige Regeln (5 Regeln), die von ihrem Gewicht der Klasse o zugeordnet worden sind.

3.1.2. Auswertungsschema von MED1

Den Möglichkeiten der Punktbewertung in den Regeln sind keine Beschränkungen auferlegt. Durch die individuelle Festlegung des Auswertungsschemas einer Diagnose kann man sich für eine hohe oder niedrige Punktbewertung in den Regeln entscheiden. Je höher die Punktbewertung in den Regeln, desto feiner kann das System abgestimmt werden. Falls zu einer Diagnose nur wenige Regeln gehören, kann man mit einem Auswertungsschema in den Grenzen -10 bis +20 auskommen, wenn pro Regel die Gewichtung zwischen -2 und +2 Punkten liegt. Falls man jedoch später in der Testphase feststellen sollte, daß die Gewichtung korrigiert werden sollte, ist der Spielraum der Punktevariation sehr gering. Falls man jedoch das Auswertungsschema in den Grenzen -50 bis +200 wählt und die Gewichtung einer Regel zwischen -10 und +50 variieren kann, dann läßt sich eine Feinabstimmung von +/- 3 Punkten pro Regel gut realisieren. Da die Punktbewertung letztendlich auch noch von der Implementierung der Diagnosehierarchie abhängt (12), reicht bei der Entwicklung des Expertensystems eine Gewichtung der Symptome, wie sie in 2.2.6.2. vorgeschlagen wurde, aus.

3.2. Implementation von MODIS

3.2.1. Implementation einer Diagnose

Die Implementation einer Diagnose, wie auch der restlichen ALPHAs (ALPHA ist der Oberbegriff für Diagnosen, Prozeduren, Fragen, Technische Untersuchungen und Zwischenvariablen), kann sukzessive durchgeführt werden. Bei der Implementation eines ALPHAs müssen seine notwendigen Properties angegeben werden (13). Die optionalen Properties eines ALPHAs werden bei Bedarf implementiert.

Die Diagnose D110 = "Zündeinstellung" wird im folgenden exemplarisch implementiert. Die notwendigen Properties einer Diagnose sind

- ihr Name
- ihre Prozedurfolge

(12) siehe 3.3. Implementation des Hierarchiekonzepts

(13) In [PU 83] findet man eine Auflistung aller ALPHAs mit den zugehörigen Properties.

- ihr Auswertungsschema.

Die Eingabe der Diagnose beginnt mit der Angabe der Diagnosenummer "D110". Daraufhin erkennt MED1, daß es sich um eine Diagnose handelt und erwartet die Eingabe aller Properties. Die optionalen Properties können durch Eingabe eines "-" übergangen werden. Im Fall der Diagnose D110 muß als nächstes der Name "ZündEinstellung" eingegeben werden. Der Name eines ALPHAs soll so kurz und aussagekräftig wie möglich sein. Falls der Name aus mehreren Worten besteht sind diese durch "." miteinander zu verbinden. So lautet der Name der Diagnose D108:

"ungleiche.Gemischverteilung.bei.Doppelvergaseranlagen".

Daraufhin erwartet das System die Eingabe der Procfolge. Im Fall D110 lautet diese "(P110a P110T56)". Schließlich wird als Eingabe der dritten und letzten notwendigen Property die Auswertung "(-20 -10 -2 80 200 500)" erwartet. Die nachfolgenden fünf Properties sind optional und können mit "-" beantwortet werden. Damit ist die Implementation einer Diagnose abgeschlossen, so daß man zur Implementation der nächsten Diagnose übergehen kann.

Die Eingabe des Auswertungsschemas erfordert eine Liste mit 6 Zahlen, die die Grenzen der Wahrscheinlichkeitsklassen einer Diagnose angeben. Für die Diagnose D110 ergibt sich die folgende Zuordnung:

Falls die Diagnose D110
weniger als -21 Punkte
auf ihrem Punktekonto angesammelt hat, dann ist sie
ausgeschlossen.

Falls die Diagnose D110
-20 bis -11 Punkte
auf ihrem Punktekonto angesammelt hat, dann ist sie
nahezu ausgeschlossen.

Falls die Diagnose D110
-10 bis -1 Punkte
auf ihrem Punktekonto angesammelt hat, dann ist sie
unwahrscheinlich.

Falls die Diagnose D110
-2 bis +79 Punkte
auf ihrem Punktekonto angesammelt hat, dann ist sie
neutral.

Falls die Diagnose D110
+80 bis +199 Punkte
auf ihrem Punktekonto angesammelt hat, dann ist sie
wahrscheinlich

Falls die Diagnose D110
+200 bis +499 Punkte
auf ihrem Punktekonto angesammelt hat, dann ist sie

höchstwahrscheinlich.

Falls die Diagnose D110
mehr als 499 Punkte
auf ihrem Punktekonto angesammelt hat, dann ist sie
gesichert.

3.2.2. Implementation einer Prozedur

Bevor die erste Regel implementiert werden kann, muß die entsprechende Prozedur implementiert werden, die die Auswertung der Regel vornimmt. Die Prozedur P110a der Diagnose D110 wird im folgenden implementiert. Die Prozeduren besitzen nur eine notwendige Property, somit wird die Implementation der Prozedur P110a mit Eingabe der P-Nummer "P110a" initiiert und mit der Eingabe des Namens "Zündeinstellung.a" abgeschlossen. Der Name einer Prozedur sollte den Namen der Diagnose tragen, gefolgt von einer Kennzeichnung für die Prozedur, in diesem Fall also '.a'. Falls es für die Diagnose D110 noch eine zweite Prozedur geben würde, die erfahrbare Symptome auswertet, würde diese die Prozedur-Kennung '.b' erhalten. Diese Namensgebung wird in der Erklärungskomponente von MED1 benutzt. Alle optionalen Properties der Prozeduren werden später implementiert.

3.2.3. Implementation von Regeln

3.2.3.1. Normale und einfache Regeln

Durch die Implementation der Diagnosen und zugehörigen Prozeduren ist die Implementation der Regeln vorbereitet worden, die in den folgenden Abschnitten des Kapitels 3.2.3. ausführlich beschrieben wird.

In MED1 besteht jede Regel aus einem Konditionsteil und einem Aktionsteil, mit folgender Syntax:

```
<normale Regel> ::= (<Kondition>)(<Aktion>)
```

wobei die Kondition eine Aussage in disjunktiver Normalform ist. Die vollständige Syntax ist in [Pu 83] nachzulesen.

Anhand der beiden Regeln R11801 und R11802 soll nun

ausgehend von einem Zitat aus der Literatur die Entwicklung von Regeln exemplarisch aufgezeigt werden.

R11801

Konditionsteil: ((F0505 W3)
(F0801 W1))

Aktionsteil: ((add P118a 200))

R11802

Konditionsteil: ((F0505 W3)
(F0801 W2)
oder
(F0505 W4)
(F0801 W3)
(F48 NON W2))

Aktionsteil: ((add P118a 150))

Bei diesen beiden Regeln handelt es sich um "normale" Regeln, deren Implementation mit der Eingabe der Regelnummer "R11801" bzw "R11802" beginnt. Das System erwartet dann die Eingabe des Konditions- und Aktionsteiles entsprechend der obigen Angabe. werden können.

Diese beiden Regeln wurden ausgehend von dem folgenden Zitat aus [B04 76] entwickelt.

"Erst nach etwa 20000 Km werden - wenn nötig - die Unterbrecherkontakte durch neue ersetzt."

"...Kontaktverschleiß... bedeutet, daß der Kontaktabstand sich im Laufe der Zeit verkleinert, der Schließwinkel somit etwas zunimmt."

"Kleiner Kontaktabstand also großer Schließwinkel, begünstigen das Zündverhalten im Bereich hoher Drehzahlen: Lange Schließzeit und damit mehr Speicherenergie. Andererseits verstärkte Rückzündung bei niedriger Drehzahl und damit erhöhter Kontaktverschleiß."

Aus diesen Zitaten, die vom Inhalt her der Zündanlage zuzuordnen sind, sollen Regeln für die Diagnose D118 = "Unterbrecherkontakt verschlissen" entwickelt werden. Parallel zu dieser Regelentwicklung ergibt sich die Formulierung der Symptome als Antwortalternative einer Frage. Somit müssen die Zitate zuerst einmal in eine durch Symptome erfassbare Form transformiert werden, damit sie dann später an eine Frage gebunden werden können.

1.Symptom:

Ein Unterbrecherkontakt hält in der Regel 20000 Km.

2.Symptom:

Der Unterbrecherkontakt ist natürlichem Verschleiß unterworfen.

3.Symptom:

Im Laufe der Zeit verkleinert sich der Abstand des Unterbrecherkontaktes.

4.Symptom:

Der Verschleiß des Unterbrecherkontaktes ist abhängig von den Einsatzbedingungen.

5.Symptom:

Ausschlaggebend für die Höhe des Verschleiß sind niedrige Drehzahlen des Motors.

Eine der Forderungen lautete, homogene Fragen zu entwickeln. Entsprechend ist zum 1.Symptom eine Frage zu stellen, die nach dem Alter des Unterbrecherkontaktes fragt; unter "Alter" versteht man hier und im folgenden die Km-Leistung. Die entsprechende Frage ist unter der Nummer F0505 implementiert worden. Der Wertebereich ist in Form von Intervallen realisiert:

- W1 - weniger als 5000km
- W2 - 5000 bis 10000km
- W3 - 10000 bis 20000km
- W4 - 20000 bis 30000km
- W5 - über 30000km

Die Symptome 2 bis 5 müssen weiter transformiert werden, ehe sie durch eine Frage erfaßbar sind. Bei dieser Transformation geht es darum, den Zusammenhang zwischen den Symptomen 2, 3 und 4 zu erkennen und diesen dann zu erfragen. Das wesentliche dieser drei Symptome ist, daß der Kontaktverschleiß von den Einsatzbedingungen des Fahrzeuges und dem persönlichen Fahrstil des Fahrers abhängt. Der Kontaktverschleiß ist besonders hoch, wenn das Fahrzeug hauptsächlich auf kurzen Strecken, wie Stadtverkehr und außerdem untertourig gefahren wird. Der Kontaktverschleiß ist wesentlich geringer, wenn das Fahrzeug hauptsächlich auf langen Strecken mit höheren Drehzahlen gefahren wird. Eine Frage, die auf den Kontaktverschleiß abzielt, muß also nach den Einsatzstrecken fragen; wird das Fahrzeug hauptsächlich in der Stadt eingesetzt oder für lange Strecken, z.B. lange Autobahnfahrten? In MODIS sind dafür drei Fragen vorgesehen, die nach dem prozentualen Anteil der gefahrenen Kilometer in

- Kurzstrecke (F0801)
- Mittelstrecke (F0802)
- Langstrecke (F0803)

fragen. Diese Fragen werden zu Beginn einer Sitzung gestellt und in mehreren Diagnosen ausgewertet. Für die Regeln R11801 und R11802 reicht die Beantwortung der Frage F0801 aus, da

es darum geht herauszufinden, ob das Fahrzeug hauptsächlich im Kurzstreckenbetrieb eingesetzt wird. Um alle möglichen Antwortalternativen dieser drei Fragen zu kombinieren, lassen sich bis zu 25 Regeln generieren. Die Frage ist, ob der Informationsgehalt der Regeln deren Aufwand bei der Erstellung rechtfertigt? Die folgenden Plausibilitätserklärungen sollen helfen, die Anzahl der Regeln zu reduzieren. Das für diese Diagnose interessante Alter eines Unterbrecherkontaktes liegt zwischen 10000Km und 30000Km. Falls der Unterbrecherkontakt älter als 30000Km ist, dann sollte er auf alle Fälle ausgetauscht werden. Dieser Tatsache wird durch eine "einfache" Regel Rechnung getragen (s.u.). Falls der Unterbrecherkontakt jünger als 10000Km ist, sollte man davon ausgehen, daß er noch in Ordnung ist. Sollte dieses nicht der Fall sein, dann sollte der Defekt bei einer später durchzuführenden Technischen Untersuchung festgestellt werden, so daß dieser Fall zunächst nicht berücksichtigt werden braucht. Es bleibt also die kritische Lebensphase des Unterbrecherkontaktes zwischen 10000Km und 30000Km. Gerade in dieser Zeit macht sich zusätzlicher Verschleiß bemerkbar, falls die Randbedingungen der Symptome 4 und 5 zutreffen. Somit können jetzt die folgenden Aussagen formuliert werden:

1. Aussage: (F0505 W3) und (F0801 W1)
2. Aussage: (F0505 W3) und (F0801 W2)
3. Aussage: (F0505W4) und (F0801 W3)

Aussage 1 besagt, daß der Unterbrecherkontakt nach 10000Km bis 20000Km und bei einem Einsatz im Stadtverkehr von über 90 Prozent verschlissen ist.

Aussage 2 besagt, daß der Unterbrecherkontakt nach 10000Km bis 20000Km und bei einem Einsatz im Stadtverkehr von ca. 60 Prozent verschlissen sein könnte.

Aussage 3 besagt, daß der Unterbrecherkontakt nach 20000Km bis 30000Km und bei einem Einsatz von "nur" 33 Prozent bis 50 Prozent Stadtverkehr auch verschlissen sein kann.

Die sich nun stellende Frage bezieht sich auf die Anzahl der aus diesen Aussagen zu erstellenden Regeln. Damit hängt direkt die Frage der Bewertung der einzelnen Aussagen zusammen. Falls alle drei Aussagen vom Knowledge-Engineer gleich gewichtet werden, kann er sie zu einer Regel Verknüpfen, deren Konditionsteil folgende Form hätte:

(Aussage 1 oder Aussage 2 oder Aussage 3)

In MODIS wurden aus den drei Aussagen zwei Regeln gebildet, wobei Regel R11801 die Aussage 1 als Konditionsteil hat und als besonders aussagekräftig für die Diagnose D118 eingestuft wurde, welches seinen Niederschlag in der hohen Punktzahl des Aktionsteils findet. Bisher ist das Symptom 5 noch nicht erfragt und ausgewertet

worden. Das Symptom 5 bezog sich auf einen Fahrstil, bei dem der Motor in niedrigen Drehzahlen läuft. Das Problem, diesen speziellen Fahrstil in Erfahrung zu bringen, insbesondere dann, wenn ihn der Fahrer selbst bestimmen soll, sieht recht aussichtslos aus. In MODIS existiert jedoch schon eine Frage, in der nach dem Fahrstil gefragt wird - F48. In der Antwortalternative W2 kann man seinen Fahrstil mit "hoctourig" angeben. Eine ehrliche Beantwortung dieser Frage bedeutet für die Nicht-Nennung dieser Alternative W2, daß man einen normalen Fahrstil voraussetzen kann. In Verbindung mit Aussage 3 erhöht die Verneinung der Antwortalternative W2 der Frage F48 die Gewichtung der Aussage 3, so daß diese der Aussage 2 gleichgestellt werden kann und somit in einer Regel zusammenfaßbar ist. Damit ist der Konditionsteil der Regel R11802 vollständig erarbeitet, und das verminderte Gewicht dieser Regel gegenüber der Regel R11801 findet seinen Niederschlag in der Höhe der Punkte im Aktionsteil von R11802, nämlich nur 150 Punkte im Gegensatz zu 200 Punkten der Regel R11801.

Der genaue Aufbau des Aktionsteils einer Regel soll an der "einfachen" Regel gezeigt werden, auf die während der Erarbeitung der Regeln R11801 und R11802 hingewiesen worden ist. Dabei handelte es sich um das Symptom (F0505 W5) - der Unterbrecherkontakt ist älter als 30000Km. Dieses Symptom reicht zur Konstruktion einer Regel aus, das bedeutet, daß der Konditionsteil der Regel nur aus einer einzelnen Aussage besteht. In diesem Fall kann der Regelaufbau vereinfacht werden, indem die Regelnummer wegfallen darf. Der Aktionsteil einer Regel gibt das Gewicht der Regel an, in Bezug auf das Auswertungsschema. Außerdem muß die Regel an eine Prozedur der Diagnose gebunden werden, dies geschieht auch im Aktionsteil einer Regel, und schließlich muß dem System noch mitgeteilt werden, wie die Punkte der Regel zu verarbeiten sind. Somit ergibt sich das allgemeine Format des Aktionsteiles:

```
((add p???a x))
```

Die einfache Regel zur Diagnose D118 lautet somit:

```
(F0505 W5) ((add P118a 250))
```

Grundsätzlich ist es auch möglich, dem Punktekonto der Diagnose im Aktionsteil einer Regel negative Punkte gutzuschreiben. Solche Regeln sind für ein Expertensystem von besonderer Bedeutung, da sie den Suchraum verkleinern. Gemäß der Gewichtung in 2.2.6.2. sind alle mit * markierten Symptome durch negative Punkte in ihrem Aktionsteil gekennzeichnet. Ein Beispiel für eine einfache Regel mit negativem Aktionsteil existiert zu der oben entwickelten Diagnose D110 = "Zündeinstellung".

```
(F3140 W1) ((add P110a -200))
```

An der hohen Punktzahl im Aktionsteil, kann man erkennen, daß es sich bei diesem Symptom um eines mit der Gewichtung ++* handeln muß. Diese einfache Regel besagt, falls sich bei einem Startversuch der Anlasser überhaupt nicht dreht, dann kann der Fehler nicht in der Zündeneinstellung liegen.

In der Regel R11802 wurde eine negierte Aussage benutzt - (F48 non W2). Das Kriterium einer "einfachen" Regel ist, daß diese in ihrem Konditionsteil nur aus einer einzigen Aussage bestehen darf. Dieses Kriterium muß noch dahingehend verschärft werden, daß es sich bei dieser Aussage um eine "nicht-negierte" Aussage handeln muß. Zur Diagnose D110 gibt es auch eine solche Regel, die als normale Regel formuliert, eine Regelnummer besitzt:

R11011

Konditionsteil: ((F3140 NON W3))

Aktionsteil: ((add P110a -10))

Mit den nun eingeführten Regeltypen lassen sich ca. 80 Prozent aller Regeln eines Expertensystems erstellen. Die META-Regeln, die noch notwendig sind, um das System lauffähig zu machen, werden im folgenden Abschnitt eingeführt.

3.2.3.2. SPEC - Regeln

Wie in 3.1. beschrieben, beginnt MED1 einen Sitzungszyklus mit der Auswertung der META-Regeln, jedoch heißen diese in MED1 "SPEC-Regeln". Bisher sind die normalen und einfachen Regeln implementiert worden, die durch ihre Auswertung das Punktekonto einer Diagnose auffüllen. Zur Auswertung der SPEC-Regeln besitzt jede Diagnose ein zweites Konto - ein SPEC-Konto. Dadurch ist es möglich, eine scharfe Trennung zwischen Verdachtsgenerierung und Verdachtsüberprüfung durchzuführen. Dieses ist die Voraussetzung dafür, daß in MODIS eine beliebig komplexe Struktur der Diagnosen aufgebaut werden kann.

Nach welchen Kriterien sollen nun die SPEC-Regeln erzeugt werden?

Zuerst muß man sich noch einmal die Arbeitsweise von MED1 vor Augen halten. Die Verdachtsgenerierung zu Beginn einer Sitzung unterscheidet sich wesentlich von der Verdachtsgenerierung, die durch die Hierarchie bedingt ist

(14). Bei der Verdachtsgenerierung zu Beginn einer Sitzung wertet MED1 alle angegebenen Symptome global aus und erzeugt somit Verdachtsdiagnosen. Dieser Prozeß basiert wiederum auf Regeln, speziellen SPEC-Regeln. Diese müssen sich nicht unbedingt von den Regeln der Verdachtsüberprüfung unterscheiden, sie sollten aber nach bestimmten Gesichtspunkten ausgewählt werden. Das Ziel, das hinter der Verdachtsgenerierung steckt, ist, schon möglichst früh auf die "richtige Spur" zu kommen. Damit ist es möglich die Effizienz des Expertensystems erheblich zu steigern. Dementsprechend sollen die Symptome, die die SPEC-Regeln auswerten, nach Möglichkeit der Gewichtungsklasse ++ angehören (15).

Im Gegensatz zu dem frei wählbaren Auswertungsschema für die normalen Regeln ist das Auswertungsschema für die SPEC-Regeln fest vorgegeben. Nach Auswertung der SPEC-Regeln kann eine Diagnose einer der folgenden vier Verdachtsklassen AZ0, AZ1, AZ2 oder AZ3 zugeordnet werden (AZ = Aktivierungszahl). Für diese Verdachtsklassen gilt folgendes Auswertungsschema:

	AZ0 < 100 Punkte	: nicht interessant
100 Punkte <=	AZ1 < 200 Punkte	: möglich
200 Punkte <=	AZ2 < 300 Punkte	: interessant
300 Punkte <=	AZ3	: sehr interessant

Nach Auswertung der SPEC-Regeln werden also die ausgewerteten Diagnosen den entsprechenden AZ-Klassen zugeordnet. Nach Abschluß des Verdachtsgenerierungszyklus beginnt das System die Diagnosen zu überprüfen, die der höchsten belegten AZ-Klasse angehören.

Die SPEC-Regeln unterscheiden sich von normalen Regeln nur in ihrem Aktionsteil. Da es für SPEC-Regeln keine Prozeduranbindung gibt, steht an deren Stelle die Diagnose-Nummer. Das SPEC-Konto wird durch die Angabe des Schlüsselwortes "SPEC" in der ersten Komponente des Aktionsteiles einer Regel als Empfänger der SPEC-Punkte festgelegt. Als Beispiel sei eine SPEC-Regel der Diagnose D6 angegeben:

```
(F0130 W1) ((SPEC D6 100))
```

(14) siehe hierzu 3.3. Implementation des Hierarchiekonzepts und insbesondere 3.3.1. Grundgedanke und Aufbau des Hierarchiekonzepts

(15) siehe 2.2.6.2 Aktionsteil einer Regel, Einführung vorläufiger Gewichtungen.

Das Symptom (F0130 W1) repräsentiert eine Beanstandung bzgl. Motorstart.

3.2.3.3. Sonstige Regeln

3.2.3.3.1. Rekursive Regeln

MED1 stellt neben den normalen Regeln und den SPEC-Regeln einen dritten Regeltyp zur Verfügung - die "Rekursiven Regeln". Diese werden im Gegensatz zu den SPEC-Regeln, wie die normalen Regeln "backward" ausgewertet. Beim "backward-reasoning" (16) handelt es sich um eine Strategie der Regelauswertung, in der nur die Regeln ausgewertet werden, die helfen, einem Ziel näher zu kommen. Im Gegensatz dazu werden bei der Strategie des "forward reasoning" (16) alle Regeln ausgewertet, deren Konditionsteil zu "wahr" abgeleitet werden kann.

Um die Verwendung einer rekursiven Regel zu veranschaulichen, wird wie in 3.2.3.1. die Erarbeitung einer solchen Regel am Beispiel von RR02602 aufgezeigt. Das System erkennt eine rekursive Regel an ihrer Regelnummer, die mit zwei führenden R beginnen muß. Das typische an rekursiven Regeln ist, daß sie sich in ihrem Konditionsteil auf die Diagnose beziehen, in der sie ausgewertet werden. Der Hintergrund zur Einführung von rekursiven Regeln lag in der Tatsache begründet, daß es Symptome für gewisse Diagnosen gibt, die für sich genommen nicht sehr aussagekräftig sind. Falls jedoch schon ein gewisser Verdacht für eine Diagnose besteht, dann gewinnen diese Symptome an Bedeutung. Die Höhe des "gewissen Verdachts" muß der Knowledge-Engineer wieder im einzelnen festlegen. Dazu wird der Konditionsteil einer rekursiven Regel um eine Komponente erweitert, welche diese Schwelle des "gewissen Verdachts" festlegt. Diese Schwelle, die in Form einer Punktezahl angegeben werden muß, steht an erster Stelle des Konditionsteiles. Somit lautet die Syntax einer rekursiven Regel:

```
<rek.Regel> ::= (<Schwelle><Kondition>)(<Aktion>)
```

Die nun zu erarbeitende Regel sei hier in ihrer endgültigen Form vorweggenommen. Sie lautet:

(16) die ausführliche Beschreibung dieses Konzepts befindet sich in [Pu 83].

RR02602

Konditionsteil: (140 (F0501 NON W1)
 (F0501 NON W2)
 (F0502 W0)
 (F0801 W1)
 (F09 W2)
 (F0920 W4)
 oder
 (F0501 NON W1)
 (F0501 NON W2)
 (F0502 W0)
 (F0801 W2)
 (F09 W2)
 (F0920 W4))

Aktionsteil: ((add D26 150))

Das folgende Zitat aus [AR 81] hat zur Herleitung dieser Regel geführt:

"Durch Kraftstoffkondensate im Öl sinkt die Viskosität mehr oder weniger stark ab... . Damit sinken aber auch die maximal zulässigen Betriebstemperaturen, und es kann trotz der Verwendung eines Motorenöls der richtigen Viskositätsklasse zu Lagerschäden kommen."

Ergänzend zu diesem Zitat muß noch gesagt werden, daß der dem Zitat vorausgegangene Abschnitt in [AR 81] erläutert hat, wie es zu Kraftstoffkondensaten im Motorenöl kommen kann. Die Bildung von Kraftstoffkondensaten hängt wiederum sehr von den Einsatzbedingungen des Fahrzeuges ab. So fördert der Kurzstreckenverkehr die Kraftstoffkondensatbildung dadurch, daß der Motor nicht richtig warm wird, d.h. für längere Zeit die Betriebstemperatur nicht erreicht. Wenn nun das Motorenöl recht alt ist und außerdem beim letzten Ölwechsel der Ölfilter nicht gewechselt wurde, so erhöht sich das Risiko für einen Lagerschaden. Aus dem Zitat kann man entnehmen, daß die maximal zulässige Betriebstemperatur absinkt. Dieses Symptom ist vom Autofahrer nicht wahrnehmbar und auch in einer Werkstatt in Form einer Ölprobe schwierig festzustellen. Jedoch ist es möglich, diese Symptomkombination in MODIS zu simulieren. Bevor die bis jetzt erarbeiteten Symptome im Konditionsteil einer Regel festgehalten werden, fehlt noch ein wesentliches Symptom. Es muß noch die Frage geklärt werden, wann der Schaden bemerkt worden ist. Dies kann nach Aussage des Zitates nur gewesen sein, nachdem der Motor für längere Zeit Betriebstemperatur erreicht hatte, d.h. während oder nach einer längeren Autobahnfahrt, bei der der Motor richtig heiß geworden ist. Im folgenden sind alle bisher aufgeführten Symptome zusammengestellt, entsprechend ihrer Auflistung im Konditionsteil der Regel:

(F0501 NON W1)

(F0501 NON W2)

Das Motorenöl ist mindestens 10000Km alt.

(F0502 W0)

Beim letzten Ölwechsel wurde der Ölfilter nicht gewechselt.

(F0801 W1)

Das Fahrzeug wird hauptsächlich im Stadtverkehr eingesetzt, wodurch Kraftstoffkondensatbildung gefördert wird.

(F09 W2)

Ein Defekt wurde dann während oder nach einer Fahrt bemerkt,

(F0920 W4)

wobei es sich um eine Autobahnfahrt mit Vollgas gehandelt hat, so daß der Motor für das mittlerweile minderwertige Öl zu heiß geworden ist.

Die im Konditionsteil der rekursiven Regel angegebene Schwelle beträgt 140 Punkte, das entspricht der Wahrscheinlichkeitsklasse "höchstwahrscheinlich". Die Diagnose D26 muß also mindestens 140 Punkte auf ihrem Punktekonto angesammelt haben, ehe die rekursive Regel RR02602 aktiviert wird. Falls das der Fall ist, und alle Aussagen des Konditionsteiles zu "wahr" ausgewertet werden, dann bewirkt diese Regel eine Erhöhung des Punktekontos um 150 Punkte. Falls die Diagnose bisher genau die Schwelle von 140 Punkten erreicht haben sollte, dann wäre das Punktekonto auf 290 Punkte angewachsen, hätte jedoch noch nicht die Wahrscheinlichkeitsklasse "gesichert" erreicht, denn diese beginnt erst bei 300 Punkten. Dadurch ist gewährleistet, daß genügend viele Symptome auf einen Lagerschaden hinweisen müssen, ehe die rekursive Regel RR02602 die Diagnose in die Klasse "gesichert" hebt.

3.2.3.3.2. FADD - Regeln

Zu der in 3.2.3.3.1. beschriebenen Gruppe von forward-Regeln gehören auch die FADD-Regeln. FADD steht für Forward ADDiere, wobei eine forward-Regel dann "feuert", d.h. ihre Punkte dem entsprechenden Punktekonto gutschreibt, wenn ihr Konditionsteil zutrifft. FADD-Regeln sind ein spezielles Hilfsmittel zur vollständigen Auswertung von Technischen Untersuchungen. Bei der Durchführung einer Technischen Untersuchung kann man durch die Meßergebnisse einen Defekt lokalisieren, der bisher nicht erkannt worden ist. Ein Expertensystem muß natürlich in der Lage sein, alle Defekte, die in den abgesteckten Rahmen fallen, zu erkennen, insbesondere dann, wenn der Benutzer die Symptome solcher Defekte nicht wahrgenommen hat, bzw falls sie gar nicht erfahrbar sind. In einem solchen Fall kann man die entsprechenden Prozeduren der Diagnose durch SPEC-Regeln aktivieren. Falls eine Technische Untersuchung ein typisches Symptom einer anderen Diagnose aufdeckt, dann sollte dieses Symptom direkt dem Punktekonto der Diagnose gutgeschrieben werden. Je nach Aussagekraft des Symptoms sollte eine hohe Punktzahl vergeben werden. Ein Beispiel für eine FADD-Regel ist:

```
R07002
Konditionsteil: ((F51 W5)
                 (F5150 W2)
                 oder
                 (F5154 W1))
Aktionsteil:   ((FADD D70 400))

Nachbedingung: (F51 W5)   R07002
                (F5150 W2) R07002
                (F5154 W1) R07002
```

Falls es sich bei der FADD-Regel nicht um eine einfache Regel handelt, muß diese durch eine Nachbedingung ergänzt werden, denn deren Konditionsteil besteht aus mehreren Symptomen. Die FADD-Regel feuert selbständig, wenn ihr Konditionsteil zu 'wahr' ausgewertet wird. In der Nachbedingung wird dem System mitgeteilt, welche Symptome im Konditionsteil auszuwerten sind, so daß MED1 immer dann die entsprechende Regel auszuwerten versucht, wenn ein Symptom des Konditionsteiles zutrifft.

Im Beispiel der Regel R07002 wird die Technische Untersuchung T50 ausgewertet, die primär Fehler in der Zündanlage diagnostiziert. Die im Konditionsteil der Regel R07002 aufgeführten Symptome weisen jedoch auch auf einen Fehler in der Vergaseranlage hin. Die entsprechende Reaktion kann dem Aktionsteil der FADD-Regel R07002 entnommen werden

(17).

3.2.3.3.3. Regeln mit mehreren Aktionsteilen

Der Aktionsteil einer Regel kann auch mehrere Aktionen enthalten. Damit bekommt die Regel folgendes Format:

```
<Regel> ::= (<Kondition>)(<Aktion.1>...<Aktion.n>)
```

Der Vorteil solcher Regeln liegt in der verminderten Schreibarbeit. Von solchen Regeln sollte im allgemeinen kein Gebrauch gemacht werden, da sie im Fehlerfall einer einzelnen Diagnose nicht eindeutig zuzuordnen sind. Falls in der Testphase des Expertensystems Änderungen im Aktionsteil einer solchen Regel vorgenommen werden sollen, ist dies mit erheblich größerem Aufwand verbunden, als die Einsparung beim Erstellen einer solchen Regel rechtfertigt. Jedoch ist dieser Regeltyp zur Implementation des Hierarchiekonzepts der Diagnosen sinnvoll anwendbar. Dort wird dieser Regeltyp als SPEC-Regel verwandt (18). Ein Beispiel einer solchen SPEC-Regel ist:

```
R1006
Konditionsteil: ((D6 = 5))
Aktionsteil:   ((SPEC D110 200)
                (SPEC D113 200)
                (SPEC D114 200)
                (SPEC D115 200)
                (SPEC D125 200)
                (SPEC D126 200)
                (SPEC D127 200)
                (SPEC D128 200)
                (SPEC D129 200))
```

Wie Konditionsteil (19) und Aktionsteil (20) zu interpretieren sind, wird in den nachfolgenden Abschnitten erläutert. Alle Regeln dieses hier beschriebenen Typs sind durch eine vierstellige Regelnummer gekennzeichnet, welche in ihrer ersten Stelle einen Index, und in den Positionen 2 bis 4 die Nummer der Diagnose angibt, auf die sich der Konditionsteil der Regel bezieht.

(17) siehe auch 3.6. Der Mechanismus "SONSTPROCS".

(18) siehe dazu 3.3.2. Aufbau der Hierarchie aus Zwischendiagnosen.

(19) siehe 3.3.4. Schlußfolgerungen aus Diagnosen.

(20) siehe 3.3.2. Aufbau der Hierarchie aus Zwischendiagnosen.

3.3. Implementation des Hierarchiekonzepts

3.3.1. Grundgedanke und Aufbau des Hierarchiekonzepts

Die Idee bei der Entwicklung des Hierarchiekonzepts lag in der Überlegung, auch geringe Informationsgehalte auswerten zu können, so daß mit steigendem Informationsgehalt - in Form von beantworteten Fragen - differenziertere Diagnosen erstellt werden können. Ein Modell für dieses Hierarchiekonzept stellt ein Baum dar, an dessen Blätter die nicht weiter differenzierbaren Enddiagnosen sind und dessen Knoten Zwischen- und Grobdiagnosen repräsentieren. Der Wurzel dieses Baumes entspricht die Menge der Verdachtsdiagnosen, die zu Beginn einer Sitzung mit MODIS erstellt werden können. Die folgende Abbildung 2 stellt die Wurzel des MODIS-Baumes mit seinen Knoten der ersten und auszugsweise zweiten bis vierten Stufe dar. In Abschnitt 6. Auflistung der Diagnosehierarchie werden die Unterbäume der Wurzel komplett dargestellt.

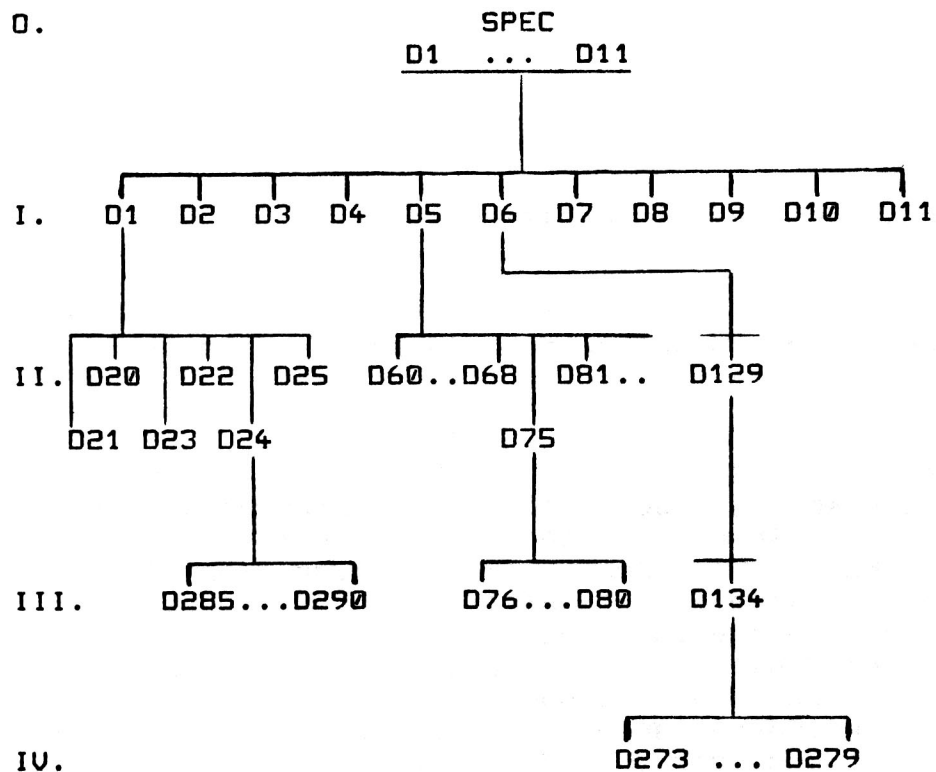


Abb.2

Zur Realisierung dieses Hierarchiekonzepts stehen in MED1 zwei Mechanismen zur Verfügung, die in den beiden nachfolgenden Abschnitten erläutert werden.

3.3.2. Aufbau der Hierarchie aus Zwischendiagnosen

Der erste Mechanismus, den MED1 zur Verfügung stellt, wurde bei der Implementation der Hierarchie überwiegend verwendet. Dabei handelt es sich um die Implementation von Zwischendiagnosen. Das charakterisierende Merkmal einer Zwischendiagnose ist, daß sie nach ihrer Auswertung aus der Agenda gestrichen wird und im Gegensatz zu Grobdiagnosen ihr Punktekonto nicht ihren Nachfolgern übergibt. Bei der Agenda handelt es sich um eine Liste des Steuersystems, die alle noch zu überprüfenden Diagnosen enthält. Diagnosen enthält, die noch überprüft werden müssen. Falls die Zwischendiagnose eine hohe Wahrscheinlichkeitsklasse erreicht hat, dann aktiviert sie ihre Nachfolger, d.h. diese werden einer Verdachtsklasse zugeordnet und werden somit in die Agenda eingetragen. Hier wird nun eine SPEC-Regel, wie sie in 3.2.3.3. beschrieben worden ist, aktiv. Das Kriterium, wann eine solche SPEC-Regel aktiv werden soll, muß der Experte für jede Zwischendiagnose festlegen. In MODIS werden die Nachfolger einer Zwischendiagnose erst dann aktiviert,

wenn die Zwischendiagnose einer der folgenden Wahrscheinlichkeitsklassen zugeordnet worden ist:

- w5 - wahrscheinlich
- w6 - höchstwahrscheinlich
- w7 - gesichert

Diese Bedingungen können im Konditionsteil einer Regel abgefragt werden. Der Konditionsteil einer Regel hat dann folgenden Aufbau:

An erster Stelle steht die Diagnosenummer, auf die sich die Regel bezieht.

Die zweite und dritte Position geben das Wahrscheinlichkeitsklassenintervall an, in das die Diagnose fallen muß. Somit ergibt sich beispielsweise für die Zwischendiagnose D6 als Konditionsteil der SPEC-Regel:

((D6 6 7))

Demnach muß die Diagnose D6 höchstwahrscheinlich bis gesichert sein, um ihre Nachfolger zu aktivieren. In MODIS ist allerdings auch schon eine Aktivierung der Nachfolger aus der Klasse w5 - wahrscheinlich möglich. Der Konditionsteil dieser Regeln hat folgende Form:

((D6 = 5))

Auch hier können zwei Intervallgrenzen angegeben werden. Dann hat der Konditionsteil folgende Form:

((D6 5 5))

Beide Möglichkeiten sind erlaubt, jedoch sollte die erste Möglichkeit bevorzugt werden. Da die Erklärungskomponente von MED1 diese Intervallgrenzen explizit angibt, würde eine Erklärung, die auf der zweiten Möglichkeit basiert, wie folgt aussehen:

"Falls D6 = Defekt in der Zündanlage von wahrscheinlich bis wahrscheinlich".

An diese Regeln, die aus einer Diagnose eine Schlußfolgerung ziehen, sind gewisse Bedingungen geknüpft, welche in 3.3.4. Schlußfolgerungen aus Diagnosen genau aufgeführt sind.

Je nach Aussagekraft einer Zwischendiagnose, das heißt, je nachdem wie wahrscheinlich eine Zwischendiagnose ist, sollen die Nachfolger einer bestimmten Verdachtsklasse zugeordnet werden. Dieses kann man im Aktionsteil der entsprechenden SPEC-Regel steuern. In MODIS wurde für Zwischendiagnosen folgende Konvention getroffen:

Falls die Zwischendiagnose zu höchstwahrscheinlich bis gesichert ausgewertet worden ist, dann sollen die Nachfolgerdiagnosen der höchsten Verdachtsklasse - A23 - zugeordnet werden; dieses erreicht man durch den folgenden Aktionsteil:

((SPEC D? 300))

Falls die Zwischendiagnose zu wahrscheinlich ausgewertet worden ist, dann sollen die Nachfolgerdiagnosen der Verdachtsklasse A22 - interessant - zugeordnet werden. Die komplette Regel der Zwischendiagnose D6 wurde in 3.2.3.3.3. "Regeln mit mehreren Aktionsteilen" aufgelistet.

Die Implementation einer Zwischendiagnose kann man durch Angabe der optionalen Properties "Seiteneffekt" und "Nachfolger" durchführen. Unter "Seiteneffekt" müssen dann die SPEC-Regel-Nummern angegeben werden, die die Nachfolgerdiagnosen aktivieren. Die Property "Nachfolger" der Diagnosen spezifiziert für Zwischendiagnosen einen booleschen Wert, der hier auf "TRUE" gesetzt werden muß.

3.3.3. Aufbau der Hierarchie aus Grob- und Feindiagnosen

Die zweite Möglichkeit, "Zwischendiagnosen" der Hierarchie zu implementieren, besteht in der Implementation von Grob- und Feindiagnosen. Auch die Grobdiagnose verschwindet nach ihrer Auswertung aus der Agenda. Der Unterschied zu Zwischendiagnosen liegt jedoch darin, daß die Feindiagnosen das Punktekonto ihres Vorgängers, der Grobdiagnose, übernehmen. Dadurch ist der Einsatz von Grob- und Feindiagnosen erheblich eingeschränkt, denn alle Symptome der Grobdiagnose müssen auch für die Feindiagnosen zutreffen. Die Feindiagnosen unterscheiden sich von ihrer Grobdiagnose durch zusätzliche Symptome, die für die Grobdiagnose noch nicht typisch gewesen sind. Das entsprechende mathematische Modell stellt die Grobdiagnose als "kgV" ihrer Feindiagnosen dar (kgV = kleinstes gemeinsames Vielfache). Falls diese Anforderung an eine Grobdiagnose nicht erfüllt ist, sollte man die Hierarchie durch Zwischendiagnosen implementieren. In MODIS gibt es einige Grobdiagnosen; am Beispiel der Diagnose D69 mit ihren Feindiagnosen D70 und D71 soll diese Implementationsmöglichkeit veranschaulicht werden.

Bei der Konzipierung des Konzepts der Grob- / Feindiagnosen, ist man davon ausgegangen, daß eine Grobdiagnose nur erfahrbare Symptome auswertet. Erst in ihren Feindiagnosen sollten gezielt Technische Untersuchungen durchgeführt werden, die dann zu sicheren Endergebnissen führen. Um in der Auflistung der Endergebnisse Grobdiagnosen als solche erkennen zu können, hat es sich als sinnvoll erwiesen, diese durch das Präfix "Verdacht auf" im Namen zu kennzeichnen. Daß dieses sinnvoll ist, zeigt auch das Beispiel des Sitzungsprotokolls in Abschnitt 5. In der Diagnose D69 wird ein Defekt in der Grundeinstellung des Vergasers diagnostiziert. Dabei können zwei Fehler auftreten, entweder ist die Grundeinstellung zu mager (D70) oder die Grundeinstellung ist zu fett (D71). In D69 werden nur die

Symptome ausgewertet, die auf eine falsche Grundeinstellung des Vergasers hinweisen. Diesen Symptomen wird ein entsprechend hohes Gewicht zugeordnet. Die beiden Feindiagnosen unterscheiden sich dann gerade in ihren typischen Symptomen, aus denen abgeleitet werden kann, daß die Grundeinstellung zu mager oder zu fett ist. Diese beiden Feindiagnosen schließen sich wechselseitig aus, denn ein Vergaser kann entweder zu fett oder zu mager eingestellt sein (jedenfalls bei Einfachvergaser-Anlagen). Aus diesem Grunde erfordern die Symptome der Feindiagnosen in der einen Feindiagnose eine Punkteaddition und in der anderen eine Punktesubtraktion. Die Implementation von Grob- und Feindiagnosen wird durch Angabe der Property "Nachfolger" in der Grobdiagnose, und durch die Angabe der Property "Vorgänger" in den Feindiagnosen durchgeführt. Unter der Property "Nachfolger" wird eine Liste aller Feindiagnosen der Grobdiagnose erwartet, in unserem Beispiel also:

(D70 D71)

Unter der Property "Vorgänger" der Feindiagnosen wird die Angabe des Vorgängers, also im Beispiel der Diagnosen D70 und D71, die Diagnose D69 erwartet.

Wenn man nun die beiden Mechanismen "Zwischendiagnose" und "Grob- / Feindiagnose" miteinander vergleicht, so sollte man sich ihre Verwendung genau überlegen. Der Vorteil der Zwischendiagnosen liegt darin, daß die Auswertung der Nachfolgerdiagnosen unabhängig von der Auswertung der Zwischendiagnose durchgeführt werden kann. Hingegen muß man sich bei der Verwendung von "Grob- / Feindiagnosen" genau überlegen, ob für alle Feindiagnosen alle Symptome der Grobdiagnose mit der Gewichtung in der Grobdiagnose übernommen werden können. Die Implementation der "Grob- / Feindiagnosen" ist vom Aufwand her geringer als bei "Zwischendiagnosen", da die SPEC-Regeln wegfallen, dabei sollten aber nicht die Anforderungen an die "Grob- / Feindiagnosen" übersehen werden. Besondere Beachtung bei der Erstellung der Symptomprofile muß sich wechselseitig ausschließenden Diagnosen geschenkt werden, das Beispiel der Diagnosen D70 und D71 hat dies deutlich gemacht.

3.3.4. Schlußfolgerungen aus Diagnosen

Die schon mehrfach angesprochene Möglichkeit, aus einer ausgewerteten Diagnose Schlußfolgerungen abzuleiten, wird durch das in MODIS verwendete Hierarchiekonzept häufig benutzt. Welche Konsequenz ergibt sich daraus für die Effizienz eines Expertensystems?

Das System aktiviert die Nachfolger einer Zwischendiagnose erst dann, wenn die Zwischendiagnose mindestens wahrscheinlich ist. Dadurch fallen ganze Teilbäume bei der Verdachtsüberprüfung weg, wenn ihre Zwischendiagnosen einer niedrigen Wahrscheinlichkeitsklasse zugeordnet werden. Die Forderung, die sich daraus ergibt, lautet:

Bevor man aus einer untersuchten Diagnose Schlußfolgerungen ziehen darf, sollte diese hinreichend untersucht worden sein, damit sich an der Wahrscheinlichkeit dieser Diagnose im Verlauf einer Sitzung nichts mehr ändert. Die Möglichkeit, daß verfrühte, eventuell falsche Schlußfolgerungen gezogen werden, wird dadurch weitgehend ausgeschlossen.

Welches Kriterium bestimmt, wann eine Diagnose hinreichend untersucht worden ist?

Die Auswertung der Regeln einer Diagnose wird auf Prozeduren verteilt. Die Anforderung lautet dementsprechend: bevor nicht die Prozeduren mit evidenten Regeln ausgewertet worden sind, sollten aus einer Diagnose keine Schlußfolgerungen gezogen werden. Man kann nun einwenden, daß man dementsprechend alle Technischen Untersuchungen durchführen sollte, ehe man Schlußfolgerungen ableitet. Dann hätte man sich aber die mühsame Erarbeitung des Hierarchiekonzepts ersparen können, denn die Technischen Untersuchungen führen zu den Enddiagnosen. So soll ein Expertensystem nicht verstanden werden. Die Idee in MODIS war, soweit wie möglich und so umfassend wie nötig die erfahrbaren Symptome des Benutzers (=Autofahrer) auszuwerten. Mit dieser Information sollte man schon bis zur zweiten Stufe der Hierarchie vordringen können und erst dann sollte mittels einer Technischen Untersuchung der bis dahin überprüfte Verdacht nachgeprüft werden. Das bedeutet, Technische Untersuchungen sollten soweit wie möglich hinausgeschoben werden.

Dabei ist aber zu beachten, daß eine Diagnose, zu der eine Technische Untersuchung gehört, nicht in die Klasse "ausgeschlossen" eingestuft werden darf, ehe nicht die Technische Untersuchung ausgewertet worden ist. Ein Terminierungskriterium in MED1 lautet:

Ausgeschlossene Diagnosen werden nicht weiter untersucht. Damit kann eine ausgeschlossene Diagnose durch die Auswertung einer Technischen Untersuchung nicht mehr korrigiert werden. Die Korrekturfähigkeit von nicht terminierten Diagnosen zeichnet jedoch gerade die Leistungsfähigkeit von MODIS in Verbindung mit MED1 aus.

Das Kriterium für die Schlußfolgerungen liegt wiederum in einer Punktzahl, den Diagnosepunkten. Jede Diagnose besitzt noch ein drittes Konto, das Diagnosekonto. Die Prozeduren einer Diagnose beliefern dieses Konto mit den entsprechenden Diagnosepunkten. Zu den Prozeduren gibt es die optionale Property "Diagpunkte", unter der man jeder Prozedur einen Zahlenwert zuordnen kann, der nach Ausführung dieser Prozedur dem "Diagkonto" gutgeschrieben wird. Wenn dann dieses Diagkonto die Punkteschwelle 100 überschreitet, ist das Kriterium der "hinreichenden" Untersuchung einer Diagnose erfüllt. Es ist also sinnvoll, wenn alle Prozeduren einer Diagnose in der Summe ihrer Diagpunkte die Schwelle von 100 Punkten erreichen.

Das folgende Beispiel soll einmal aufzeigen, wie der Knowledge-Engineer die Diagpunkte sinnvoll ausnutzen kann. Zur Diagnose D61 existieren drei Prozeduren P061a, P061b und P061T60, die dem Diagkonto in der Reihenfolge 80, 30 und 60 Diagpunkte liefern. Diese Reihenfolge der Abarbeitung von Prozeduren einer Diagnose wird vom Knowledge-Engineer in der notwendigen Property "Procfolge" frei festgelegt. Im vorliegenden Beispiel wurde entschieden, daß die Abarbeitung von P061a und P061b ausreicht, um aus der Diagnose Schlußfolgerungen ziehen zu können. Wäre in der Procfolge der Diagnose D61 folgende Reihenfolge festgelegt worden:

(P061T60 P061b P061a),

dann müßten alle drei Prozeduren abgearbeitet werden, ehe eine Schlußfolgerung gezogen werden dürfte, denn nach Abarbeitung der Prozeduren P061T60 und P061b ist das Diagkonto erst auf 90 Punkte angewachsen und hätte somit die Schwelle von 100 Punkten noch nicht erreicht. Falls zu einer Diagnose zwei Prozeduren gehören, wobei sich die zweite auf die Auswertung einer Technischen Untersuchung bezieht, dann sollte man auch erst dann eine Schlußfolgerung aus der Diagnose zulassen, wenn diese Technische Untersuchung wirklich durchgeführt worden ist. Dieses kann man durch die Höhe der Diagpunkte der ersten Prozedur steuern. Falls der hier beschriebene Effekt gewünscht ist, darf die erste Prozedur maximal 99 Diagpunkte liefern. Bei der Anordnung der Prozeduren sind die oben gemachten Ausführungen bezüglich der MODIS-Hierarchie zu berücksichtigen.

3.3.5. Diagnosen mit Prioritäten

Eine weitere optionale Property der Diagnosen ist bisher noch nicht berücksichtigt worden. Jeder Diagnose kann eine Priorität in Form einer positiven ganzen Zahl zugeordnet werden. Bei der Erstellung der Diagnosen, insbesondere in technischen Systemen, ist es sinnvoll Prioritäten zu setzen, um eine Reihenfolge vorzugeben, in der gewisse Diagnosen überprüft werden. Zum Beispiel soll in MODIS zuerst die Zündanlage überprüft werden und erst danach die Vergaseranlage. In der Zündanlage sollte man wiederum erst einmal überprüfen, ob die Kabelverbindungen in Ordnung sind. Das Beispiel des Sitzungsprotokolls in Abschnitt 5 macht dieses deutlich. Eine solche Vorgehensweise ist durch die geschickte Punkteverteilung in den Regeln der entsprechenden Diagnose in Zusammenhang mit den anderen interessanten Diagnosen steuerbar, jedoch ist nicht auszuschließen, daß zwei Diagnosen einer Wahrscheinlichkeitsklasse zugeordnet werden, obwohl eine der beiden wahrscheinlicher ist. Falls nun die wahrscheinlichere eine Priorität besitzt, wird sie bevorzugt vor den anderen Diagnosen der Klasse ausgewertet, indem sie gemäß ihrer Priorität einer höheren Wahrscheinlichkeitsklasse zugeordnet wird. In MODIS besitzt die Diagnose D6 die Priorität 1 und wird somit, falls sie mit anderen Diagnosen einer Wahrscheinlichkeitsklasse zugeordnet worden ist, in die nächst höhere Klasse eingeordnet und damit bevorzugt ausgewertet.

3.4. Implementation von Technischen Untersuchungen

3.4.1. Sinn und Zweck von Technischen Untersuchungen

In 2.2.5. wurden bei der Konzeption des Expertensystems auch die Technischen Untersuchungen eingeführt. Die Auswertung der erfahrbaren Symptome sollte weder zu gesicherten noch zu ausgeschlossenen Diagnosen führen, falls eine Technische Untersuchung durchführbar ist. Vielleicht sind die erfahrbaren Symptome falsch erkannt worden, so daß sie in MODIS zu einer nur bedingt zutreffenden Diagnose geführt haben. Letztendlich soll eine Technische Untersuchung Klarheit verschaffen. Der große Vorteil eines Expertensystems liegt darin, daß auf dem Weg bis zur Durchführung einer Technischen Untersuchung sehr viel Information als Wissen in das System geflossen ist. Durch die Auswertung dieses Wissens kann eine Vielzahl von Technischen Untersuchungen als überflüssig ausgeschaltet

werden, da der bisher überprüfte Verdacht nur noch die Durchführung einiger weniger, vielleicht nur einer Technischen Untersuchung erfordert. So wie das System im Verlauf einer Sitzung an den Benutzer gezielt Fragen stellt, um einen Verdacht zu überprüfen, so fordert das System auch gezielt Technische Untersuchungen an. Bei einer solchen Anforderung zeigt das System dem Benutzer auf, für welche Diagnosen die Technische Untersuchung durchführbar ist. Sollte eine Technische Untersuchung überhaupt nicht durchführbar sein, dann kann der Benutzer dieses auch angeben und MODIS kommt zu Endergebnissen, die nur auf der Auswertung erfahrener Symptome beruhen. Von diesen Endergebnissen darf man aus den eben genannten Gründen nicht erwarten, daß sie der Wahrscheinlichkeitsklasse "gesichert" angehören. Die Auflistung aller Diagnosen, auf die diese vorgeschlagene Technische Untersuchung anwendbar ist, gibt dem Benutzer die Möglichkeit, eigene Verdachtsmomente mit zu überprüfen, indem er die entsprechende Diagnosenummer angibt, bzw. den entsprechenden Code. Diese Frage, ob die Technische Untersuchung weitergehend ausgewertet werden soll, generiert das System selbst. Die Fragen sind durch die Fragenummer "FT<Nr.der.Techn.Unters.>" gekennzeichnet. Um diese Frage generieren zu können, ist die Implementation einer Technischen Untersuchung recht aufwendig.

3.4.2. Implementation von Technischen Untersuchungen

Ehe man eine Technische Untersuchung implementieren kann, muß man die Prozeduren implementieren, deren Regeln die Symptome dieser Technischen Untersuchung für eine Diagnose auswerten. An den Namen dieser Prozeduren sind gewisse Bedingungen geknüpft:

Wie bei allen Prozeduren beginnen auch die Namen der Prozeduren der Technischen Untersuchungen mit 'P', gefolgt von der Diagnosenummer, zu der sie gehören - in MODIS dreistellig, mit führenden Nullen -, sodann folgt die Kennung der Technischen Untersuchung, ein 'T', gefolgt von der Nummer der Technischen Untersuchung. Zu dieser Prozedurnummer gehört als einzige notwendige Property der Name, der den Namen der Diagnose beinhalten sollte und einen Hinweis auf die Technische Untersuchung. Die optionalen Properties einer Prozedur zu einer Technischen Untersuchung werden später implementiert.

Nun kann man die Technische Untersuchung selbst implementieren, indem ihre notwendigen Properties angegeben werden. Dieses soll anhand der Technischen Untersuchung T50 aus MODIS beispielhaft vorgeführt werden. Bei der Technischen Untersuchung T50 handelt es sich um die Durchführung eines Motortests unter Verwendung eines

Motordiagnosegerätes. Der Name dieser Technischen Untersuchung lautet "Oszi.Test". Zu den notwendigen Properties einer Technischen Untersuchung gehört die Bestimmung des Aufwandes zur Durchführung dieser Technischen Untersuchung. Der Aufwand wird als negative Zahl angegeben und setzt somit eine noch zu bestimmende Schwelle, ähnlich der aus 3.3.4. "Schlußfolgerungen aus Diagnosen", hoch. Diese Zahl ist vom Knowledge-Engineer zu bestimmen, im Falle "Oszi.Test" ist sie NULL. Jedoch ist die Durchführung der Technischen Untersuchung "Sichtkontrolle Zündkerzen" mit dem erheblichen Aufwand des Ausbaues der Zündkerzen verbunden. Es ist allerdings auch möglich, daß eine Technische Untersuchung gar nicht durchführbar ist, im Falle des "Oszi.Tests" muß der Motor laufen, da sonst die Durchführung dieser Technischen Untersuchung recht aussichtslos wäre. MODIS erkennt solche aussichtslosen Fälle durch Angabe der Property "Kontras". In dieser Property sind solche Symptome anzugeben, die die Durchführung einer Technischen Untersuchung ausschließen. Im Falle "Oszi.Test" ist dieses das Symptom (F31 W4) : Motor springt überhaupt nicht an. Schließlich müssen noch alle die Prozeduren angegeben werden, deren Regeln die Symptome der Technischen Untersuchung auswerten. Die Property "possible" erwartet hier die Eingabe einer Liste:

(P060T50 P061T50 ... P128T50)

Damit sind alle Properties einer Technischen Untersuchung angegeben, so daß jetzt nur noch die optionalen Properties der Prozeduren zu Technischen Untersuchungen fehlen. Die erste optionale Property "Diagpunkte" ist in dem Abschnitt 3.3.4. Schlußfolgerungen aus Diagnosen hinreichend erklärt worden, so daß die Property "Vorbedingung" übrigbleibt. Da die Durchführung einer Technischen Untersuchung mit einem gewissen Aufwand verbunden ist, sollte ihre Durchführung wiederum gut überlegt sein, daß heißt für das System: es sollten genügend relevante Anforderungen für die Durchführung einer Technischen Untersuchung vorliegen. Jede Technische Untersuchung besitzt ein Anforderungskonto, dessen Schwelle - "genügend Anforderungen" bei 100 Punkten liegt. Diese Schwelle kann durch die Property "Aufwand", jeder Technischen Untersuchung individuell angepaßt werden. Die nun zu klärende Frage lautet:

Wer kann eine Technische Untersuchung anfordern und mit welchem Nachdruck?

Dieses macht das Steuersystem in MED1. Durch die Angabe der "Procfolge" kann der Knowledge-Engineer den Zeitpunkt in gewissen Grenzen bestimmen. Den "Nachdruck" der Anforderung kann der Knowledge-Engineer bestimmen, indem er die Punkte festlegt, die dazu beitragen, daß das Anforderungskonto der Technischen Untersuchung die erforderliche Schwelle erreicht. Diese Punktezahlen werden in der Property "Vorbedingung" angegeben, deren erste Komponente die Nummer der Technischen Untersuchung angibt, damit die Punkte dem Punktekonto der richtigen Technischen Untersuchung zugewiesen werden. An dieser Stelle wird nun wieder eine Schlußfolgerung aus der Diagnose gezogen, denn die

Anforderungspunkte sollen in Abhängigkeit der erreichten Wahrscheinlichkeitsklasse der Diagnose vergeben werden. Die drei anzugebenden Punktezahlen beziehen sich der Reihenfolge entsprechend auf die Wahrscheinlichkeitsklassen "neutral", "wahrscheinlich" und "höchstwahrscheinlich". Eine Vorbedingung einer Prozedur zu der Technischen Untersuchung T50 hat dann folgende Form:

(T50 40 50 60)

3.5. Implementation von Zwischenvariablen

3.5.1. Sinn und Zweck von Zwischenvariablen

Ein weiteres Hilfsmittel, welches MED1 zur Verfügung stellt, sind Zwischenvariablen. Mit ihnen lassen sich die arithmetischen Operationen:

Addition
Subtraktion
Multiplikation und
Division

durchführen. Daher sind Zwischenvariablen als Zählvariablen oder auch zur Normierung von eingelesenen Werten verwendbar. Im folgenden werden diese beiden Möglichkeiten an zwei Beispielen erläutert.

3.5.2. Zwischenvariablen als Risikofaktorenzähler

In MODIS existiert die Zwischenvariable Z02101 als Risikofaktorenzähler der Diagnose D21 = "Defekte Zylinderkopfdichtung".

Um eine defekte Zylinderkopfdichtung zu diagnostizieren, reicht es nicht aus, die entsprechenden Symptome hoch zu bewerten, so daß die Diagnose der Wahrscheinlichkeitsklasse "höchstwahrscheinlich" oder "gesichert" zugeordnet wird. Es ist zusätzlich notwendig die Symptome zu zählen, d.h. man muß bei der Diagnose berücksichtigen, welche Symptome vorliegen. Ein Symptom ist typischer als ein anderes und erst aus der Summe aller Symptome läßt sich eine Diagnose sicherer ableiten. Es gibt Gruppen von Symptomen, deren

gemeinsames Auftreten für die Diagnose typischer ist als durch die Summe ihrer einzelnen Diagnosticspunkte zum Ausdruck kommt. Die Zwischenvariable wird nun als Risikofaktorenzähler benutzt, indem sie hoch- und heruntergezählt werden kann. Falls ein Symptom vorhanden ist, bewirkt dieses neben der üblichen Auswertung eine Veränderung der Zwischenvariable. Somit existieren zu jeder Zwischenvariablen Regeln, die diese verändern. Der Konditionsteil einer solchen Regel beinhaltet das entsprechende Symptom und im Aktionsteil wird eine Veränderung des Wertes der Zwischenvariablen bewirkt. Zusätzlich müssen noch Regeln implementiert werden, die die Zwischenvariable auswerten, und zwar in Abhängigkeit ihres aktuellen Wertes. Am Ende der Abarbeitung einer Prozedur, die zu der entsprechenden Diagnose gehört, werden die Auswertungs-Regeln der Zwischenvariablen ausgeführt. Somit wird eine abschließende Korrektur der Diagnose vorgenommen, bevor aus der Diagnose Schlußfolgerungen gezogen werden können. Damit ergibt sich die Forderung, daß die Symptome, die den Wert der Zwischenvariablen bestimmen, auch in der Prozedur erfragt werden, in der die Zwischenvariable ausgewertet wird. Im Beispiel der Zwischenvariable Z02101 von MODIS wird die Höhe der Zwischenvariable u.a. durch das Ergebnis einer Ölstandsmessung bestimmt.

In der Frage F2201 wird nach den Umständen der Ölstandsmessung gefragt,

- W1 - vor dem Kaltstart
- W2 - an einer Tankstelle / kurz nach Motorstop
- W3 - bei laufendem Motor
- W4 - später als eine 1/2 Std. nach Motorstop

Je nach gegebener Beantwortung wird die Zwischenvariable wie folgt verändert:

- (F2201 W1) +2 Punkte
- (F2201 W2) -2 Punkte
- (F2201 W3) -4 Punkte
- (F2201 W4) +1 Punkt

Die Regeln, die nun das Punktekonto einer Zwischenvariablen auswerten, arbeiten nach dem Prinzip "Schlußfolgerungen aus einer Zwischenvariablen". Im Konditionsteil einer solchen Regel muß ein Intervall angegeben werden, wie es auch schon bei den Schlußfolgerungen aus Diagnosen der Fall gewesen ist. Falls die Höhe des Punktekontos des Risikofaktorenzählers in dieses Intervall fällt, wird der Aktionsteil ausgeführt, und somit eine Korrektur der Diagnosewahrscheinlichkeit durchgeführt. Die nachfolgende Abbildung 3 soll die Wirkungsweise des Risikofaktorenzählers Z02101 veranschaulichen:



Abb. 3

3.5.3. Zwischenvariablen als Basis für arithm. Operationen

Eine weitere Möglichkeit, eine Zwischenvariable sinnvoll einzusetzen, liegt in ihrer Verwendung als Normierungsvariable. MODIS ist in der Lage mehrere Autotypen zu diagnostizieren, dabei muß auch der unterschiedlich hohe Benzinverbrauch der einzelnen Typen berücksichtigt werden, falls der Auswertung des Benzinverbrauches nur ein Schema zugrunde liegt. In MODIS ist das der Fall. Dementsprechend muß die Angabe des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauches normiert werden. Dazu eignet sich vorzüglich eine Zwischenvariable, auf der man die typenspezifische Normierung durchführt. MODIS ist nun in der Lage, den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch wesentlich umfassender auszuwerten, da zusätzlich die Fahrstrecke berücksichtigt wird. Damit wird der Forderung Rechnung getragen, daß ein Wagen, der hauptsächlich im Kurzstreckenbetrieb eingesetzt wird, mehr Kraftstoff verbraucht, als ein Fahrzeug, das über lange Strecken gefahren wird.

Analog zu dem Risikofaktorenzähler müssen auch hier die Auswertungsregeln erstellt werden. Erheblich komplizierter ist die Entwicklung der Normierungsregeln in denen die arithmetischen Operationen durchgeführt werden. Der Konditionsteil einer solchen Normierungsregel umfaßt alle zu berücksichtigenden Symptome, im Fall des normierten Kraftstoffverbrauches also:

- Fahrzeugtyp
- Einsatzbedingungen
- durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch.

Falls der Konditionsteil zutrifft, d.h. der Benutzer muß präzise Angaben über die Höhe des Kraftstoffverbrauches machen können, dann wird im Aktionsteil eine Normierung vorgenommen. Im Aktionsteil wird vorgeschrieben, in welcher Weise der angegebene Wert des Kraftstoffverbrauches verändert werden soll, und daß dieser Wert dann der Zwischenvariablen gutgeschrieben wird, die ja schließlich ausgewertet werden soll.

Zuvor muß jedoch erst die Zwischenvariable implementiert werden. Eine Zwischenvariable ist durch ihre Nummer gekennzeichnet, die mit "Z" beginnen muß und dann von einer Zahl gefolgt wird. Gemäß der in MODIS getroffenen Konvention

(21) stellt die Nummer einer Zwischenvariable einen Bezug zu ihrem Inhalt her, im Fall des Risikofaktorenzählers ist die Nummer entsprechend der Konvention der Regelnumerierung aufgebaut und im vorliegenden Fall bezieht sich die Nummer auf die Fragennummer F2131 - "Kraftstoffverbrauch / 100"Km". Der Name der Zwischenvariable sollte ihren Zweck widerspiegeln, also im Fall der Zwischenvariable Z2131 - "normierter Kraftstoffverbrauch". Nach der zu erstellenden Normierungsfunktion ergibt sich dann eine Regel wie folgt:

R213102

```
Konditionsteil: ((F02 w1)
                  (F0801 w1)
                  (F2131 0 99)
                  oder
                  (F02 W2)
                  (F0801 W1)
                  (F2131 0 99))
```

```
Aktionsteil: ((CADD Z2131 (SUB F2131 2)))
```

In der Frage F02 wird der Fahrzeugtyp bestimmt, in der Frage F0801 die Einsatzbedingungen, hier hauptsächlich Kurzstrecke, und im Symptom (F2131 0 99) wird das maximale Intervall angegeben, in dem sich der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch bewegen sollte (22). Durch das Schlüsselwort "CADD" wird dem System mitgeteilt, daß im Aktionsteil eine arithmetische Operation durchzuführen ist, entsprechend dem letzten Listenausdruck in Umgekehrter Polnischer Notation.

3.6. Der Mechanismus "Sonstprocs"

Unter der optionalen Property "Sonstprocs" einer Diagnose muß eine Liste von Prozeduren angegeben werden, die Regeln einer Technischen Untersuchung auswerten. Bei dem Mechanismus "Sonstprocs" handelt es sich um die Aktivierung einer Prozedur durch den Benutzer von MODIS. Um dieses näher zu erklären, soll an dieser Stelle nochmals das bisher betrachtete Beispiel aufgegriffen werden:

Nachdem der Autofahrer seine Sitzung mit MODIS beendet hat, wird dem Kfz-Mechaniker die Durchführung einer Technischen Untersuchung vorgeschlagen. Dieses geschieht durch eine

(21) siehe 2.3. Nomenklatur.

(22) siehe auch 3.7.2. Quantitative / qualitative Fragen.

(23) siehe auch 5. Ein Sitzungsbeispiel mit MODIS

systemgenerierte Frage "FT<Nr.der.T.U.>" (23). Der Kfz-Mechaniker kann diese Frage sofort beantworten, falls die Technische Untersuchung nicht durchführbar ist. Ansonsten sollte er die Technische Untersuchung durchführen und mit den Auswertungsergebnissen der Technischen Untersuchung die Sitzung mit MODIS fortführen. Falls er während der Auswertung der Technischen Untersuchung auf bisher nicht berücksichtigte Diagnosen trifft, dann sollte er seinen Verdacht dem System mitteilen, indem er angibt, auf welche Diagnosen diese Technische Untersuchung zusätzlich ausgewertet werden sollten. Das Sitzungsbeispiel in Abschnitt 5 zeigt einen solchen Fall auf.

Unter der Property "Sonstprocs" sollten nun die Prozeduren aufgeführt werden, die sich auf eine Diagnose beziehen, die durch die Technische Untersuchung diagnostiziert werden kann. Eine solche Herleitung stellt jedoch eine Ausnahme dar. Eine andere Möglichkeit einer seltenen Diagnoseherleitung über Technische Untersuchungen kann mit Hilfe der FADD-Regeln implementiert werden. In FADD-Regeln können Schlußfolgerungen aus Diagnosen gezogen werden. Die Regel R06005 liefert dafür ein Beispiel:

R06005

Konditionsteil: ((D70 6 7)
(F33 W4))

Aktionsteil: ((FADD D60 200))

Ergänzend zu den Ausführungen in 3.2.3.3.2. "FADD - Regeln" sei an dieser Stelle zur Implementation der Regel R06005 folgendes nachgeholt:

Die zusätzliche Anforderung an FADD-Regeln, die in ihrer forward-Auswertung (24) liegt, erfordert die Bindung der Symptome an ihre Regel. Wie wird nun die Schlußfolgerung aus einer Diagnose, die in einer FADD-Regel als Symptom des Konditionsteiles auftritt, an diese Regel gebunden?

Dieses geschieht durch die Angabe der Regelnummer in der Property "Seiteneffekt" der Diagnose, aus der die Schlußfolgerung gezogen wird. Daher ist in der Diagnose D70 unter "Seiteneffekt" die Regelnummer R06005 angegeben.

(24) siehe [PU 83] forward- / backward-reasoning.

3.7. Implementation der Fragen

3.7.1. Die Mechanismen "AF" und "WF"

Den Abschluß des Kapitels 3 und somit auch den Abschluß der Implementation des Expertensystems, bilden die Fragen. Im folgenden sollen die Mechanismen erläutert werden, die es ermöglichen, das Hierarchiekonzept der Fragen zu implementieren.

MED1 arbeitet nach der Verdachtsgenerierung zielgerichtet, d.h. MED1 stellt dem Benutzer Fragen in der Reihenfolge, wie es die Antworten zur Auswertung der entsprechenden Regeln benötigt. Würde man nun das Fragenstellen durch MED1 nicht steuern können, dann wäre die Fragenfolge für den Benutzer höchst unverständlich. Aus diesem Grunde ist ein "natürliches Frageverhalten" erwünscht, wie es ja schon in vorangegangenen Abschnitten angeschnitten worden ist. Der Knowledge-Engineer kann ein "natürliches Frageverhalten" durch die beiden optionalen Mechanismen "Askfirst" (AF) und "Weiterfragen" (WF) nachbilden. Bei der Verwendung dieser beiden Mechanismen ist allerdings auch daran zu denken, daß die Effizienz des Systems nicht darunter leidet, daß zu viele überflüssige Fragen gestellt werden. Eine optimale Zusammenstellung einer Frage berücksichtigt also den Inhalt und den Umfang einer Frage, wie auch ihre Einbettung in die Fragehierarchie.

Der Mechanismus "AF" verknüpft eine Frage mit einer Vorbedingung. Der Mechanismus "WF" bewirkt das Stellen einer Folgefrage, gebunden an eine bestimmte Antwortalternative. Diese beiden Mechanismen sind ausreichend, um eine Fragehierarchie mit "natürlichem Frageverhalten" zu implementieren. Das nachfolgende Beispiel soll die Stärke dieser beiden Mechanismen veranschaulichen. Die Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt aus der Fragehierarchie von MODIS. Die gesamte Fragehierarchie ist den einzelnen Fragen zu entnehmen, da zu der Auflistung der Fragen auch die Angabe der "AF"- und "WF"-Fragen gehört, soweit diese Mechanismen verwandt worden sind.

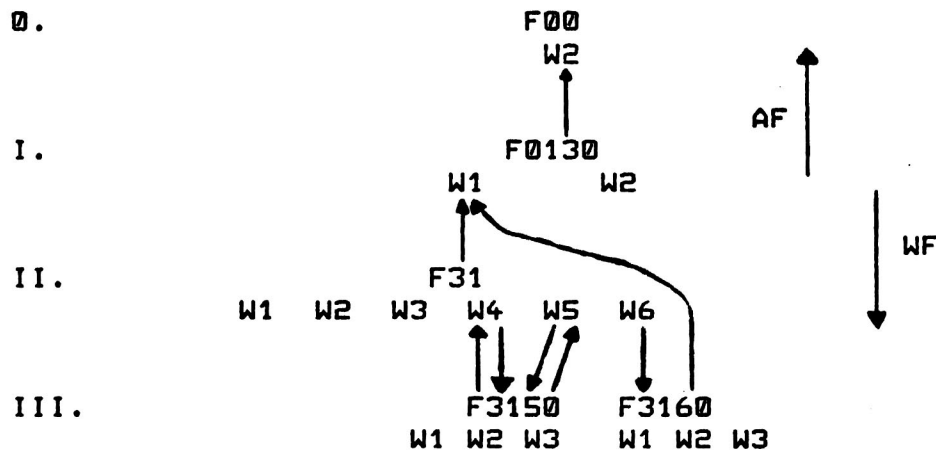


Abb.4

Die Kernfrage dieses Hierarchieausschnitts ist die Frage F31, die sich auf eine Beanstandung bzgl. Motorstart bezieht. Die Frage F31 lautet:

Welche der folgenden Aussagen trifft für das Startverhalten ihres Fahrzeuges zu?

- W1 - Motor springt kalt schlecht an
- W2 - Motor springt warm schlecht an
- W3 - Motor springt heiß schlecht an
- W4 - Motor springt überhaupt nicht an
- W5 - Motor springt ab und zu nicht an
- W6 - Motor springt nur durch Anschieben an

Es ist nun nicht sinnvoll, jedem Benutzer diese Frage zu stellen, besonders dann nicht, wenn sein Auto problemlos anspringt. Aus diesem Grunde existiert eine übergeordnete Frage, an die diese Frage F31 durch den Mechanismus "AF" gebunden ist. Die übergeordnete Frage F0130 bezieht sich auf eine Beanstandung bzgl. Motorstart/-stop und gehört wie auch F00 zu den Übersichtsfragen (25). Die Frage F0130 lautet:

Haben Sie Probleme mit Motorstart / -stop?

- W1 - Beanstandungen bzgl. Anlaßvorgang
- W2 - Beanstandungen bzgl. Abschalten

Der Benutzer kann bei jeder Frage die Antwortalternative W0 angeben. W0 wird vom System standardmäßig erzeugt und hat die Bedeutung, daß keine der vorgegebenen Alternativen zutrifft, bzw. die Frage verneint wird. Die Vorbedingung der Frage F31 ist an die Antwortalternative W1 der Frage F0130

(25) siehe 3.7.4. FIRST - Übersichtsfragen in MED1

geknüpft. Dementsprechend wird die optionale Property "Askfirst" der Frage F31 mit

(F0130 W1)

angegeben. Auf der anderen Seite fragt man sich nach den Umständen zu den Alternativen W4 bis W6 der Frage F31. Diese Umstände werden in den beiden Folgefragen F3150 und F3160 beleuchtet. An dieser Stelle sei nochmals auf die Konvention der Numerierung der Fragen hingewiesen. Aus der Fragenummer F3160 läßt sich ablesen, daß es sich bei dieser Frage um eine Folgefrage zu (F31 W6) handelt. Aus der Fragenummer F3150 kann man jedoch nicht ablesen, daß es sich dabei auch um eine Folgefrage aus (F31 W4) handelt. Diese Problematik steigt mit wachsender Hierarchie und ausgiebiger Benutzung des Mechanismus "WF".

Die Benutzung der Mechanismen "AF" und "WF" kann unter Umständen auch den Informationsgehalt eines Symptoms erheblich steigern. Auch dieses soll am Beispiel der Fragen aus Abb. 4 gezeigt werden. Wie man sieht, ist die Frage F3150 sowohl durch den Mechanismus "AF" wie auch "WF" mit den Antwortalternativen W4 und W5 der Frage F31 verbunden. Hingegen ist die Frage F3160 durch den Mechanismus "WF" zu einer Folgefrage für (F31 W6) geworden, jedoch nicht an diese sondern an (F0130 W1) durch "AF" gebunden. Daraus ergeben sich für das Steuersystem MED1 folgende Konsequenzen:

1. Die Frage F3150 kann nur in Verbindung mit F31 gestellt werden.
2. Die Frage F3160 ist nicht an F31 gebunden, sondern nur an (F0130 W1), wie auch F3150 - über F31.

Bei der Auswertung der Symptome ist folgendes zu beachten: Falls eine Regel die Symptome der Frage F3150 auswertet, dann kann sie davon ausgehen, daß (F31 W4) oder (F31 W5) angegeben worden ist. Die Betonung liegt hier auf "oder", denn es ist auch möglich, die Vorbedingung dahingehend zu verschärfen, daß beide Antwortalternativen gegeben sein müssen. Der Knowledge-Engineer hat hier im einzelnen zu entscheiden. Im Fall der Frage F3150 wurde die Property "AF" wie folgt angegeben:

((F31 W4) oder (F31 W5))

Hingegen kann man bei der Bewertung der Symptome aus F3160 nicht davon ausgehen, daß auch die Frage F31 gestellt worden ist. Je nach Absicht des Knowledge-Engineers benötigt er diese Frage vielleicht nur in Verbindung mit der Frage F0130 und deren Antwort W2.

Diese Beispiele haben veranschaulicht, welche Möglichkeiten die beiden Mechanismen "AF" und "WF" dem Knowledge-Engineer bei der Erstellung der Fragehierarchie zur Darstellung eines

"natürlichen Frageverhaltens" bieten. Abschließend sei noch das Format zur Implementation des "WF"-Mechanismus angegeben. Dabei muß die Antwortalternative an erster Stelle angegeben werden und dann alle Folgefragen:

```
((W1 Fx1 Fx2 ... Fxn)
 (Wj Fy1 Fy2 ... Fym))
```

wobei W_i und W_j existierende Antworten einer Frage sein müssen und entsprechend müssen auch die Folgefragen Fx_1, \dots, Fx_n und Fy_1, \dots, Fy_m existieren.

3.7.2. Quantitative / qualitative Fragen

MED1 unterscheidet bei der Formulierung der Fragen zwischen quantitativen und qualitativen Fragen. Grundsätzlich ist dem Knowledge-Engineer freigestellt, wie er eine Frage formuliert. Im Prinzip kann jede quantitative Frage auch qualitativ gestellt werden. Wenn zum Beispiel in der Frage F2131 nach dem durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch auf 100Km Fahrstrecke gefragt wird, erwartet das System bei quantitativer Formulierung die Angabe einer ganzzahligen positiven Zahl, wohingegen bei qualitativer Formulierung die Angabe einer Antwortalternative erwartet wird. Die qualitative Formulierung muß dem Benutzer Intervalle vorgeben, denen er seinen ermittelten Durchschnittsverbrauch zuordnen kann.

Die Auswertung einer qualitativen Frage geschieht durch Angabe der Symptome in einer Regel. Die Auswertung einer quantitativen Frage geschieht durch Angabe der gewählten Intervallgrenzen. Die Frage F2131, die den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch ermittelt, ist quantitativer Natur. Das Beispiel der Zwischenvariablen Z2131 hat dieses deutlich gezeigt. Um eine Antwort über eine Zwischenvariable zu manipulieren, ist es sinnvoll diese Antwort durch eine quantitative Frage zu ermitteln. Man kann Zwischenvariablen auch auf qualitativen Fragen aufbauen, wenn in MED1 das Schlüsselwort "ergänze" statt "CADD" angegeben wird.

In MODIS überwiegen die qualitativen Fragen, denn es ist für den Benutzer viel einfacher aus einer vorgegebenen Liste das oder die Symptome auszuwählen, die seinen Erfahrungen entsprechen. Außerdem kann er aus der Übersicht der angebotenen Antworten erkennen, welches Gebiet eine Frage abdeckt. Dieses Problem des Umfanges und der Tragweite einer Frage stellt sich dem Knowledge-Engineer bei der Entwicklung der Fragen generell. Dabei sollte der Knowledge-Engineer berücksichtigen, daß die Fragen auf die Benutzergruppe abgestimmt sind. Falls das Expertensystem zum Einsatz kommen

sollte, dann hängt sein endgültiger Erfolg von der Beantwortbarkeit der gestellten Fragen durch die Benutzergruppe ab.

Bei der Implementation der quantitativen Fragen muß die notwendige Property "numerisch" mit "true" angegeben werden. Bei qualitativen Fragen bewirkt die Eingabe "-" das Setzen der Property "Numerisch" auf "nil".

3.7.3. Fragetext und Wertebereich von Fragen

Weitere notwendige Properties einer jeden Frage sind der Name der Frage, der Fragetext und der Wertebereich, wobei dieser bei quantitativen Fragen entfällt.

Die Implementation einer Frage beginnt mit der Angabe der Fragenummer, die mit einem "F" beginnen muß und in MODIS den vereinbarten Konventionen entspricht. Daraufhin folgt der Fragetext, der in Form einer Liste von Strings eingegeben wird. Der Fragetext der Frage F0130 hat dann folgendes Format:

("Haben Sie Probleme mit Motorstart / -stop?")

Danach folgt die Festlegung auf quantitative oder qualitative Frage, der dann die Implementation des Wertebereiches folgt. Bei quantitativen Fragen wird dieser durch "-" angegeben, bei qualitativen Fragen schließt "-" die Eingabe des Wertebereichs ab. Die Implementation des Wertebereichs ist recht aufwendig, da jede Antwortalternative aus drei Komponenten besteht, die jeweils einem bestimmten Format genügen müssen. Die erste Komponente ist notwendig, die zweite und dritte dagegen optional. Bei der ersten handelt es sich um die Kurzcharakterisierung der Antwort, die als ein String angegeben werden muß. Die zweite Komponente ist in MODIS nicht implementiert, d.h. durch Eingabe von "-" übergangen worden. Bei der zweiten Komponente handelt es sich um einen Kommentar zur Kurzcharakteristik, in dem Fachfremdworte übersetzt werden können. Hingegen ist die dritte Komponente in MODIS ausgiebig implementiert worden. Es handelt sich dabei um eine Präzisierung der Kurzcharakteristik der Antwort. Falls eine solche vorhanden ist, dann wird diese durch einen Stern vor der Kurzcharakteristik angezeigt. Durch den Befehl "a" kann sich der Benutzer während einer Sitzung diese Erläuterung ausdrucken lassen. Besonders bei der erstmaligen Benutzung eines Expertensystems ist diese dritte Komponente sehr wichtig, denn der Benutzer kann u.U. nicht absehen, was die Kurzcharakteristik alles umfaßt. Auch zum eigentlichen Fragetext kann der Knowledge-Engineer eine zusätzliche Erläuterung geben, um die Frage zu motivieren. Falls diese optionale Property "Erklärung" vorhanden ist, wird dieses durch einen Stern vor der Frage angezeigt. Durch den Befehl "e" wird diese Erklärung ausgedruckt. Die noch fehlenden

optionalen Properties "Askfirst" und "Weiterfragen" sind in 3.7.1. - 'Die Mechanismen "AF" und "WF"' angegeben worden. Zu jeder Frage generiert das System eigenständig eine Antwort "W0", die der Benutzer angeben kann, falls keine der vorgegebenen Antworten zutrifft, oder falls eine Antwort mit "NEIN" beantwortet werden soll.

Der Benutzer hat eine weitere Möglichkeit, die Bedeutung einer Antwort abzuschwächen, indem er sie gefolgt von einem "?" eingibt. Damit erklärt er die Antwortalternative als "möglich" oder "bedingt zutreffend". Von dieser Möglichkeit sollte nur in Ausnahmefällen Gebrauch gemacht werden. Der Benutzer sollte vielmehr genauer beobachten, um präzise Aussagen treffen zu können. Damit kann die Eingabe der "ALPHAs" abgeschlossen werden, so daß das System fast vollständig ist.

3.7.4. FIRST - Übersichtsfragen in MED1

Es fehlt noch die Initiierung des Expertensystems. Zu Beginn einer Sitzung stellt das System Übersichtsfragen, die zur Verdachtsgenerierung global ausgewertet werden. Bei der Generierung der SPEC-Regeln ist schon einmal darauf hingewiesen worden (26). Dem System müssen diese Fragen explizit mitgeteilt werden, und zwar in Form einer Liste mit dem Namen FIRST. In dieser Liste müssen auch die Regelnummern angegeben werden, die zur Verdachtsgenerierung notwendig ausgewertet werden sollen. Damit kann die Eingabe der Daten, die zur Erstellung eines Expertensystems benötigt werden, abgeschlossen werden, und man kann zur Testphase übergehen, in der sich sehr schnell herausstellen wird, wie sorgfältig das Expertensystem am "Schreibtisch" durchdacht worden ist.

3.8. Lexikon

MED1 bietet schließlich noch ein Lexikon an. Für MODIS wurde dieses jedoch nicht implementiert, da keine ungebrauchlichen Fachausdrücke benutzt worden sind. Sollte sich jedoch herausstellen, daß ein Lexikon benötigt wird, kann dieses jederzeit angefügt werden.

(26) siehe 3.2.3.2. SPEC - Regeln.

4. Erfahrungen mit MODIS

Während der Entwicklung von MODIS hat sich der persönliche Kontakt zu einem Kfz-Meister als sehr vorteilhaft erwiesen, denn die Feinabstimmung der Bewertung in den einzelnen Regeln erfordert besonders bei selten auftretenden Diagnosen ein hohes Maß an Berufserfahrung, um ein in allen Fällen zutreffendes Ergebnis zu erhalten. In der Testphase haben sich besonders die Beispiele als ergiebig gezeigt, die nicht konstruiert worden sind und deren Ergebnis bekannt war, so daß mit der erstellten Diagnose eine Beurteilung von MODIS einherging. Während der Testphase lagen ca. 20 solcher Beispielfälle vor, die nach einer Datenänderung auf ihre Konsistenz hin überprüft werden konnten. Die Bedeutung der Regeln, die negative Punkte verteilen, wird erst in der Testphase deutlich. In MODIS zeigte sich dieses mit Ausbau und Verfeinerung der negativ evidenter Regeln durch Reduktion der Anzahl der überprüften Diagnosen. Hinzu kam, daß die Kluft zwischen zutreffenden Diagnosen und nicht zutreffenden Diagnosen größer wurde.

Bei der Feinabstimmung des Systems stellt sich dem Knowledge-Engineer immer wieder die Frage, wo soll eine Änderung vorgenommen werden? Er hat die Möglichkeit, die Punktebewertung in einer Regel abzuändern oder aber auch das Auswertungsschema zu ändern. Hierbei können u.U. zwei Testläufe mit verschiedenen Beispielen weiterhelfen.

Als sehr benutzerfreundlich hat sich MED1 erwiesen. Die in MED1 vorhandene Erklärungskomponente wird im Beispiel des Abschnitts 5 umfassend vorgeführt. Zu dieser Erklärungskomponente gehört nicht nur das Auflisten von Erklärungen, sondern auch das Begründen der einzelnen Schritte, die MED1 vollzieht. Schließlich endet eine Sitzung mit MODIS mit der Ausgabe aller gestellten Diagnosen, wie auch deren Begründungen. Diese Begründungen listen alle Diagnosen mit ihren ausgewerteten Regeln auf.

Die Leistungsfähigkeit von MODIS wird auch unter Fachleuten nicht angezweifelt. Ihre Kritik geht dahin, daß sich ein Einsatz eines solchen Systems im Reparaturalltag nur schwerlich durchführen lassen. Auch hängt ein erfolgreicher Einsatz von der Benutzung durch den Kunden ab. Ob dieser von den Fragen in MODIS überfordert ist, kann noch nicht beurteilt werden. Daß sich der Einsatz eines solchen Expertensystems auch für den Autohersteller lohnen würde, soll folgende Überlegung aufzeigen. Neben der schnellen Diagnosebestimmung durch die detaillierte Auswertung der Kundeninformation könnte ein Autohersteller nach der Einführung eines neuen Modells in sehr kurzer Zeit die

Kinderkrankheiten des neuen Modells feststellen und damit sehr schnell darauf reagieren. Da die Symptome in MODIS in den Antwortalternativen vorgegeben sind, läßt sich ein Defekt, der von einer Vielzahl von Benutzern angegeben wird, und der in der Werkstatt entsprechend behoben worden ist, leicht als "Kinderkrankheit" diagnostizieren. Dazu müßte MODIS noch um eine Komponente ergänzt werden, in der der tatsächlich behobene Defekt ausgewertet wird. Bei einem entsprechenden Ausbau dieser Komponente könnte man das System selbstjustierend ausbauen. Dazu müßte der Kfz-Spezialist dem System neben der tatsächlich zugetroffenen Diagnose auch die seiner Meinung nach evidenten Symptome mitteilen. Falls der Durchsatz im System entsprechend hoch ist, kann man diese Angaben als Grundlage zur Punktbewertung in den einzelnen Regeln einer Diagnose heranziehen, so daß sich das System den aktuellen Gegebenheiten anpassen kann.

Weiterhin kann man sich einen Einsatz von MODIS in der Lehrlingsausbildung als Simulator vorstellen, an dem einmal aufgetretene Fälle nochmals durchgespielt werden können. Diese Beispiele zeigen, wie umfangreich ein Expertensystem wie MODIS eingesetzt werden kann.

5. Ein Sitzungsbeispiel mit MODIS

5.1. Einleitung zum Sitzungsprotokoll

Das folgende Sitzungsprotokoll basiert auf dem in den vorausgegangenen Abschnitten zitierten Beispiel. Der Autofahrer beanstandet also im wesentlichen klopfende Geräusche und Zündaussetzer bei hohen Drehzahlen. Gelegentlich geht der Motor auch beim Bremsen aus. Er beginnt die Sitzung mit MODIS durch Eingabe der erfahrenen Symptome, wobei alles auf einen Fehler in der Zündanlage hinweist, nämlich auf eine oder mehrere defekte Zündkerzen. Die sich anschließende Technische Untersuchung "T50" bestätigt diesen Verdacht, so daß die Technische Untersuchung "Sichtkontrolle der Zündkerzen" (=T66) endgültige Klarheit verschaffen soll. Bei dieser Sichtkontrolle stellt sich aber heraus, daß die als defekt vermutete Zündkerze in Ordnung ist. Der Defekt ist also noch nicht richtig diagnostiziert worden, da es sich bei diesem Beispiel um einen seltenen aber möglichen Defekt in der Vergaseranlage handelt. Der Verdacht wird nun durch die Technische Untersuchung T50 in Richtung Vergaseranlage gelenkt, speziell durch SPEC- und FADD-Regeln auf die Diagnose D70 = "Grundeinstellung Vergaser zu mager." Da es sich bei der Diagnose D70 um eine Feindiagnose handelt, wird jetzt durch ihre Aktivierung ihr Vorgänger aktiviert, welches sich dadurch zeigt, daß Fragen zur Herleitung von D69 = "Grundeinstellung Vergaser" gestellt werden. Jedoch kann durch Veränderung der Grundeinstellung des Vergasers der Fehler nicht behoben werden, das sieht man am Ergebnis der mittlerweile ausgeführten Technischen Untersuchung T60 = "Leistungsprüfstand". Somit erweist sich diese Diagnose zwar als zutreffend, jedoch nicht als Ursache der Beanstandung. Die Ursache kann jetzt noch in einem undichten Ansaugsystem zwischen Vergaser und Zylindern liegen (= D60). Aus diesem Grunde existiert in D60 die Property "Sonstprocs" mit dem Verweis auf die Technische Untersuchung T50. Falls der Kfz-Mechaniker seinerzeit diesen Hinweis nicht beachtet hat, da er den Fehler in der Zündanlage vermutet hat, dann ist MODIS trotzdem in der Lage, jetzt die richtige Diagnose aufzugreifen. In D60 existiert nämlich eine FADD-Regel, die diesen bisher abgeleiteten Diagnosehergang abfängt. Die FADD-Regel R06005 bezieht sich auf die Auswertung der Diagnose D70, die wie eben festgestellt zutrifft, jedoch nicht die Ursache des Defekts ist und auf einem sehr typischen Symptom der Diagnose D60 - (F33 W4) "Motor stirbt beim Bremsen" - basiert. Falls dieses erkannt worden ist, kann die Ursache des Defektes im undichten Ansaugsystem liegen.

Das Sitzungsprotokoll zeigt neben dem Verlauf einer

Sitzung auch die Möglichkeiten der Erklärungskomponente von MED1 auf. Die Fußnoten vor der (OUT) / (IN) Spalte werden im Abschnitt 5.5. Erläuterungen zum Sitzungsprotokoll erläutert. Die beiden Abbildungen Abb.16.a und Abb.16.b zeigen die Diagnosehierarchie nach Abarbeitung der Symptome, nachdem das erste Terminierungskriterium erfüllt ist (Abb.16.a) und nach Abarbeitung aller Symptome (Abb.16.b). In Abschnitt 3.3.5. Diagnosen mit Prioritäten wurde darauf hingewiesen, daß die Diagnosereihenfolge steuerbar ist. Dieses Beispiel zeigt nun die Priorität auf, zuerst sollen nämlich einmal die Zündkabelverbindungen (D126) überprüft werden. Falls diese in Ordnung sind, kann man die Sitzung mit der Eingabe "F" fortsetzen. Die Abb.16.b zeigt dann die interessanten Endergebnisse auf.

5.2. Sitzungsprotokoll

(29) (IN) (start)
 (OUT) DIESES TECHNISCHE EXPERTENSYSTEM ERSTELLT REPARATURDIAGNOSEN
 (OUT) FUER PERSONENKRAFTWAGEN IM BEREICH MOTOR UND
 (OUT) DEN DAZUGEHÖRIGEN AGGREGATEN!
 (OUT) WELCHE DATEI MÖCHTEN SIE LADEN?
 (OUT) 0 = KEINE
 (OUT) 1 KURZ
 (OUT) 2 MITTEL
 (OUT) 3 LANG
 (OUT) 4 MONTAG
 (OUT) 5 KL-KL555
 (OUT) 6 MONTAG
 (OUT) 7 SI-AK81
 (OUT) 8 SI-DN199
 (OUT) 9 SI-CC605-A
 (OUT) 10 SI-CC605-B
 (OUT) 11 SI-EP146-A
 (OUT) 12 WW-WW001
 (OUT) 13 KL-DY37
 (OUT) 14 SI-D620-A
 (OUT) 15 KL-SR56
 (OUT) 16 K1B-A328
 (IN) 0
 (OUT) DER DIALOG BEGINNT MIT CA. 15 UEBERSICHTSFRAGEN ZUR VERDACHTSGENERIERUNG.
 (OUT) GEBEN SIE BITTE IHR KFZ-KENNZEICHEN AN:
 (OUT) mod-1s1983
 (OUT) F00 = GRUND
 (OUT) AUS WELCHEM GRUND BRINGEN SIE IHR FAHRZEUG?
 (OUT) 1 = INSPEKTION
 (OUT) 2 = REPARATUR
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (IN) 2
 (OUT) F02 = FAHRZEUGTYP
 (OUT) UM WELCHEM FAHRZEUGTYP HANDELT ES SICH BEI IHREM PKW?
 (OUT) 1 = DB.200
 (OUT) 2 = DB.230
 (OUT) 3 = DB.250
 (OUT) 4 = DB.280S
 (OUT) 5 = SONSTIGE
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (IN) 2
 (OUT) F03 = BAUJAHR

GEBEN SIE BITTE DAS BAUJAHR ODER DAS JAHR DER ERSTEN ZULASSUNG AN!

(OUT)

?

(OUT)

(IN)

(OUT)

F04 = KM-STAND

GEBEN SIE BITTE DEN AUGENBLICKLICHEN KM-STAND AN!

?

(OUT)

(IN)

(OUT)

F05 = INSPEKTIONEN

HABEN SIE DIE VORGESCHRIEBENEN INSPEKTIONEN DURCHFUEHREN LASSEN?

1 = JA

(OUT)

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN

?

(OUT)

(IN)

(OUT)

F06 = REPARATUR

WURDE NACH DER LETZTEN INSPEKTION EINE REPARATUR DURCHGEFUEHRT?

1 = JA

(OUT)

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN

?

(OUT)

(IN)

(OUT)

F07 = BATTERIEALTER

WIE ALT IST DIE BATTERIE?

1 = JUENGER ALS 1/2. JAHR

(OUT)

2 = 1/2. BIS 1. JAHR

(OUT)

3 = 1. BIS 2. JAHR

(OUT)

4 = 2. BIS 3. JAHR

(OUT)

5 = AELTER ALS 3. JAHR

(OUT)

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN

?

(OUT)

(IN)

(OUT)

F08 = JAHRES-KM-LEISTUNG

* WIEVIEL KM FAHREN SIE DURCHSCHNITTLICH PRO JAHR?

1 = WENIGER ALS 20.000 KM

(OUT)

2 = 20.000 BIS 30.000 KM

(OUT)

3 = 30.000 BIS 50.000 KM

(OUT)

4 = 50.000 BIS 75.000 KM

(OUT)

5 = 75.000 BIS 100.000 KM

(OUT)

6 = UEBER 100.000 KM

(OUT)

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN

?

(OUT)

(30)

SIE HABEN FOLGENDE MOEGlichkeiten:

EINGABE EINER ODER MEHRERER DER AUFGEListETEN ANTHORTALTERNATIVEN.

U = VERBESSERUNG EINER FRAEHEREN ANTHORT

~~U = ANTWORT UNBEKANNT~~

(OUT) E = ERKLAERUNG ZUR FRAGE
 (OUT) S = EINSCHALTEN DER SCHNELLEN FRAGETECHNIK
 (OUT) L = AUSSCHALTEN DES LISTINGS VON DIAGNOSEN
 (OUT) K = ABSCHALTEN DES KOMMENTARS VON FACHAUSRUERCKEN
 (OUT) A = AUSFUEHRICHE ANTWORTALTERNATIVEN
 (OUT) F = WIEDERHOLUNG DER FRAGE
 (OUT) H = HELP
 (OUT) W = WARUM-OPTION: HIER KOENNEN SIE FRAGEN UEBER DEN ZUSTAND DES SYSTEMS STELLEN
 (OUT) ZUR ERLAUTERUNG NICHT KOMMENTIERTER FACHAUSRUERCKE DIE ERSTEN BUCHSTABEN
 (OUT) (MINDESTENS 2) EINGEBEN
 (OUT) STOP = VORZEITIGER ABRUCH
 (OUT) ?

(31)

0

DIE NUN FOLGENDEN 4 FRAGEN BEZIEHEN SICH AUF DIE JAHRES-KM-LEISTUNG UND DEREN AUFTEILUNG IN KURZSTRECKE - MITTELSTRECKE - LANGSTRECKE. UNTER KURZSTRECKE VERSTEHT MAN HAUPTSAECHLICH STADTVERKEHR. UNTER MITTELSTRECKE VERSTEHT MAN EINE GEMISCHTE FAHRSTRECKE. UNTER LANGSTRECKE VERSTEHT MAN HAUPTSAECHLICH AUTOBAHNFAHRTEN. GEBEN SIE BITTE IN DEN FRAGEN F0001 BIS F0003 JE EINE ANTWORT SO AN, DASS DIE SUMME DER ANTWORTEN ETWA 100 PROZENT ERGEBEN.

(32)

2

F0001 = KURZSTRECKE
 * WIE HOCH IST DER ANTEIL KURZSTRECKE AN IHRER JAHRES-KM-LEISTUNG?
 1 = UEBER. 90. PROZENT
 2 = CA. 60. BIS. 66. PROZENT
 3 = CA. 33. BIS. 50. PROZENT
 4 = CA. 10. BIS. 20. PROZENT
 5 = UNTER. 5. PROZENT
 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 ?

4

F0002 = MITTELSTRECKE
 * WIE HOCH IST DER ANTEIL MITTELSTRECKE AN IHRER JAHRES-KM-LEISTUNG?
 1 = UEBER. 90. PROZENT
 2 = CA. 60. BIS. 66. PROZENT
 3 = CA. 33. BIS. 50. PROZENT
 4 = CA. 10. BIS. 20. PROZENT
 5 = UNTER. 5. PROZENT
 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 ?

4

F0003 = LANGSTRECKE
 * WIE HOCH IST DER ANTEIL LANGSTRECKE AN IHRER JAHRES-KM-LEISTUNG?
 1 = UEBER. 90. PROZENT
 2 = CA. 60. BIS. 66. PROZENT
 3 = CA. 33. BIS. 50. PROZENT
 4 = CA. 10. BIS. 20. PROZENT
 5 = UNTER. 5. PROZENT

(OUT)

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN

?

(OUT)
(OUT)

2

(OUT)
(IN)

F09 = DEFECT, BEMERKT

WANN HABEN SIE DEN BEANSTANDETEN DEFECT FESTGESTELLT?

1 = BEIM ANLASSEN (VERSUCH) DES MOTORS

2 = WAEREND/NACH EINER FAHRT

3 = * SICKTKONTROLLE BEI STEHENDEM MOTOR

4 = NACH EINER MOTORWAESCHE

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN

?

(OUT)
(OUT)

2

(IN)

BEZUG DER FRAGE: DEFECT, BEMERKT = WAEREND/NACH EINER FAHRT

F0920 = FAHRT

WELCHER ART IST DIE FAHRT GEWESEN?

1 = STADTVERKEHR

2 = LANDSTRASSE

3 = AUTOBAHN BEI RICHTIGESCHWINDIGKEIT

4 = AUTOBAHN VOLLGASFART

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN

?

(OUT)
(OUT)

1 3

(IN)
(OUT)

F01 = VERMUTUNG

AUFGRUND WELCHER ANZEICHEN VERMUTEN SIE EINEN DEFECT?

1 = * KONTROLL-/WARNINSTRUMENTE

2 = * VERBRAUCH

3 = * MOTORSTART/-STOP

4 = * FAHREIGENSCHAFTEN

5 = * GERAEUSCHE

6 = * SONSTIGES

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN

?

(OUT)
(OUT)

(33)

2

(IN)
(OUT)

1 = DARUNTER FALLEN ALLE ANZEIGEinSTRUMENTE IN IHREM FAHRZEUG, SO ZUM BEISPIEL DAS AUFLEUCHTEN DER LADEKONTROLLLAMPE ODER DER OELDRUCK-KONTROLLLAMPE WAEREND DER FAHRT, ODER ABER AUCH EIN ABNORMALES VERHALTEN EINES EINZELNEN INSTRUMENTES.

2 = HIERUNTER FALLEN BEANSTANDUNGEN BEZUEGLICH KRAFTSTOFF-, OEL- UND KUEHLWASSERVERBRAUCH.

3 = NEBEN DEN SCHWIERIGKEITEN BEIM ANLASSEN DES MOTORS, FALLEN HIERUNTER AUCH PROBLEME DIE SICH AUS UNGEWOLLTEN ABSCHALTEN DES MOTORS ERGEBEN.

4 = HIERUNTER FALLEN BEANSTANDUNGEN, DIE SIE WAEREND DES BETRIEBS FESTSTELLEN, WIE Z.B. BESCHLEUNIGUNG, GLEICHLAUF, RUCKELN O.AE.

5 = OFT AEUSSERT SICH EIN DEFECT NUR DURCH AUSSERGEWOEHNLICHE GERAEUSCHE, DIE SIE WAEREND DER FAHRT FESTSTELLEN.

6 = HIERUNTER FALLEN ALLE BEANSTANDUNGEN, DIE SIE KEINER DER OBIgen KATEGORIEN ZUORDNEN KOENNEN. Z.B. HEIZUNG, BREMSE, KUPPLUNG, LENKUNG, ...

?

(OUT)
(OUT)

(34)

- (IN) 3 4
- (OUT) BEZUG DER FRAGE! GRUND = REPARATUR
- (OUT) F0110 = INSTRUMENT
- (OUT) AUFGRUND WELCHER ANZEIGEN- / KONTROLLINSTRUMENTE VERMUTEN SIE EINEN DEFEKT?
- (OUT) 1 = * LADEKONTROLLAMPE
- (OUT) 2 = * DEODRUCKKONTROLLAMPE
- (OUT) 3 = KUEHLWASSERTHERMOMETER
- (OUT) 4 = TANKUHR
- (OUT) 5 = TACHOMETER.MIT.KM-ZAEHLER
- (OUT) 6 = DREHZAHLMESSE
- (OUT) 7 = VOLTMESSE
- (OUT) 8 = DEODRUCKMESSE
- (OUT) 9 = DELTHERMOMETER
- (OUT) 10 = AMPEREMETER
- (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
- (OUT) ?
- (IN) 0
- (OUT) BEZUG DER FRAGE! GRUND = REPARATUR
- (OUT) F0120 = VERBRAUCH
- (OUT) IST EIN GRUND IHRER BEANSTANDUNGEN VIELLEICHT DER UNGEWÖHNLICH HOHE:
- (OUT) 1 = KRAFTSTOFFVERBRAUCH
- (OUT) 2 = SCHMIERÖLVERBRAUCH
- (OUT) 3 = KUEHLWASSERVERBRAUCH
- (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
- (OUT) ?
- (IN) 0
- (OUT) BEZUG DER FRAGE! GRUND = REPARATUR
- (OUT) F0130 = MOTORSTART/STOP
- (OUT) HABEN SIE PROBLEME MIT MOTORSTART / -STOP?
- (OUT) 1 = * BEANSTANDUNGEN.BZGL.ANLASSVORGANG
- (OUT) 2 = * BEANSTANDUNGEN.BZGL.ABSCHALTEN
- (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
- (OUT) ?
- (IN) 0
- (OUT) 1 = HIERUNTER FALLEN SCHWIERIGKEITEN BEIM KALTSTART,WARMSTART..
- (OUT) 2 = HIERUNTER FALLEN BEANSTANDUNGEN BZGL. MOTOR ABSTELLEN,
- (OUT) WIE AUCH UNGEWÖHNTES AUSSEHEN DES MOTORS.
- (OUT) ?
- (IN) 2
- (OUT) BEZUG DER FRAGE! GRUND = REPARATUR
- (OUT) F0140 = FÄHREIGENSCHAFTEN
- (OUT) BETREFFEN IHRE BEANSTANDUNGEN VIELLEICHT ?
- (OUT) 1 = * MOTORLEISTUNG
- (OUT) 2 = * HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
- (OUT) 3 = * FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
- (OUT) 4 = MOTORGLEICHLAUF
- (OUT) 5 = * SCHALTUNG
- (OUT) 6 = * BREMSEN

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
?

(OUT)
(OUT)
(OUT)

1 2 3

(IN)
(OUT)

BEZUG DER FRAGE: GRUND = REPARATUR

(OUT)

F0150 = GERAUEUSCHE
HABEN SIE UNGEWÖHNLICHE GERAUEUSCHE VERNOMMEN?

(OUT)
(OUT)

1 = BRUMMEN

(OUT)

2 = * KNALLEN

(OUT)

3 = KLOPFEN

(OUT)

4 = KLINGELN

(OUT)

5 = RASSELN

(OUT)

6 = KLAPPERN

(OUT)

7 = VERHALTENES.DROEHNEN

(OUT)

8 = LAUTES.DROEHNEN

(OUT)

9 = SAEUSELN

(OUT)

10 = QUIETSCHEN

(OUT)

11 = PFEIFEN

(OUT)

12 = ZISCHEN

(OUT)

13 = EIN.DUMPFER.SCHLAG

(OUT)

14 = KRACHEN

(OUT)

15 = SIRREN

(OUT)

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
?

(OUT)
(OUT)
(OUT)

(35)

3

(IN)

NACH AUSWERTUNG DER STEUERSYSTEMFRAGEN ERGEBEN SICH FOLGENDE PRIORITAETEN:

5. KLASSE: D6 = DEFECT.IN.DER.ZUENDANLAGE

D5 = DEFECT.IN.DER.VERGASERANLAGE

D3 = DEFECT.IN.DER.VENTILSTEUERUNG

D4 = DEFECT.IN.DER.KRAFTSTOFFANLAGE

D7 = DEFECT.IN.DER.STARTERANLAGE

D6 = DEFECT.IN.DER.ZUENDANLAGE

NEXT: ZWISCHENRESULTAT: D6 = DEFECT.IN.DER.ZUENDANLAGE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH

D110 = VERDACHT.AUF.ZUENDEINSTELLUNG

BEZUG DER FRAGE: MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.UEBERHAUPT.NICHT.AN

F3110 = MOTOR.ANGESPRUNGEN

WENN DER MOTOR DANN ANGESPRUNGEN IST, TRIFFT DANN EINE DER FOLGENDEN

BEOBACHTUNGEN ZU?

1 = * MOTORDREHZAHL.NIEDRIG

2 = * MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN

3 = * SCHWANKENDE.MOTORDREHZAHL

0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
?

(OUT)
(OUT)
(IN)

(37)

U

(OUT)

WARUM-OPTION: H =HELP LIEFERT EINE KOMMANDOLISTE!

E = ENDE (FORTSETZUNG DES DIALOGES)

(OUT)
(OUT)
(OUT)

(38)

H

(IN)

DIE WICHTIGSTEN OPTIONEN SIND:

1 = BEGRUENDUNG DER AKTUELLEN FRAGE

2 = AKTUELLE FR. STAND DER AKTUELLEN PROZEDUR

(OUT)
(OUT)
(OUT)

(OUT) 3 = PROTOKOLL
 (OUT) 4 = KURZPROTOKOLL
 (OUT) 5 = ANSTEHENDE STEUERSYSTEMINFORMATION
 (OUT) 6 = UEBERSICHT UEBER GEPRUEFTE ZWISCHENDIAGNOSEN
 (OUT) 7 = UEBERSICHT UEBER DIAGNOSEN
 (OUT) 8 = AKTUELLER STAND DER AGENDA (GEORDNET NACH PRIORITAETEN)
 (OUT) <ALPHANUMMER> = REGELTEXT
 (OUT) <ALPHANUMMER> = ALLE ALPHA-PROPERTIES
 (OUT) <ALPHANUMMER>.K = KONSTANTE ALPHA-PROPERTIES
 (OUT) <ALPHANUMMER>.D = DYNAMISCHE ALPHA-PROPERTIES
 (OUT) <ALPHANUMMER>.R = ABLEITUNGSREGELN FUER EIN ALPHA
 (OUT) <ALPHANUMMER>.B = BEGRUENDUNGEN VON BEWERTUNGEN
 (OUT) <DIAGNOSENUMMER>.U = BEGRUENDUNG DES DIAGNOSEVERDACHTES
 (OUT) <DIAGNOSENUMMER>.U = BEGELN FUER DIAGNOSEVERDACHT
 (OUT) <ALPHANUMMER>.W = BEDEUTUNG EINER FRAGE ODER ZWISCHENVARIABLEN
 (OUT) <ALPHANUMMER>.W<ZAHL> = BEDEUTUNG DER ANTWORTALTERNATIVE W<ZAHL> (Z.B. W1)

(39) (IN) d6.v
 (OUT) D6 = DEFEKT. IN. DER. ZUENDANLAGE
 (OUT) ES GIBT FOLGENDE VERDACHTSMOMENTE FUER DEFEKT. IN. DER. ZUENDANLAGE (D6):
 (OUT) 10 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 (OUT) 10 F01 W4 VERMUTUNG = FAHREIGENSCHAFTEN
 (OUT) 60 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 (OUT) 60 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 (OUT) 30 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 (OUT) 50 F0150 W3 GERAEUSCHE = KLOPFEN

(40) (IN) d6.b
 (OUT) D6 = DEFEKT. IN. DER. ZUENDANLAGE
 (OUT) BEGRUENDUNG VON D6 = DEFEKT. IN. DER. ZUENDANLAGE
 (OUT) 20 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 (OUT) 1 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 (OUT) 1 F01 W4 VERMUTUNG = FAHREIGENSCHAFTEN
 (OUT) 6 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 (OUT) 6 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 (OUT) 3 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 (OUT) 5 F0150 W3 GERAEUSCHE = KLOPFEN
 (OUT) -2 R00603 F0140 NON W4 FAHREIGENSCHAFTEN UNGLEICH MOTORGLEICHLAUF

(41) (IN) 8
 (OUT) PRIORITAET DER DIAGNOSEN UND TECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN:
 (OUT) 3. KLASSE:
 (OUT) 0110 = VERDACHT. AUF. ZUENDEINSTELLUNG
 (OUT) 0113 = ZUENDANLASSCHALTER
 (OUT) 0114 = ZUENDSPULE
 (OUT) 0115 = ZUENDVERTEILER
 (OUT) 0125 = VERTEILERWELLE. AUSGESCHLAGEN
 (OUT) 0126 = ZUENDKABEL. WACKELKONTAKT/OXIDATION/SPANNUNGSABFALL/NEBENSCHLUSS
 (OUT) 0127 = ZUENDFOLGE. VERTAUSCHT
 (OUT) 0128 = MOTOR. LAEUFT. NICHT. AUF. ALLEN. ZYLINDERN
 (OUT) 0129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) 05 = DEFEKT. IN. DER. VERGASERANLAGE
 (OUT) 03 = DEFEKT. IN. DER. VENTILSTEUERUNG
 (OUT) 04 = DEFEKT. IN. DER. KRAFTSTOFFANLAGE
 (OUT) 07 = DEFEKT. IN. DER. STARTERANLAGE

(OUT) WANN TRETEN ZUENDAUSSETZER AUF?
 (OUT) 1 = * IM.LEERLAUF
 (OUT) 2 = IM.TEILLASTBEREICH
 (OUT) 3 = IM.VOLLASTBEREICH
 (OUT) 4 = BEI.HOHEM.DREHZAHLEN
 (OUT) 5 = BEIM.BESCHLEUNIGEN
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 3 4
 (IN)
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: 0110 = VERDACHT.AUF.ZUENDEINSTELLUNG = WAHRSCHEINLICH
 (OUT) (OUT)
 (OUT) NEXT: 0110 = VERDACHT.AUF.ZUENDEINSTELLUNG
 (OUT) F33 = MOTORSTOP
 (OUT) WELCHE AUSSAGEN TREFFEN FUER (UN-) BEABSICHTIGTES MOTORABSTELLEN ZU?
 (OUT) 1 = MOTOR.DIESELT.NACH
 (OUT) 2 = MOTOR.GEHT.IM.DER.WARMLAUFPHASE.LEICHT.AUS
 (OUT) 3 = MOTOR.STIRBT.IM.LEERLAUF.LEICHT.AB
 (OUT) 4 = MOTOR.STIRBT.BEIM.BREMSEN
 (OUT) 5 = MOTOR.STIRBT.BEIM.PLOETZLICHEN.GASWEGNEHMEN
 (OUT) 6 = MOTOR.STIRBT.BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN.IM.UNTEREN.DREHZAHLBEREICHEN
 (OUT) 7 = MOTOR.STIRBT.BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN.IM.HOEHEREN.DREHZAHLBEREICHEN
 (OUT) 8 = MOTOR.GEHT.BEIM.TRETEN.DER.KUPLUNG.AUS
 (OUT) 9 = MOTOR.GEHT.BEIM.GASGEBEN.IM.LEERLAUF.AUS
 (OUT) 10 = MOTOR.GEHT.WAEREND.DER.FAHRT.OHNE.ERSICHTLICHEN.GRUND.AUS
 (OUT) 11 = * MOTOR.LAESST.SICH.NICHT.ABSCHALTEN
 (OUT) 12 = HEISSE.MOTOR.GEHT.IM.LEERLAUF.AUS
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 4
 (IN)
 (OUT) BEZUG DER FRAGE: GERAUESCHE = KLOPFEN
 (OUT) F34 = KLOPFSITUATION
 (OUT) KOENNEN SIE DIE SITUATIONEN BESCHREIBEN, IN DENEN SIE DAS KLOPFEN/KLINGELN
 (OUT) BEMERKT HABEN?
 (OUT) 1 = UNTER.VOLLAST
 (OUT) 2 = UNTER.TEILLAST
 (OUT) 3 = HOCHGESCHWINDIGKEITSKLOPFEN/-KLINGELN
 (OUT) 4 = BESCHLEUNIGUNGSKLOPFEN/-KLINGELN
 (OUT) 5 = WAEREND.DES.GESAMTEN.FAHRBETRIEBS
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 1
 (IN)
 (OUT) F13 = KUEHLWASSER
 (OUT) WELCHE AUSSAGE TRIFFT FUER DIE KUEHLWASSERANZEIGE ZU?
 (OUT) 1 = * KUEHLWASSERANZEIGE.DEFEKT
 (OUT) 2 = * KUEHLWASSERANZEIGE.MIT.ABNORMALEN.WERTEN
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 4 1
 (IN)
 (OUT) DIE FRAGE DIENT DER UEBERPRUEFUNG DER DIAGNOSE FRAEHZUENDUNG (0111)
 (OUT)

(OUT) PROZEDUR: FRUEHZUENDUNG.A (P111A)
 (OUT) AKTIVE REGEL(N):
 (OUT) 50 ABNORM.KW.ANZEIGE =
 (OUT) DIE.KUEHLWASSERTEMPORATUREN.LIEGEN.ZU.HOCH,ABER.NOCH.NICHT.IM.ROTEN.BEREICH
 (OUT) 50 ABNORM.KW.ANZEIGE = DIE.KUEHLWASSERTEMPORATUR.ERREICHT.SCHNELL.DEN.ROTEN.B
 (OUT) FRAGE: ABNORM.KW.ANZEIGE (F1320)
 (OUT) ASKFIIRST: F13 W2 KUEHLWASSER = KUEHLWASSERANZEIGE.MIT.ABNORMALEN.WERTEN
 (OUT) FRAGE: KUEHLWASSER (F13)

(IN) 0
 (OUT) F13 = KUEHLWASSER
 (OUT) WELCHE AUSSAGE TRIFFT FUER DIE KUEHLWASSERANZEIGE ZU?
 (OUT) 1 = * KUEHLWASSERANZEIGE.DEFEKT
 (OUT) 2 = * KUEHLWASSERANZEIGE.MIT.ABNORMALEN.WERTEN
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?

(IN) 0
 (OUT) F42 = LEISTUNG
 (OUT) WELCHER AUSSAGE KOEWMEN STE BZGL. DER MOTORLEISTUNG ZUSTIMMEN?
 (OUT) 1 = MOTOR.IST.OHNE.LEISTUNG
 (OUT) 2 = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG
 (OUT) 3 = PLOETZLICHER.LEISTUNGSABFALL.DES.MOTORS
 (OUT) 4 = * VERMINDERTE.LEISTUNG.IM.TEILLASTBEREICH
 (OUT) 5 = MOTOR.WAR.FRUEHER.DREHFREUDIGER
 (OUT) 6 = SCHWANKENDE.LEISTUNG
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?

(IN) 2 3
 (OUT) NEXT: D113 = ZUENDANLASSCHALTER
 (OUT) NEXT: D114 = ZUENDSPULE
 (OUT) NEXT: D115 = ZUENDVERTEILER
 (OUT) NEXT: D125 = VERTEILERWELLE.AUSGESCHLAGEN
 (OUT) BEZUG DER FRAGE: FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 (OUT) F4140 = BESCHLEUNIGUNG
 (OUT) WELCHER ART SIND DIE BEANSTANDUNGEN BZGL. BESCHLEUNIGUNG/UEBER-
 (OUT) GANGSVERHALTEN?
 (OUT) 1 = * MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
 (OUT) 2 = * RUCKELN.BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN
 (OUT) 3 = RUCKELN.BEIM.SCHNELLEN.GASGEBEN
 (OUT) 4 = * STUFENSTOSS
 (OUT) 5 = * RUCKELN.BEIM.GASNEHMEN
 (OUT) 6 = * UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLAUF
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (IN) 1

(OUT) NEXT: D126 = ZUENDKABEL.WACKELKONTAKT/OXIDATION/SPANNUNGSABFALL/NEBENSCHLUSS
 (OUT) NEXT: D127 = ZUENFOLGE.VERTAUSCHT
 (OUT) NEXT: D128 = MOTOR.LAEUFT.NICHT.AUF.ALLEN.ZYLINDERN
 (OUT) NEXT: D129 = ZUENDKERZEN

(OUT) BEZUG DER FRAGE: INSPEKTIONEN = JA
 (OUT) F0510 = ZUENDKERZENWECHSEL
 (OUT) HABEN SIE SEIT DER LETZTEN INSPEKTION DIE ZUENDKERZEN GEWECHSELT ODER
 (OUT) WECHSELN LASSEN?
 (OUT) 1 = JA
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?

(45)

(IN) u d129.b
 (OUT) D129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) BEGRUENDUNG VON D129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) 0 PUNKTE = NICHT.GEPRUEFT
 (OUT)
 (IN) e
 (OUT) BEZUG DER FRAGE: INSPEKTIONEN = JA
 (OUT) F0510 = ZUENDKERZENWECHSEL
 (OUT) HABEN SIE SEIT DER LETZTEN INSPEKTION DIE ZUENDKERZEN GEWECHSELT ODER
 (OUT) WECHSELN LASSEN?
 (OUT) 1 = JA
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?

(46)

(IN) 0
 (OUT) NEXT: D129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) NEXT: D126 = ZUENDKABEL.WACKELKONTAKT/OXIDATION/SPANNUNGSABFALL/NEBENSCHLUSS
 (OUT) NEXT: D114 = ZUENDSPULE
 (OUT) NEXT: T50 = OSZI.TEST
 (OUT) ZUR KLAERUNG FOLGENDER DIAGNOSEN:
 (OUT) ZUENDVERTEILER ZUENDKERZEN ZUENDKABEL.WACKELKONTAKT/OXIDATION/SPANNUNGSABFALL/NEBENSCHLUSS ZUENDSPULE
 (OUT) SOLLTE DIE TECHNISCHE UNTERSUCHUNG: OSZI.TEST
 (OUT) DURCHGEFUEHRT WERDEN.
 (OUT) FT50 = AUSWERTUNG.OSZI.TEST
 (OUT) * SOLL SIE AUF WEITERE DIAGNOSEN AUSGEWERTET WERDEN?
 (OUT) 1 = UNTERSUCHUNG.NICHT.DURCHFUEHRBAR
 (OUT) 2 = UNTERBRECHERKONTAKT.VERSCHLISSEN
 (OUT) 3 = SCHLIESSWINKEL.ZU.GROSS
 (OUT) 4 = SCHLIESSWINKEL.ZU.KLEIN
 (OUT) 5 = ZUENDKONDENSATOR
 (OUT) 6 = ENTSTOERWIDERSTAND
 (OUT) 7 = MOTOR.LAEUFT.NICHT.AUF.ALLEN.ZYLINDERN
 (OUT) 8 = ZUENDKERZEN
 (OUT) 9 = >.OHMSCHER.WIDERSTAND.AB.VERTEILER
 (OUT) 10 = >.OHMSCHER.WIDERSTAND.BIS.ZUM.VERTEILER
 (OUT) 11 = AUF/ABLAUFENDER.NOCKEN/DOPPELVERTEILER
 (OUT) 12 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.KLEIN
 (OUT) 13 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.GROSS
 (OUT) 14 = ZUENDSPULE
 (OUT) 15 = ZUENDVERTEILER
 (OUT) 16 = ZUENDKABEL.WACKELKONTAKT/OXIDATION/SPANNUNGSABFALL/NEBENSCHLUSS
 (OUT) 17 = UNGLEICHE.GEMISCHVERTEILUNG.BEI.DOPPELVERGASERANLAGEN
 (OUT) 18 = VERTEILERWELLE.AUSGESCHLAGEN
 (OUT) 19 = UNDICHTES.ANSAUGSYSTEM
 (OUT) 20 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?

(47) (OUT) 0 FS0 = SCOP-BILD
 (IN) ENTSPRICHT DAS AKTUELLE SCOP-BILD DER GUTBILD-PARADE?
 (OUT) 1 = JA
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) u 8

(48) (OUT) PRIORITAET DER DIAGNOSEN UND TECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN:
 (OUT) 4. KLASSE: 0111 = FRAEHZUENDUNG
 (OUT) 5. KLASSE: 05 = DEFEXT.IN.DER.VERGASERANLAGE
 (OUT) 6. KLASSE: 0128 = MOTOR.LAEUFT.NICHT.AUF.ALLEN.ZYLINDERN
 (OUT) 0112 = SPAETZUENDUNG
 (OUT) 7. KLASSE: 0121 = FLIEHKRAFTREGLER
 (OUT) 03 = DEFEXT.IN.DER.VENTILSTEUERUNG
 (OUT) 04 = DEFEXT.IN.DER.KRAFTSTOFFANLAGE
 (OUT) 07 = DEFEXT.IN.DER.STARTERANLAGE

(48) (IN) 7 DERZEITIGE ORDNUNG DER DIAGNOSEN:
 (OUT) HOECHSTWAHRSCHEINLICH: 0129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) 0115 = ZUENDUERTEILER
 (OUT) WAHRSCHEINLICH: 0114 = ZUENDSPULE
 (OUT) 0111 = FRAEHZUENDUNG
 (OUT) 0126 = ZUENDKABEL.WACKELKONTAKT/OXIDATION/SPANNUNGSABFALL/NEBENSCHLUSS
 (OUT) 0128 = MOTOR.LAEUFT.NICHT.AUF.ALLEN.ZYLINDERN
 (OUT) 0112 = SPAETZUENDUNG
 (OUT) 0127 = ZUENDFOLGE.VERTAUSCHT
 (OUT) 0125 = VERTEILERWELLE.AUSGESCHLAGEN
 (OUT) 0113 = ZUENDANLASSCHALTER

(49) (IN) 6 UEBERSICHT UEBER ABGESCHLOSSENE GROB- UND ZWISCHENDIAGNOSEN:
 (OUT) HOECHSTWAHRSCHEINLICH: 06 = DEFEXT.IN.DER.ZUENDANLAGE
 (OUT) WAHRSCHEINLICH: 0110 = VERDACHT.AUF.ZUENDEINSTELLUNG

(50) (IN) 0129. b
 (OUT) 0129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) BEGRUENDUNG VON 0129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) 370 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 (OUT) 80 F43 W4
 (OUT) 100 F43 W3
 (OUT) 20 F0140 W3
 (OUT) 20 F0140 W2
 (OUT) 20 R12902 F4160 W3
 (OUT) F41 W4
 (OUT) 80 R12903 F4160 W3
 (OUT) F42 W3
 (OUT) 30 R12907 F34 W1
 (OUT) 40 F3110 W2
 (OUT) -10 R12913 F44 NON W1
 (OUT) F44 NON W2
 (OUT) -10 R12914 F4102 NON W3
 (OUT) F4160 NON W4

(OUT) ZUENDAUSETZER = BEI.HOEHEN.DREHZAHLEN
 (OUT) ZUENDAUSETZER = IM.VOLLASTBEREICH
 (OUT) FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 (OUT) FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 (OUT) FAHRFEHLER = ZUENDAUSETZER
 (OUT) FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 (OUT) FAHRFEHLER = ZUENDAUSETZER
 (OUT) LEISTUNG = PLOETZLICHER.LEISTUNGSABFALL.DES.MOTORS
 (OUT) KLOPPSITUATION = UNTER.VOLLAST
 (OUT) MOTOR.ANGESPRUNGEN = MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
 (OUT) LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.KALTEM.MOTOR
 (OUT) LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR
 (OUT) RUCKELN UNGLEICH BEIM.BESCHLEUNIGEN
 (OUT) FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT

(OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT)
 (IN) 4
 (OUT)
 (OUT) BEZUG DER FRAGE: ZUENDABSCHNITT = ABWEICHUNGEN. IN. DER. LAENGE. DER. ZUENDLINIEN
 (OUT) ZUENDSPANNUNG = EIN. ZYLINDER. >. RESTLICHEN. ZYLINDERN
 (OUT) FS154 = ZUENDLINIE. DES. >. ZYL
 (OUT) EIN ZYLINDER BESITZT EINE HOEHERE VORSpannung!
 (OUT) WIE SIEHT SEINE ZUENDLINIE IM VERGLEICH ZU DER DER RESTLICHEN ZYLINDER AUS?
 (OUT) 1 = KUERZER
 (OUT) 2 = GLEICHLANG
 (OUT) 3 = LAENGER
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 1
 (IN)
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D115 = ZUENDVERTEILER = HOECHSTWAHRSCHAEINLICH
 (OUT) D126 = ZUENDKABEL. WACKELKONTAKT/ OXIDATION/ SPANNUNGSABFALL/ NEBENSCHLUSS
 (OUT) D129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) T66 = SICHTKONTROLLE. ZUENDKERZEN
 (OUT) ZUR KLAERUNG FOLGENDER DIAGNOSEN:
 (OUT) ZUENDKABEL. WACKELKONTAKT/ OXIDATION/ SPANNUNGSABFALL/ NEBENSCHLUSS ZUENDKERZEN
 (OUT) SOLLTE DIE TECHNISCHE UNTERSUCHUNG: SICHTKONTROLLE. ZUENDKERZEN
 (OUT) DURCHGEFUEHRT WERDEN.
 (OUT) FT66 = AUSWERTUNG. SICHTKONTROLLE. ZUENDKERZEN
 (OUT) * SOLL SIE AUF WEITERE DIAGNOSEN AUSGEWERTET WERDEN?
 (OUT) 1 = UNTERSUCHUNG. NICHT. DURCHFUEHRBAR
 (OUT) 2 = ZUENDKABEL. WACKELKONTAKT/ OXIDATION/ SPANNUNGSABFALL/ NEBENSCHLUSS
 (OUT) 3 = MOTOR. LAEUFT. NICHT. AUF. ALLEN. ZYLINDERN
 (OUT) 4 = ZUENDKERZEN
 (OUT) 5 = WAERMEWERT. DER. ZUENDKERZE. ZU. NIEDRIG
 (OUT) 6 = WAERMEWERT. DER. ZUENDKERZE. ZU. HOCH
 (OUT) 7 = GEWINDE. DER. ZUENDKERZE. ZU. LANG
 (OUT) 8 = GEWINDE. DER. ZUENDKERZE. ZU. KURZ
 (OUT) 9 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. ZU. KLEIN
 (OUT) 10 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. ZU. GROSS
 (OUT) 11 = ZUENDKERZE. DURCH. HOHE. KM-LEISTUNG. VERSCHLISSEN
 (OUT) 12 = GLEHZUENDUNGEN
 (OUT) 13 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 1. ZYLINDERS. ZU. GROSS
 (OUT) 14 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 2. ZYLINDERS. ZU. GROSS
 (OUT) 15 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 3. ZYLINDERS. ZU. GROSS
 (OUT) 16 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 4. ZYLINDERS. ZU. GROSS
 (OUT) 17 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 5. ZYLINDERS. ZU. GROSS
 (OUT) 18 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 6. ZYLINDERS. ZU. GROSS
 (OUT) 19 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 1. ZYLINDERS. ZU. KLEIN
 (OUT) 20 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 2. ZYLINDERS. ZU. KLEIN
 (OUT) 21 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 3. ZYLINDERS. ZU. KLEIN
 (OUT) 22 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 4. ZYLINDERS. ZU. KLEIN
 (OUT) 23 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 5. ZYLINDERS. ZU. KLEIN
 (OUT) 24 = ELEKTRODENABSTAND. DER. ZUENDKERZE. DES. 6. ZYLINDERS. ZU. KLEIN
 (OUT) 25 = ZUENDKERZE. DES. 1. ZYLINDERS. DEFEKT
 (OUT) 26 = ZUENDKERZE. DES. 2. ZYLINDERS. DEFEKT
 (OUT) 27 = ZUENDKERZE. DES. 3. ZYLINDERS. DEFEKT
 (OUT) 28 = ZUENDKERZE. DES. 4. ZYLINDERS. DEFEKT

(OUT) WENN D129 1 3 ZUENDKERZEN VON AUSGESCHLOSSEN BIS UNWAHRSCHEINLICH
 (OUT) F51 W5 ZUENDABSCHNITT = ABWEICHUNGEN IN DER HOEHE DER ZUENDSPANNUNG
 (OUT) F5150 W2 ZUENDSPANNUNG = EIN ZYLINDER > RESTLICHEN ZYLINDERN
 (OUT) ODER D129 1 3 ZUENDKERZEN VON AUSGESCHLOSSEN BIS UNWAHRSCHEINLICH
 (OUT) F5154 W1 ZUENDLINIE DES > ZYL = KUERZER
 (OUT) DANN FADD 070 = GRUNDEINSTELLUNG ZU MAGER 400
 (OUT) (OUT)

(IN) e
 (OUT) F6601 = ZUENDKERZENABNUTZUNG
 (OUT) * WAS LAESST SICH AUS DEM ZUENDKERZENGESICHT UEBER DAS ALTER DER KERZEN SAGEN?
 (OUT) 1 = * NEUE KERZE
 (OUT) 2 = * MITTELALTE KERZE
 (OUT) 3 = * VERBRAUCHTE KERZE
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) (OUT)

(IN) 2
 (OUT) F6605 = ELEKTRODENABSTAND
 (OUT) ELEKTRODENABSTAND
 (OUT) BEZOGEN AUF DEN SOLLWERT IST DIESER:
 (OUT) 1 = ZU GROSS
 (OUT) 2 = IN ORDNUNG
 (OUT) 3 = ZU KLEIN
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) (IN)

v 8
 PRIORITAET DER DIAGNOSEN UND TECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN:

3. KLASSE:
 D116 = VERTEILERDECKEL
 D117 = VERDACHT AUF UNTERBRECHERKONTAKT
 D121 = FLIEHKRAFTREGLER
 D122 = UNTERDRUCKREGLER DES VERTEILERS
 D123 = ZUENDKONDENSATOR
 D124 = ENTSTOERWIDERSTAND
 D130 = WAERMEWERT DER ZUENDKERZE ZU NIEDRIG
 D131 = WAERMEWERT DER ZUENDKERZE ZU HOCH
 D132 = GEWINDE DER ZUENDKERZE ZU LANG
 D133 = GEWINDE DER ZUENDKERZE ZU KURZ
 D134 = ELEKTRODENABSTAND DER ZUENDKERZE ZU KLEIN
 D135 = ELEKTRODENABSTAND DER ZUENDKERZE ZU GROSS
 D136 = ZUENDKERZE DURCH HOHE KM-LEISTUNG VERSCHLISSEN
 D261 = ZUENDKERZE DES 1. ZYLINDERS DEFEKT
 D262 = ZUENDKERZE DES 2. ZYLINDERS DEFEKT
 D263 = ZUENDKERZE DES 3. ZYLINDERS DEFEKT
 D264 = ZUENDKERZE DES 4. ZYLINDERS DEFEKT
 D265 = ZUENDKERZE DES 5. ZYLINDERS DEFEKT
 D266 = ZUENDKERZE DES 6. ZYLINDERS DEFEKT

4. KLASSE:
 D114 = ZUENDSPULE
 D111 = FRUEHZUEUNDUNG
 D5 = DEFEKT IN DER VERGASERANLAGE
 D128 = MOTOR LAEUFT NICHT AUF ALLEN ZYLINDERN
 D112 = SPAETZUEUNDUNG
 D3 = DEFEKT IN DER VENTILSTEUERUNG
 D4 = DEFEKT IN DER KRAFTSTOFFANLAGE
 D7 = DEFEKT IN DER STARTERANLAGE
 (OUT) (OUT)

5. KLASSE:
 6. KLASSE:
 7. KLASSE:
 (OUT) (OUT)

(53) (OUT) R07002 BEKANNT: TRUJE
 (IN) WENN D129 1 3 ZUENDKERZEN VON AUSGESCHLOSSEN BIS UNWAHRSCHEINLICH
 (OUT) F51 W5 ZUENDABSCHNITT = ABWEICHUNGEN, IN DER HOEHE DER ZUENDSPANNUNG
 (OUT) F5150 W2 ZUENDSPANNUNG = EIN.ZYLINDER.>.RESTLICHEN.ZYLINDERN
 (OUT) ODER D129 1 3 ZUENDKERZEN VON AUSGESCHLOSSEN BIS UNWAHRSCHEINLICH
 (OUT) F5154 W1 ZUENOLINIE.DES.>.ZYL = KUERZER
 (OUT) DANN FADD D70 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER 400
 (OUT) (OUT) e
 (IN) F6605 = ELEKTRODENABSTAND
 (OUT) ELEKTRODENABSTAND
 (OUT) BEZOGEN AUF DEN SOLLWERT IST DIESER:
 (OUT) 1 = ZU.GROSS
 (OUT) 2 = IN.DRONUNG
 (OUT) 3 = ZU.KLEIN
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 2
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D129 = ZUENDKERZEN = AUSGESCHLOSSEN
 (OUT) (OUT) D70 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER
 (OUT) NEXT: F45 = AUSPUFF
 (OUT) F45 = AUSPUFF
 (OUT) HABEN SIE SCHON EINMAL DARAUFGEAHTET, WELCHE FARBE DAS
 (OUT) AUSPUFFINNENROHR HAT?
 (OUT) 1 = JA
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) v d129.b
 (IN) D129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) BEGRUENDUNG VON D129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) -30 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 (OUT) 80 F43 W4 ZUENDAUSSETZER = BEI.HOEHEN.DREHZAHLEN
 (OUT) 100 F43 W3 ZUENDAUSSETZER = IM.VOLLASTBEREICH
 (OUT) 20 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 (OUT) 20 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 (OUT) 20 R12902 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSSETZER
 (OUT) F41 W4 FAHRVERHALTEN = ZUENDKERZEN
 (OUT) 80 R12903 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDKERZEN
 (OUT) F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER.LEISTUNGSABFALL.DES.MOTORS
 (OUT) 30 R12907 F34 W1 KLOPFSITUATION = UNTER.VOLLAST
 (OUT) 40 F3110 W2 MOTOR.ANGESPRUNGEN = MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
 (OUT) -10 R12913 F44 NON W1 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.KALTEM.MOTOR
 (OUT) F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR
 (OUT) -10 R12914 F4102 NON W3 RUCKELN UNGLEICH BEIM.BESCHLEUNIGEN
 (OUT) F4160 NON W4 FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT
 (OUT) (OUT) 100 F5150 W2 ZUENDSPANNUNG = EIN.ZYLINDER.>.RESTLICHEN.ZYLINDERN
 (OUT) (OUT) -500 R12908 F6610 W1 ZUENDKERZENABSTAND = JA
 (OUT) F6601 W2 ZUENDKERZENABNUTZUNG = MITTELALTE.KERZE
 (OUT) F6602 W1 ZUENDKERZENGEFANGSICHT = NORMAL
 (OUT) (OUT) =====>

(54) (OUT) R07002 BEKANNT: TRUJE
 (IN) WENN D129 1 3 ZUENDKERZEN VON AUSGESCHLOSSEN BIS UNWAHRSCHEINLICH
 (OUT) F51 W5 ZUENDABSCHNITT = ABWEICHUNGEN, IN DER HOEHE DER ZUENDSPANNUNG
 (OUT) F5150 W2 ZUENDSPANNUNG = EIN.ZYLINDER.>.RESTLICHEN.ZYLINDERN
 (OUT) ODER D129 1 3 ZUENDKERZEN VON AUSGESCHLOSSEN BIS UNWAHRSCHEINLICH
 (OUT) F5154 W1 ZUENOLINIE.DES.>.ZYL = KUERZER
 (OUT) DANN FADD D70 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER 400
 (OUT) (OUT) e
 (IN) F6605 = ELEKTRODENABSTAND
 (OUT) ELEKTRODENABSTAND
 (OUT) BEZOGEN AUF DEN SOLLWERT IST DIESER:
 (OUT) 1 = ZU.GROSS
 (OUT) 2 = IN.DRONUNG
 (OUT) 3 = ZU.KLEIN
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 2
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D129 = ZUENDKERZEN = AUSGESCHLOSSEN
 (OUT) (OUT) D70 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER
 (OUT) NEXT: F45 = AUSPUFF
 (OUT) F45 = AUSPUFF
 (OUT) HABEN SIE SCHON EINMAL DARAUFGEAHTET, WELCHE FARBE DAS
 (OUT) AUSPUFFINNENROHR HAT?
 (OUT) 1 = JA
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) v d129.b
 (IN) D129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) BEGRUENDUNG VON D129 = ZUENDKERZEN
 (OUT) -30 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 (OUT) 80 F43 W4 ZUENDAUSSETZER = BEI.HOEHEN.DREHZAHLEN
 (OUT) 100 F43 W3 ZUENDAUSSETZER = IM.VOLLASTBEREICH
 (OUT) 20 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 (OUT) 20 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 (OUT) 20 R12902 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSSETZER
 (OUT) F41 W4 FAHRVERHALTEN = ZUENDKERZEN
 (OUT) 80 R12903 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDKERZEN
 (OUT) F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER.LEISTUNGSABFALL.DES.MOTORS
 (OUT) 30 R12907 F34 W1 KLOPFSITUATION = UNTER.VOLLAST
 (OUT) 40 F3110 W2 MOTOR.ANGESPRUNGEN = MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
 (OUT) -10 R12913 F44 NON W1 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.KALTEM.MOTOR
 (OUT) F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR
 (OUT) -10 R12914 F4102 NON W3 RUCKELN UNGLEICH BEIM.BESCHLEUNIGEN
 (OUT) F4160 NON W4 FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT
 (OUT) (OUT) 100 F5150 W2 ZUENDSPANNUNG = EIN.ZYLINDER.>.RESTLICHEN.ZYLINDERN
 (OUT) (OUT) -500 R12908 F6610 W1 ZUENDKERZENABSTAND = JA
 (OUT) F6601 W2 ZUENDKERZENABNUTZUNG = MITTELALTE.KERZE
 (OUT) F6602 W1 ZUENDKERZENGEFANGSICHT = NORMAL
 (OUT) (OUT) =====>

(58) (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D69 = VERDACHT.AUF.GRUNDEINSTELLUNG.VERGASER = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
(OUT) NEXT: D70 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER
(OUT) NEXT: D116 = VERTEILERDECKEL
(OUT) NEXT: D117 = VERDACHT.AUF.UNTERRECHERKONTAKT
(OUT) ZWISCHENRESULTAT: D117 = VERDACHT.AUF.UNTERRECHERKONTAKT = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
(OUT) NEXT: D117 = VERDACHT.AUF.UNTERRECHERKONTAKT
(OUT) NEXT: D119 = SCHLIESSWINKEL.ZU.GROSS
(OUT) F5002 = SCHLIESSWINKEL
(OUT) WIE STEHT DER SCHLIESSWINKEL?
(OUT) 1 = ZU.KLEIN
(OUT) 2 = * RICHTIG
(OUT) 3 = ZU.GROSS
(OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
(OUT) ?
(IN) u d69.b
(OUT) D69 = VERDACHT.AUF.GRUNDEINSTELLUNG.VERGASER
(OUT) BEGUEUNDUNG VON D69 = VERDACHT.AUF.GRUNDEINSTELLUNG.VERGASER
(OUT) -115 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
(OUT) 5 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
(OUT) 10 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-ZUEBERGANGSVERHALTEN
(OUT) -50 R06904 F33 NON W3 MOTORSTOP UNGLEICH MOTOR.STIRBT.IM.LEERLAUF.LEICHT.AB
(OUT) F33 NON W8 MOTORSTOP UNGLEICH MOTOR.GEHT.BEIM.TRETEN.DER.KUPPLUNG.AUS
(OUT) -80 R06905 F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR
(OUT) (OUT)
(IN) B
(OUT) F5002 = SCHLIESSWINKEL
(OUT) WIE STEHT DER SCHLIESSWINKEL?
(OUT) 1 = ZU.KLEIN
(OUT) 2 = * RICHTIG
(OUT) 3 = ZU.GROSS
(OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
(OUT) ?
(OUT) 2
(OUT) (IN)
(OUT) NEXT: D121 = FLIEHKRAFTREGLER
(OUT) NEXT: D122 = UNTERDRUCKREGLER.DES.VERTEILERS
(OUT) NEXT: D123 = ZUENDKONDENSATOR
(OUT) NEXT: D124 = ENTSTOERWIDERSTAND
(OUT) NEXT: D130 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.NIEDRIG
(OUT) NEXT: D131 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.HOCH
(OUT) NEXT: D132 = GEWINDE.DER.ZUENDKERZE.ZU.LANG
(OUT) NEXT: D133 = GEWINDE.DER.ZUENDKERZE.ZU.KURZ
(OUT) NEXT: D134 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.KLEIN
(OUT) NEXT: D135 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.GROSS
(OUT) NEXT: D136 = ZUENDKERZE.DURCH.HOHE.KM-LEISTUNG.VERSCHLISSEN
(OUT) NEXT: D261 = ZUENDKERZE.DES.1.ZYLINDERS.DEFEKT
(OUT) NEXT: D262 = ZUENDKERZE.DES.2.ZYLINDERS.DEFEKT
(OUT) NEXT: D263 = ZUENDKERZE.DES.3.ZYLINDERS.DEFEKT
(OUT) NEXT: D264 = ZUENDKERZE.DES.4.ZYLINDERS.DEFEKT
(OUT) NEXT: D265 = ZUENDKERZE.DES.5.ZYLINDERS.DEFEKT
(OUT) NEXT: D266 = ZUENDKERZE.DES.6.ZYLINDERS.DEFEKT
(OUT) (OUT)

(OUT) NEXT: D118 = UNTERBRECHERKONTAKT.VERSCHLISSEN
 (OUT) NEXT: D118 = UNTERBRECHERKONTAKT.VERSCHLISSEN
 (OUT) NEXT: D070 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER
 (OUT) NEXT: D114 = ZUENDSPULE
 (OUT) NEXT: D111 = FRAEHZUENDUNG
 (OUT) NEXT: D05 = DEFECT.IN.DER.VERGASERANLAGE
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D5 = DEFECT.IN.DER.VERGASERANLAGE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 (OUT) (OUT)

(59)

(OUT) NEXT: D60 = UNDICHTES.ANSAUGSYSTEM
 (OUT) BEZUG DER FRAGE: FAHRVERHALTEN = FAHREN.UNTER.VOLLAST
 (OUT) F4130 = VOLLAST
 (OUT) "FAHREN UNTER VOLLAST"
 (OUT) WANN TRETEN DIE FAHRFEHLER AUF?
 (OUT) 1 = * BEIM.LANGSAMEN.VOLLGASGEBEN
 (OUT) 2 = * BEIM.SCHNELLEN.VOLLGASGEBEN
 (OUT) 3 = * BEIM.WECHSEL.VOLLGASGEBEN/VOLLGASWEGNEHMEN
 (OUT) 4 = * BEI.KONSTANTER.GESCHWINDIGKEIT
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) (OUT)

(60)

(IN) v d60.b
 (OUT) D60 = UNDICHTES.ANSAUGSYSTEM
 (OUT) BEGRUENDUNG VON D60 = UNDICHTES.ANSAUGSYSTEM
 (OUT) 0 PUNKTE = NICHT.GEPRUEFT
 (OUT) (OUT)
 (IN) 6
 (OUT) BEZUG DER FRAGE: FAHRVERHALTEN = FAHREN.UNTER.VOLLAST
 (OUT) F4130 = VOLLAST
 (OUT) "FAHREN UNTER VOLLAST"
 (OUT) WANN TRETEN DIE FAHRFEHLER AUF?
 (OUT) 1 = BEIM.LANGSAMEN.VOLLGASGEBEN
 (OUT) 2 = * BEIM.SCHNELLEN.VOLLGASGEBEN
 (OUT) 3 = * BEIM.WECHSEL.VOLLGASGEBEN/VOLLGASWEGNEHMEN
 (OUT) 4 = * BEI.KONSTANTER.GESCHWINDIGKEIT
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) (OUT)
 (IN) 3

(61)

(OUT) NEXT: D61 = VERSCHMUTZTER.LUFTFILTER
 (OUT) BEZUG DER FRAGE: LANGSTRECKE UNGLEICH UNTER.5.PROZENT
 (OUT) F4512 = BAB/AUSPUFF
 (OUT) HABEN SIE SCHON EINMAL NACH/WAERHEND EINER LAENGEREN AUTOBAHNFABRT AUF
 (OUT) DIE FARBE DES AUSPUFFINNENROHRES GEACHTET?
 (OUT) 1 = JA
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) (OUT)
 (IN) v d60.b
 (OUT) D60 = UNDICHTES.ANSAUGSYSTEM
 (OUT) BEGRUENDUNG VON D60 = UNDICHTES.ANSAUGSYSTEM
 (OUT) 0 PUNKTE = NEUTRAL
 (OUT) 50 F33 W4 MOTORSTOP = MOTOR.STIRBT.BEIM.BREMSEN
 (OUT) 20 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-ZUEBERGANGSVERHALTEN
 (OUT) 20 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG

(OUT) ZWISCHENRESULTAT: D68 = DEFEKT.IM.LEERLAUFSYSTEM = UNWAHRSCHEINLICH
 (OUT) NEXT: D75 = DEFEKT.IM.SCHWIMMERKAMMERSYSTEM
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D75 = DEFEKT.IM.SCHWIMMERKAMMERSYSTEM = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 (OUT) NEXT: D76 = SCHWIMMERKAMMERAUSSENBELEUEFTUNG
 (OUT) NEXT: D77 = SCHWIMMERSTAND.NIVEAU.ZU.TIEF
 (OUT) NEXT: D78 = SCHWIMMERNADELVENTIL
 (OUT) NEXT: D79 = SCHWIMMER.KLEMMT/UNDICHT
 (OUT) NEXT: D80 = KRAFTSTOFFZULAU.F.ZUR.RESERVEKAMMER.DER.2.STUFE.VERSTOPFT
 (OUT) NEXT: D81 = DEFEKT.IM.DER.STARTEINRICHTUNG
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D81 = DEFEKT.IM.DER.STARTEINRICHTUNG = UNWAHRSCHEINLICH
 (OUT) NEXT: D89 = DEFEKT.IM.BESCHLEUNIGUNGSSYSTEM
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D89 = DEFEKT.IM.BESCHLEUNIGUNGSSYSTEM = WAHRSCHEINLICH
 (OUT) NEXT: D94 = DEFEKT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.1.STUFE
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D94 = DEFEKT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.1.STUFE = WAHRSCHEINLICH
 (OUT) NEXT: D102 = DEFEKT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.2.STUFE
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D102 = DEFEKT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.2.STUFE = AUSGESCHLOSSEN
 (OUT) NEXT: D107 = VERGASER.VEREIST
 (OUT) F10 = AUSSENTEMPERATUR
 (OUT) WIE IST DIE AUSSENTEMPERATUR HEUTE?
 (OUT) 1 = UNTER.-10.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 2 = -10.BIS.0.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 3 = 0.BIS.10.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 4 = 10.BIS.20.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 5 = 20.BIS.30.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 6 = UEBER.30.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) W 1
 (IN) DIE FRAGE DIENT DER UEBERPRUEFUNG DER DIAGNOSE VERGASER.VEREIST (D107)
 (OUT) PROZEDUR: VERGASER.VEREIST.A (P107A)
 (OUT) AKTIVE REGEL(N): F10 W2 AUSSENTEMPERATUR = -10.BIS.0.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 50 F10 W3 AUSSENTEMPERATUR = 0.BIS.10.GRAD.CELSIUS
 (OUT) FRAGE: AUSSENTEMPERATUR (F10)
 (OUT) ?
 (IN) F10 = AUSSENTEMPERATUR
 (OUT) WIE IST DIE AUSSENTEMPERATUR HEUTE?
 (OUT) 1 = UNTER.-10.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 2 = -10.BIS.0.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 3 = 0.BIS.10.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 4 = 10.BIS.20.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 5 = 20.BIS.30.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 6 = UEBER.30.GRAD.CELSIUS
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 4

(OUT) AUSGESCHLOSSEN:

D71 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.FETT
 D93 = DAMPFBLASENBILDUNG.IN.DER.BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
 D88 = STARTERKLAPPE/LUFTKLAPPE.1.VERGASERATUFE
 D107 = VERGASER.VEREIST
 D79 = SCHWIMMER.KLEMMT/UNDICHT
 D66 = GASZUG.GERISSEN
 D64 = VERGASERGEHAEUSE.RISS/DICHTUNG
 D63 = KRAFTSTOFFRUECKLAUFVENTIL.DEFEKT
 D134 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.KLEIN
 D132 = GEWINDE.DER.ZUENDKERZE.ZU.LANG
 D123 = ZUENDKONDENSATOR
 D122 = UNTERDRUCKREGLER.DES.VERTEILERS
 D120 = SCHLIESSWINKEL.ZU.KLEIN
 D127 = ZUENDFOLGE.VERTAUSCHT
 D125 = VERTEILERWELLE.AUSGESCHLAGEN
 D113 = ZUENDANLASSCHALTER

2. GROB- UND ZWISCHENDIAGNOSEN:
 HOECHSTWAHRSCHEINLICH: D6 = DEFEKT.IN.DER.ZUENDANLAGE
 D115 = ZUENDVERTEILER
 D117 = VERDACHT.AUF.UNTERBRECHERKONTAKT
 D5 = DEFEKT.IN.DER.VERGASERANLAGE
 D75 = DEFEKT.IM.SCHWIMMERKAMMERSYSTEM
 D110 = VERDACHT.AUF.ZUENDEINSTELLUNG
 D89 = DEFEKT.IM.BESCHLEUNIGUNGSSYSTEM
 D94 = DEFEKT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.1.STUFE
 D68 = DEFEKT.IM.LEERLAUFSYSTEM
 D81 = DEFEKT.IN.DER.STARTEINRICHTUNG
 D69 = VERDACHT.AUF.GRUNDEINSTELLUNG.VERGASER
 D129 = ZUENDKERZEN
 D102 = DEFEKT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.2.STUFE

WAHRSCHEINLICH:
 UNWAHRSCHEINLICH:
 NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN:
 AUSGESCHLOSSEN:

FOLGENDEN (SCHWACHEN) HINWEISEN WURDE NICHT VOLLSTAENDIG NACHGEGANGEN:
 6. KLASSE:
 D96 = BYPASSBOHRUNG.DER.1.STUFE
 D61 = VERSCHMUTZTER.LUFTFILTER
 D136 = ZUENDKERZE.DURCH.HOHE.KM-LEISTUNG.VERSCHLISSEN
 D133 = GEWINDE.DER.ZUENDKERZE.ZU.KURZ
 D131 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.HOCH
 D130 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.NIEDRIG
 D124 = ENTSTOERWIDERSTAND
 D128 = MOTOR.LAEUFT.NICHT.AUF.ALLEN.ZYLINDERN
 D112 = SPAETZUENDUNG
 T56 = BESTIMMUNG.ZUENDZEITPUNKT
 T54 = D521.TEST.ZUENDSPULE
 T60 = SONDERPRUEFUNG.CO-WERT/LEISTUNGSSTAND
 T67 = SICHTKONTROLLE.UNTERBRECHERKONTAKT
 D3 = DEFEKT.IN.DER.VENTILSTEUERUNG
 D4 = DEFEKT.IN.DER.KRAFTSTOFFANLAGE
 D7 = DEFEKT.IN.DER.STARTERANLAGE

7. KLASSE:

SIE HABEN FOLGENDE MOEGlichkeiten:

F = FORTSETZUNG DER SITZUNG (ABARBEITUNG ALLER HINWEISE)
 W = WARUM-OPTION
 B = BEENDIGUNG DER SITZUNG
 EINGABE EINER DIAGNOSENUMMER = AUFLISTUNG ALLER RELEVANTEN BEFUNDE

f NEXT: D96 = BYPASSBOHRUNG.DER.1.STUFE

(OUT) T60 = SONDERPRAEFUNG.CO-WERT/LEISTUNGSSTAND
 (OUT) NEXT: ZUR KLAERUNG FOLGENDER DIAGNOSEN:
 (OUT) GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER BYPASSBOHRUNG.DER.1.STUFE
 (OUT) SOLLTE DIE TECHNISCHE UNTERSUCHUNG: SONDERPRAEFUNG.CO-WERT/LEISTUNGSSTAND
 (OUT) DURCHGEFUERT WERDEN.
 (OUT) FT60 = AUSWERTUNG.SONDERPRAEFUNG.CO-WERT/LEISTUNGSSTAND
 (OUT) * SOLL SIE AUF WEITERE DIAGNOSEN AUSGEWERTET WERDEN?
 (OUT) 1 = UNTERSUCHUNG.NICHT.DURCHFUEHRBAR
 (OUT) 2 = VERSCHMUTZTER.LUFTFILTER
 (OUT) 3 = BYPASSBOHRUNG.DER.1.STUFE
 (OUT) 4 = BYPASSBOHRUNG.DER.2.STUFE.VERSTOPFT
 (OUT) 5 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER
 (OUT) 6 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.FETT
 (OUT) 7 = CO-WERT.IM.BYPASSBEREICH.ZU.NIEDRIG
 (OUT) 8 = CO-WERT.IM.BYPASSBEREICH.ZU.HOCH
 (OUT) 9 = CO-WERT.IM.UNTEREN.TEILLASTBEREICH.ZU.MAGER
 (OUT) 10 = CO-WERT.IM.OBEREN.TEILLASTBEREICH.ZU.FETT
 (OUT) 11 = CO-WERT.IM.OBEREN.TEILLASTBEREICH.ZU.MAGER
 (OUT) 12 = CO-WERT.IM.OBEREN.TEILLASTBEREICH.ZU.FETT
 (OUT) 13 = CO-WERT.IM.VOLLASTBEREICH.ZU.MAGER
 (OUT) 14 = CO-WERT.IM.VOLLASTBEREICH.ZU.FETT
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 5
 (IN)
 (OUT) F60 = LEERLAUF.CO
 (OUT) WIE HOCH LIEGT DER CO-WERT IM LEERLAUF?
 (OUT) 1 = * <.0.5.PROZENT
 (OUT) 2 = 0.5.BIS1.5.PROZENT
 (OUT) 3 = * >.1.5.PROZENT
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 1
 (IN)
 (OUT) F61 = BYPASS.CO
 (OUT) WIE HOCH LIEGT DER CO-WERT IM BYPASSBEREICH?
 (OUT) 1 = * <.0.5.PROZENT
 (OUT) 2 = 0.5.BIS1.5.PROZENT
 (OUT) 3 = * >.1.5.PROZENT
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 1
 (IN)
 (OUT) D61 = VERSCHMUTZTER.LUFTFILTER
 (OUT) D61 = VERSCHMUTZTER.LUFTFILTER
 (OUT) D136 = ZUENDKERZE.DURCH.HOHE.KM-LEISTUNG.VERSCHLISSEN
 (OUT) F6604 = ELEKTRODENGESICHT
 (OUT) WIE SIEHT DIE ELEKTRODE AUS?
 (OUT) 1 = NORMAL.ABGERANNT
 (OUT) 2 = BLAU.UEBERHITZT
 (OUT) 3 = MIT.SCHMELZPERLEN.VERSETZT
 (OUT) 4 = ANGEFRESSEN
 (OUT) 5 = NIEDERGESCHMOLZEN
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN

(OUT) ?
 (OUT) 1
 (IN) NEXT: D133 = GEWINDE.DER.ZUENDKERZE.ZU.KURZ
 (OUT) F6607 = GEWINDELAENGE
 (OUT) GEWINDELAENGE DER ZUENDKERZE
 (OUT) BEZOGEN AUF DIE VORGESCHRIEBENE GEWINDELAENGE, IST DIE GEWINDELAENGE
 (OUT) DER VORLIEGENDEN KERZE:
 (OUT) 1 = ZU.KURZ
 (OUT) 2 = RICHTIG.GEWAEHLT
 (OUT) 3 = ZU.LANG
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) u d136.b
 (IN) D136 = ZUENDKERZE.DURCH.HOHE.KM-LEISTUNG.VERSCHLISSEN
 (OUT) BEGRUENDUNG VON D136 = ZUENDKERZE.DURCH.HOHE.KM-LEISTUNG.VERSCHLISSEN
 (OUT) 300 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 (OUT) 100 F6610 W1 ZUENDKERZENBILD= = J1
 (OUT) 200 F6604 W1 ELEKTRODEMGESICHT = NORMAL.ABGERANNT
 (OUT) (OUT)
 (OUT) (IN) e
 (OUT) F6607 = GEWINDELAENGE
 (OUT) GEWINDELAENGE DER ZUENDKERZE
 (OUT) BEZOGEN AUF DIE VORGESCHRIEBENE GEWINDELAENGE, IST DIE GEWINDELAENGE
 (OUT) DER VORLIEGENDEN KERZE:
 (OUT) 1 = ZU.KURZ
 (OUT) 2 = RICHTIG.GEWAEHLT
 (OUT) 3 = ZU.LANG
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 2
 (IN) NEXT: D131 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.HOCH
 (OUT) F6606 = WAERMEWERT
 (OUT) WAERMEWERT DER ZUENDKERZE
 (OUT) BEZOGEN AUF DEN VORGESCHRIEBENEN WAERMEWERT, IST DER WAERMEWERT DER
 (OUT) VORLIEGENDEN ZUENDKERZE:
 (OUT) 1 = 2.UND.MEHR.STUFEN.ZU.NIEDRIG
 (OUT) 2 = 1.STUFE.ZU.NIEDRIG
 (OUT) 3 = RICHTIG.GEWAEHLT
 (OUT) 4 = 1.STUFE.ZU.HOCH
 (OUT) 5 = 2.UND.MEHR.STUFEN.ZU.HOCH
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 3
 (IN) NEXT: D130 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.NIEDRIG
 (OUT) D124 = ENTSTOERWIDERSTAND
 (OUT) NEXT: D128 = MOTOR.LAEUFT.NICHT.AUF.ALLEN.ZYLINDERN
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D128 = MOTOR.LAEUFT.NICHT.AUF.ALLEN.ZYLINDERN = NEUTRAL

(OUT) NEXT: D112 = SPAETZUENDUNG
 (OUT) NEXT: T56 = BESTIMMUNG.ZUENDZEITPUNKT
 (OUT) ZUR KLAERUNG FOLGENDER DIAGNOSEN:
 (OUT) FRAEHZUENDUNG SPAETZUENDUNG
 (OUT) SOLLTE DIE TECHNISCHE UNTERSUCHUNG: BESTIMMUNG.ZUENDZEITPUNKT
 (OUT) DURCHGEFUHRT WERDEN.
 (OUT) FT56 = AUSWERTUNG.BESTIMMUNG.ZUENDZEITPUNKT
 (OUT) * SOLL SIE AUF WEITERE DIAGNOSEN AUSGEWERTET WERDEN?
 (OUT) 1 = UNTERSUCHUNG.NICHT.DURCHFUEHRBAR
 (OUT) 2 = FRAEHZUENDUNG
 (OUT) 3 = SPAETZUENDUNG
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 0
 (IN)
 (OUT)
 (OUT) FS6 = ZUENDZEITPUNKT
 (OUT) GEBEN SIE DEN ZUENDZEITPUNKT AN:
 (OUT) 1 = * >.5.GRAD.VOR.OT
 (OUT) 2 = 5.GRAD.VOR.OT
 (OUT) 3 = 4.GRAD.VOR.OT
 (OUT) 4 = 3.GRAD.VOR.OT
 (OUT) 5 = 2.GRAD.VOR.OT
 (OUT) 6 = OT.+/-.1.GRAD
 (OUT) 7 = 2.GRAD.NACH.OT
 (OUT) 8 = 3.GRAD.NACH.OT
 (OUT) 9 = 4.GRAD.NACH.OT
 (OUT) 10 = 5.GRAD.NACH.OT
 (OUT) 11 = * >.5.GRAD.NACH.OT
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 6
 (IN)
 (OUT) NEXT: T54 = OSZI.TFST.ZUENDSPULE
 (OUT) ZUR KLAERUNG FOLGENDER DIAGNOSEN:
 (OUT) ZUENDSPULE
 (OUT) SOLLTE DIE TECHNISCHE UNTERSUCHUNG: OSZI.TEST.ZUENDSPULE
 (OUT) DURCHGEFUHRT WERDEN.
 (OUT) FT54 = AUSWERTUNG.OSZI.TEST.ZUENDSPULE
 (OUT) * SOLL SIE AUF WEITERE DIAGNOSEN AUSGEWERTET WERDEN?
 (OUT) 1 = UNTERSUCHUNG.NICHT.DURCHFUEHRBAR
 (OUT) 2 = ZUENDSPULE
 (OUT) 3 = VERTEILERDECKEL
 (OUT) 4 = ZUENDKONDENSATOR
 (OUT) 5 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.KLEIN
 (OUT) 6 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.GROSS
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 1
 (IN)
 (OUT) NEXT: T67 = SICHTKONTROLLE.UNTERBRECHERKONTAKT
 (OUT) ZUR KLAERUNG FOLGENDER DIAGNOSEN:
 (OUT) UNTERBRECHERKONTAKT.VERSCHLISSEN
 (OUT) SOLLTE DIE TECHNISCHE UNTERSUCHUNG: SICHTKONTROLLE.UNTERBRECHERKONTAKT

(OUT) DURCHGEFUEHRT WERDEN.
 (OUT) FT67 = AUSWERTUNG.SICHTKONTROLLE.UNTERBRECHERKONTAKT
 (OUT) * SOLL SIE AUF WEITERE DIAGNOSEN AUSGEWERTET WERDEN?
 (OUT) 1 = UNTERSUCHUNG.NICHT.DURCHFUEHRBAR
 (OUT) 2 = UNTERBRECHERKONTAKT.VERSCHLISSEN
 (OUT) 3 = ZUENDKONDENSATOR
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 1
 (IN)
 (OUT) NEXT: D3 = DEFECT.IN.DER.VENTILSTEUERUNG
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D3 = DEFECT.IN.DER.VENTILSTEUERUNG = NEUTRAL
 (OUT) (OUT)
 (OUT) NEXT: D4 = DEFECT.IN.DER.KRAFTSTOFFANLAGE
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D4 = DEFECT.IN.DER.KRAFTSTOFFANLAGE = WAHRSCHEINLICH
 (OUT) (OUT)
 (OUT) NEXT: D40 = VERMUTLICH.FALSCH.KRAFTSTOFFQUALITAET
 (OUT) F47 = KRAFTSTOFFSORTE
 (OUT) TANKEN SIE IMMER DIE VORGESCHRIEBENE KRAFTSTOFFQUALITAET?
 (OUT) 1 = MEISTENS
 (OUT) 2 = JA.IMMER
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 2
 (IN)
 (OUT) NEXT: D41 = DEFECT.KRAFTSTOFFPUMPE
 (OUT) ZWISCHENRESULTAT: D41 = DEFECT.KRAFTSTOFFPUMPE = NEUTRAL
 (OUT) (OUT)
 (OUT) NEXT: D45 = DAMPFBLASENBILDUNG.IM.DER.KRAFTSTOFFPUMPE.DURCH.UEBERHITZUNG
 (OUT) D46 = KRAFTSTOFFPUMPENFILTER.VERSCHMUTZT
 (OUT) D47 = SAUGLEITUNG.ZUR.KRAFTSTOFFPUMPE
 (OUT) D48 = UNTERDRUCK.IM.KRAFTSTOFFBEHAELTER
 (OUT) D49 = KRAFTSTOFFBEHAELTER.LEER
 (OUT) F0910 = TANK
 (OUT) WIE VOLL IST DER TANK?
 (OUT) 1 = GANZ
 (OUT) 2 = 3/4
 (OUT) 3 = 1/2
 (OUT) 4 = 1/4
 (OUT) 5 = LEER
 (OUT) 6 = RESERVE
 (OUT) 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
 (OUT) ?
 (OUT) 2
 (IN)
 (OUT) NEXT: D50 = KRAFTSTOFFBEHAELTER/-LEITUNGEN.UNDICHT
 (OUT) D51 = DEFECT.BENZINUHR/DEFEKTER.GEBER.DER.KRAFTSTOFFANZEIGE
 (OUT) D51 = DEFECT.BENZINUHR/DEFEKTER.GEBER.DER.KRAFTSTOFFANZEIGE
 (OUT) D249 = VERMINDETE.KRAFTSTOFFQUALITAET
 (OUT) D7 = DEFECT.IN.DER.STARTERANLAGE
 (OUT) F3201 = ANLASSER/LICHT
 (OUT) HABEN SIE VIELLEICHT SCHON EINMAL FOLGENDE BEOBACHTUNG GEMACHT:
 (OUT) WENN SIE EINEN STARTVERSUCH MIT EINGESCHALTETEM ABLENDLICHTDURCHFUEHREN,
 (OUT) LEUCHTET DAS ABLENDLICHT WAEREND DES STARVORGANDES ERHEBLICH DUNKLER?
 (OUT)

- 1 = BEOBACHTUNG, NICHT GEMACHT
- 2 = * JA
- 3 = * NEIN
- 0 = NEIN / KEINE DER BISHERIGEN ALTERNATIVEN
- ?
- 1

ZWISCHENRESULTAT: D7 = DEFECT, IN DER STARTERANLAGE = NEUTRAL

NEXT: NIL = NIL

ERGEBNISSE: *****

1. UEBERSICHT UEBER ENDDIAGNOSEN:

- GESICHERT: D70 = GRUNDEINSTELLUNG, ZU, MAGER
- HOECHSTWAHRSCHEINLICH: D136 = ZUENDKERZE, DURCH, HOHE, KM-LEISTUNG, VERSCHLISSEN
- D60 = UNDICHTES, ANSAUGSYSTEM
- D126 = ZUENDKABEL, WACKELKONTAKT/OXIDATION/SPANNUNGSABFALL/NEBENSCHLUSS
- D249 = VERMINDERTE, KRAFTSTOFFQUALITAET
- D118 = UNTERBRECHERKONTAKT, VERSCHLISSEN
- D114 = ZUENDSPULE

WAHRSCHEINLICH:

- D90 = BESCHLEUNIGUNGSPUMPE, DEFECT/FALSCH, EINGESTELLT
- D97 = HAUPTDUESE/DUESAENNADEL, DER, 1. STUFE
- D78 = SCHWIMMERNADELVENTIL
- D65 = VERGASERGASTAENGE/GASZUG
- D121 = FLIEHKRAFTREGLER
- D119 = SCHLIESSWINKEL, ZU, GROSS
- D51 = DEFECTE, BENZINUHR/DEFEKTER, GEBER, DER, KRAFTSTOFFANZEIGE
- D47 = SAUGLEITUNG, ZUR, KRAFTSTOFFPUMPE
- D124 = ENTSTOERWIDERSTAND

NEUTRAL:

- D61 = VERSCHMUTZTER, LUFTFILTER
- D96 = BYPASSBOHRUNG, DER, 1. STUFE
- D92 = SAUG-/DRUCKVENTIL, DER, BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
- D99 = VORZERSTAEUBER
- D95 = DEFECTE, DROSSELKLAPPE, DER, 1. STUFE
- D77 = SCHWIMMERSTAND, NIVEAU, ZU, TIEF
- D76 = SCHWIMMERKAMMER, RAUSENBELEUEFTUNG
- D67 = EINSATZBEDINGUNGEN/FAHRSTIL/BEDIENUNGSEHLER
- D62 = KRAFTSTOFFFILTER, DES, VERGASEREINLAUFSYSTEMS
- D100 = KULISSE, FUER, DROSSELKLAPPE, DER, 1. STUFE
- D98 = UEBERGANGS-/SKALIERUNGSBOHRUNG, DER, 1. STUFE
- D80 = KRAFTSTOFFZULAU, ZUR, RESERVEKAMMER, DER, 2. STUFE, VERSTOPFT
- D135 = ELEKTRODENABSTAND, DER, ZUENDKERZE, ZU, GROSS
- D116 = VERTEILERDECKEL

UNWAHRSCHEINLICH:

- D49 = KRAFTSTOFFBEHAELTER, LEER
- D48 = UNTERDRUCK, IM, KRAFTSTOFFBEHAELTER
- D91 = HUBBEGRENZUNG, DER, BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
- D101 = STABILISIERUNGSBOHRUNG
- D266 = ZUENDKERZE, DES, 6. ZYLINDERS, DEFECT
- D265 = ZUENDKERZE, DES, 5. ZYLINDERS, DEFECT
- D264 = ZUENDKERZE, DES, 4. ZYLINDERS, DEFECT
- D263 = ZUENDKERZE, DES, 3. ZYLINDERS, DEFECT
- D262 = ZUENDKERZE, DES, 2. ZYLINDERS, DEFECT
- D261 = ZUENDKERZE, DES, 1. ZYLINDERS, DEFECT
- D71 = GRUNDEINSTELLUNG, ZU, FETT
- D50 = KRAFTSTOFFBEHAELTER/-LEITUNGEN, UNDICHT
- D46 = KRAFTSTOFFPUMPENFILTER, VERSCHMUTZT

NAHEZU, AUSGESCHLOSSEN:

- D91 = HUBBEGRENZUNG, DER, BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
- D101 = STABILISIERUNGSBOHRUNG
- D266 = ZUENDKERZE, DES, 6. ZYLINDERS, DEFECT
- D265 = ZUENDKERZE, DES, 5. ZYLINDERS, DEFECT
- D264 = ZUENDKERZE, DES, 4. ZYLINDERS, DEFECT
- D263 = ZUENDKERZE, DES, 3. ZYLINDERS, DEFECT
- D262 = ZUENDKERZE, DES, 2. ZYLINDERS, DEFECT
- D261 = ZUENDKERZE, DES, 1. ZYLINDERS, DEFECT
- D71 = GRUNDEINSTELLUNG, ZU, FETT
- D50 = KRAFTSTOFFBEHAELTER/-LEITUNGEN, UNDICHT
- D46 = KRAFTSTOFFPUMPENFILTER, VERSCHMUTZT

AUSGESCHLOSSEN:

- D50 = KRAFTSTOFFBEHAELTER/-LEITUNGEN, UNDICHT
- D46 = KRAFTSTOFFPUMPENFILTER, VERSCHMUTZT

(OUT) PRETTYDEF FORMAT MOD-IS1983 CREATED 25-APR-83 21:06:21 FILENAME: LISP.DATA.XPS2.MOD-IS1983.02
(OUT) MAKEFILE OF FILE SPEICHER STARTED ...

(OUT) PRETTYDEF FORMAT SPEICHER CREATED 25-APR-83 21:06:55 FILENAME: LISP.DATA.XPS2.SPEICHER.64
(OUT) DANKE

5.3. Diagnosehierarchie der Ergebnisse

Diagnosehierarchie zum Sitzungsprotokoll:
(bei Erreichen des Terminierungskriterium)

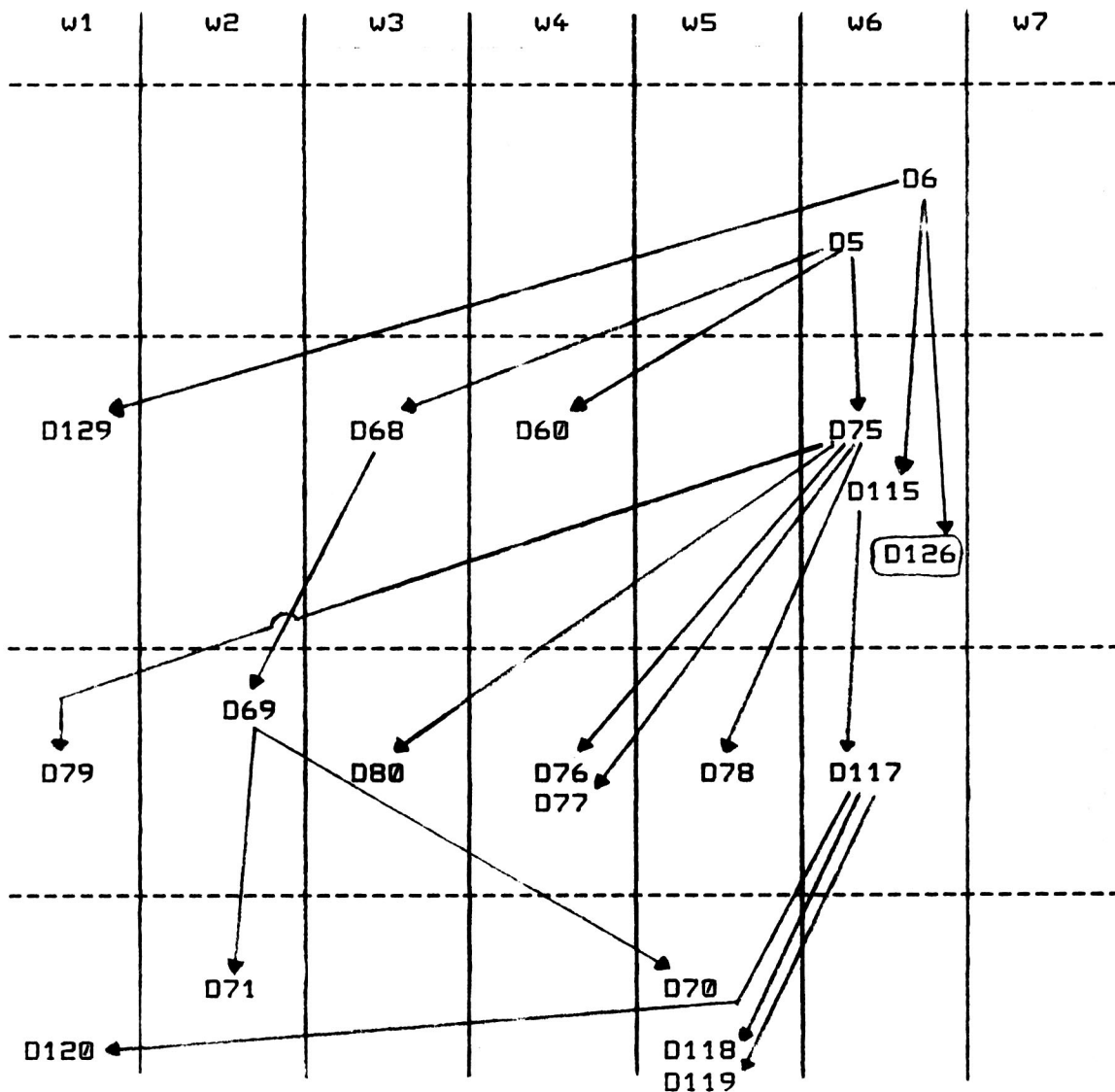
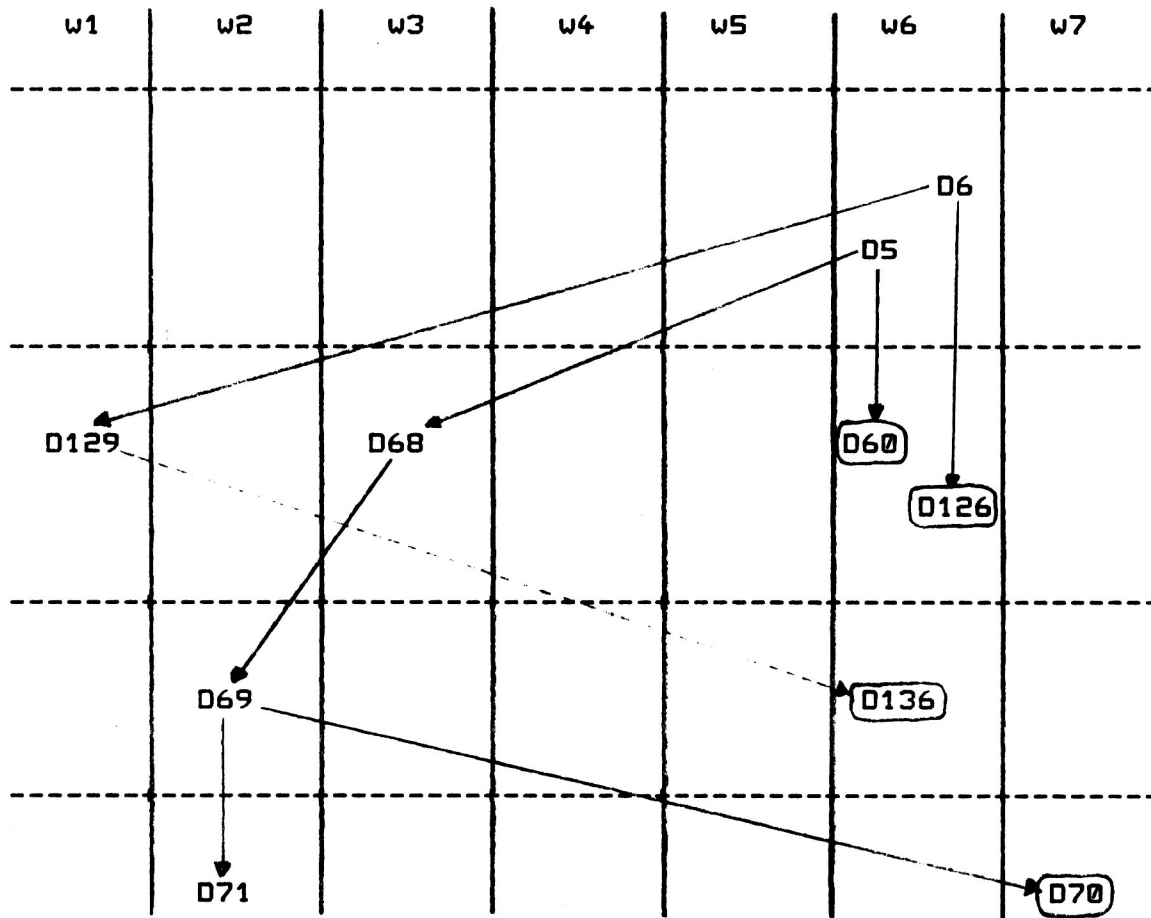


Abb.16.a

In der nachfolgenden Abb.16.b sind die Diagnosen 075 und 0115 mit ihren Nachfolgerdiagnosen nicht mehr aufgeführt, sondern nur noch die Entwicklung der interessanten Diagnosen.

Diagnosehierarchie nach Abarbeitung aller Symptome:



Dabei bedeutet:

- w1 - ausgeschlossen
- w2 - nahezu ausgeschlossen
- w3 - unwahrscheinlich
- w4 - neutral
- w5 - wahrscheinlich
- w6 - höchstwahrscheinlich
- w7 - gesichert

Abb. 16.b

5.4. Standard-Output zur Sitzung

(69) MOD-151983

(70)

ERGEBNISSE:

1. UEBERSICHT UEBER ENDDIAGNOSEN:

GESICHERT:
HOECHSTWAHRSCHEINLICH:
D70 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER
D136 = ZUENDKERZE.DURCH.HOHE.KM-LEISTUNG.VERSCHLISSEN
D60 = UNDICHTES.ANSAUGSYSTEM
D126 = ZUENDKABEL.WACKELKONTAKT/OXIDATION/SPANNUNGSABFALL/NEBENSCHLUSS
D249 = VERMINDERTE.KRAFTSTOFFQUALITAET
D118 = UNTERBRECHERKONTAKT.VERSCHLISSEN
D114 = ZUENDSPULE
D90 = BESCHLEUNIGUNGSPUMPE.DEFEKT/FALSCH.EINGESTELLT
D97 = HAUPTDUESE/DUESAENNADEL.DER.1.STUFE
D78 = SCHWIMMERADDELVENTIL
D65 = VERGASERGESTAENGE/GASZUG
D121 = FLIEHKRAFTREGLER
D119 = SCHLIESSWINKEL.ZU.GROSS
D51 = DEFEKTE.BENZINUHR/DEFEKTER.GEBER.DER.KRAFTSTOFFANZEIGE
D47 = SAUGLEITUNG.ZUR.KRAFTSTOFFPUMPE
D124 = ENTSTOERWIDERSTAND
D61 = VERSCHMUTZTER.LUFTFILTER
D96 = BYPASSBOHRUNG.DER.1.STUFE
D92 = SAUG-/DRUCKVENTIL.DER.BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
D99 = VORZERSTAEUBER
D95 = DEFEKTE.DROSSELKLAPPE.DER.1.STUFE
D77 = SCHWIMMERSTAND.NIVEAU.ZU.TIEF
D76 = SCHWIMMERKAMMERUSSENBEUEFTUNG
D67 = EINSATZBEDINGUNGEN/FAHRSTIL/BEDIENUNGSEHLER
D62 = KRAFTSTOFFFILTER.DES.VERGASEREINLAUFSYSTEMS
D100 = KULISSE.FUER.DROSSELKLAPPE.DER.1.STUFE
D98 = UEBERGANGS-/SKALIERUNGSBOHRUNG.DER.1.STUFE
D80 = KRAFTSTOFFZULAUF.ZUR.RESERVEKAMMER.DER.2.STUFE.VERSTOPFT
D135 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.GROSS
D116 = VERTEILERDECKEL

NEUTRAL:

UNWAHRSCHEINLICH:

NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN:

D49 = KRAFTSTOFFBEHAELTER.LEER
D48 = UNTERDRUCK.IM.KRAFTSTOFFBEHAELTER
D91 = HUBBEGRENZUNG.DER.BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
D101 = STABILISIERUNGSBOHRUNG
D266 = ZUENDKERZE.DES.6.ZYLINDERS.DEFEKT
D265 = ZUENDKERZE.DES.5.ZYLINDERS.DEFEKT
D264 = ZUENDKERZE.DES.4.ZYLINDERS.DEFEKT
D263 = ZUENDKERZE.DES.3.ZYLINDERS.DEFEKT
D262 = ZUENDKERZE.DES.2.ZYLINDERS.DEFEKT
D261 = ZUENDKERZE.DES.1.ZYLINDERS.DEFEKT
D71 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.FETT
D50 = KRAFTSTOFFBEHAELTER/-LEITUNGEN.UNDICHT
D46 = KRAFTSTOFFPUMPENFILTER.VERSCHMUTZT
D45 = DAMPFBLASENBILDUNG.IN.DER.KRAFTSTOFFPUMPE.DURCH.UEBERHITZUNG
D40 = VERMUTLICH.FALSCH.KRAFTSTOFFSORTE.GETANKT
D111 = FRUEHZUENDUNG
D112 = SPAETZUENDUNG
D130 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.NIEDRIG

AUSGESCHLOSSEN:

- D131 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.HOCH
- D133 = GEWINDE.DER.ZUENDKERZE.ZU.KURZ
- D93 = DAMPEBLASENBILDUNG.IN.DER.BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
- D88 = STARTERKLAPPE/LUFTKLAPPE.1.VERGASERATUFE
- D107 = VERGASER.VEREIST
- D79 = SCHWIMMER.KLEMMT/UNDICHT
- D66 = GASZUG.GERISSEN
- D64 = VERGASERGEHAEUSE.RISS/DICHTUNG
- D63 = KRAFTSTOFFRUECKLAUFVENTIL.DEFEKT
- D134 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.KLEIN
- D132 = GEWINDE.DER.ZUENDKERZE.ZU.LANG
- D123 = ZUENDKONDENSATOR
- D122 = UNTERDRUCKREGLER.DES.VERTEILERS
- D120 = SCHLIESSWINKEL.ZU.KLEIN
- D127 = ZUENDFOLGE.VERTAUSCHT
- D125 = VERTEILERWELLE.AUSGESCHLAGEN
- D113 = ZUENDANLASSCHALTER

2. GROB- UND ZWISCHENDIAGNOSEN:

- HOECHSTWAHRSCHEINLICH: D6 = DEFEKT.IN.DER.ZUENDANLAGE
 D115 = ZUENDVERTEILER
 D117 = VERDACHT.AUF.UNTERBRECHERKONTAKT
 D5 = DEFEKT.IN.DER.VERGASERANLAGE
 D75 = DEFEKT.IM.SCHWIMMERKAMMERSYSTEM
 D110 = VERDACHT.AUF.ZUENDEINSTELLUNG
 D89 = DEFEKT.IM.BESCHLEUNIGUNGSSYSTEM
 D94 = DEFEKT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.1.STUFE
 D4 = DEFEKT.IN.DER.KRAFTSTOFFANLAGE
 D128 = MOTOR.LAEUFT.NICHT.AUF.ALLEN.ZYL.INDERN
 D3 = DEFEKT.IN.DER.VENTILSTEUERUNG
 D41 = DEFEKTE.KRAFTSTOFFPUMPE
 D7 = DEFEKT.IN.DER.STARTERANLAGE
 D68 = DEFEKT.IM.LEERLAUFSYSTEM
 D81 = DEFEKT.IN.DER.STARTEINRICHTUNG
 D69 = VERDACHT.AUF.GRUNDEINSTELLUNG.VERGASER
 D129 = ZUENDKERZEN
 D102 = DEFEKT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.2.STUFE
- WAHRSCHEINLICH:
- NEUTRAL:
- UNWAHRSCHEINLICH:
- NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN: D69 = VERDACHT.AUF.GRUNDEINSTELLUNG.VERGASER
 AUSGESCHLOSSEN: D129 = ZUENDKERZEN
 D102 = DEFEKT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.2.STUFE

(71)

- F00 = GRUND
 - F02 = FAHRZEUGTYP
 - F03 = BAUJAHR
 - F04 = KM-STAND
 - F05 = INSPEKTIONEN
 - F06 = REPARATUR
 - F07 = BATTERIEALTER
 - F08 = JAHRES.KM.LEISTUNG
 - F0801 = KURZSTRECKE
 - F0802 = MITTELSTRECKE
 - F0803 = LANGSTRECKE
 - F09 = DEFEKT.BEMERKT
 - F0920 = FAHRT
 - F01 = VERMUTUNG
 - F0110 = INSTRUMENT
- W2 REPARATUR
 - W2 DB.230
 - 1980
 - 95000
 - W1 JA
 - W0 NEIN/SONSTIGES
 - W5 AELTER.ALS.3.JAHRE
 - W2 20.000.BIS.30.000.KM
 - W4 CA.10.BIS.20.PROZENT
 - W4 CA.10.BIS.20.PROZENT
 - W2 CA.60.BIS.66.PROZENT
 - W1 WAEREND/NACH.ETNER.FAHRT
 - W1 STADTVERKEHR
 - W3 AUTOBAHN.BEI.RICHTGESCHWINDIGKEIT
 - W3 MOTORSTART/-STOP
 - W4 FAHREIGENSCHAFTEN
 - W0 NEIN/SONSTIGES

F0120 = VERBRAUCH	W0	NEIN/SONSTIGES
F0130 = MOTORSTART/STOP	W2	BEANSTANDUNGEN.BZGL.ABSCHALTEN
F0140 = FAHREIGENSCHAFTEN	W1	MOTORLEISTUNG
	W2	HOCHSTGESCHWINDIGKEIT
F0150 = GERAEUSCHE	W3	FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
F3110 = MOTOR.ANGESPRUNGEN	W2	MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
F3140 = ANLASSVORGANG	W2	ANLASSER.DREHT
	W3	KLOPFEN
F4160 = FAHRFEHLER	W3	ZUENDAUSETZER
F41 = FAHRVERHALTEN	W3	FAHREN.UNTER.VOLLAST
	W4	BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
F43 = ZUENDAUSETZER	W3	IM.VOLLASTBEREICH
	W4	BEI.HOHEM.DREHZAHLEN
F33 = MOTORSTOP	W4	MOTOR.STIRBT.BEIM.BREMSEN
F34 = KLOPFSITUATION	W4	UNTER.VOLLAST
F13 = KUEHLWASSER	W0	NEIN/SONSTIGES
F42 = LEISTUNG	W2	MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG
F4140 = BESCHLEUNIGUNG	W1	MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
F0510 = ZUENDKERZENWECHSEL	W0	NEIN/SONSTIGES
FT50 = AUSWERTUNG.OSZI.TEST	W0	NEIN/SONSTIGES
F50 = SCOP.BILD	W0	NEIN/SONSTIGES
F5001 = ABWEICHUNG	W1	ZUENDABSCHNITT
F51 = ZUENDABSCHNITT	W5	ABWEICHUNGEN.IN.DER.HOEHEN.DER.ZUENDSPANNUNG
F5150 = ZUENDSPANNUNG	W6	ABWEICHUNGEN.IN.DER.LAENGE.DER.ZUENDLINIEN
F5152 = ZYLINDER>	W2	EIN.ZYLINDER.>.RESTLICHEN.ZYLINDERN
F5154 = ZUENDLINIE.DES.>.ZYL	W4	ZYLINDER.NR.4
FT66 = AUSWERTUNG.SICHTKONTROLLE.ZUENDKERZEN	W9	KUERZER
	W8	ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.KLEIN
F6602 = ZUENDKERZENGESICHT	W1	ZUENDKERZE.DES.4.ZYLINDERS.DEFEKT
F6610 = ZUENDKERZENBILD	W1	NORMAL
F6601 = ZUENDKERZENABNUTZUNG	W2	JA
F6605 = ELEKTRODENABSTAND	W2	MITTELALTE.KERZE
F45 = AUSPUFF	W0	IN.DRDNUNG
F5002 = SCHLIESSWINKEL	W2	NEIN/SONSTIGES
F4130 = VOLLAST	W3	RICHTIG
F4512 = BAB/AUSPUFF	W0	BEIM.WECHSEL.VOLLGASGEBEN/VOLLGASWEGNEHMEN
F46 = AUSPUFFGASE	W5	?UNBEKANNT?
F48 = FAHRSTIL	W0	NEIN/SONSTIGES
F10 = AUSSENTEMPERATUR	W4	10.BIS.20.GRAD.CELSIUS
FT60 = AUSWERTUNG.SONDERPRUEFUNG.CO-WERT/LEISTUNGSSTAND	W5	GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER
F60 = LEERLAUF.CO	W1	<.0.5.PROZENT
F61 = BYPASS.CO	W1	<.0.5.PROZENT
F6604 = ELEKTRODENGESICHT	W2	NORMAL.ABGEBRANNT
F6607 = GEWINDELAENGE	W3	RICHTIG.GEWAEHLT
F6606 = WAERMEWERT	W0	NEIN/SONSTIGES
FT56 = AUSWERTUNG.BESTIMMUNG.ZUENDZEITPUNKT	W6	OT.+/-1.GRAD
F56 = ZUENDZEITPUNKT	W1	UNTERSUCHUNG.NICHT.DURCHFUEHRBAR
FT54 = AUSWERTUNG.OSZI.TEST.ZUENDSPULE	W1	UNTERSUCHUNG.NICHT.DURCHFUEHRBAR
FT67 = AUSWERTUNG.SICHTKONTROLLE.UNTERBRECHERKONTAKT	W1	UNTERSUCHUNG.NICHT.DURCHFUEHRBAR
F47 = KRAFTSTOFFSORTE	W2	JA.IMMER
F0910 = TANK	W2	3/4
F2201 = ANLASSER/LICHT	W1	BEOBACHTUNG.NICHT.GEMACHT

(72)

ZWISCHENVARIABLEN:

BEGRUENDUNG VON NORMIERTER.KRAFTSTOFFVERBRAUCH (Z213101) 0 PUNKTE

(73)

ENDDIAGNOSEN:

BEGRUENDUNG VON D70 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER

785 PUNKTE = GESICHERT

BITTE AUCH DIE BEGRUENDUNG VON D69 = VERDACHT.AUF.GRUNDEINSTELLUNG.VERGASER ANSEHEN!

500 F60 W1 LEERLAUF.CO = <.0.5.PROZENT

400 R07002 D129 1 3 ZUENDKERZEN VON AUSGESCHLOSSEN BIS UNWAHRSCHEINLICH
 F51 W5 ZUENDABSCHNITT = ABWEICHUNGEN.IN.DER.HOEHE.DER.ZUENDSPANNUNG
 F5150 W2 ZUENDSPANNUNG = EIN.ZYLINDER.>.RESTLICHEN.ZYLINDERN
 BEGRUENDUNG VON D136 = ZUENDKERZE.DURCH.HOEHE.KM-LEISTUNG.VERSCHLISSEN
 300 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH

100 F6610 W1 ZUENDKERZENBILD= JA
 200 F6604 W1 ELEKTRODENGESICHT = NORMAL.ABGEBRANNT

BEGRUENDUNG VON D60 = UNDICHTES.ANSAUGSYSTEM

200 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH

50 F33 W4 MOTORSTOP = MOTOR.STIRBT.BEIM.BREMSEN
 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG
 F0130 W2 MOTORSTART/STOP = BEANSTANDUNGEN.BZGL.ABSCHALTEN
 -50 R06002 F44 NON W1 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.KALTEM.MOTOR
 F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR
 -50 R06004 F4150 NON W1 WARMLAUFPHASE UNGLEICH BESCHLEUNIGUNGS/UEBERGANGSFEHLER
 F4150 NON W2 WARMLAUFPHASE UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLAUF
 F4150 NON W3 WARMLAUFPHASE UNGLEICH MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG

200 R06005 D70 6 7 GRUNDEINSTELLUNG.ZU.MAGER VON HOECHSTWAHRSCHEINLICH BIS GESICHERT

F33 W4 MOTORSTOP = MOTOR.STIRBT.BEIM.BREMSEN

BEGRUENDUNG VON D126 = ZUENDKABEL.WACKELKONTAKT/OXIDATION/SPANNUNGSABFALL/NEBENSCHLUSS

220 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH

-10 R12603 F31 NON W5 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.AB.UND.ZU.NICHT.AN

F31 NON W4 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.UEBERHAUPT.NICHT.AN

-10 R12604 F42 NON W6 LEISTUNG UNGLEICH SCHWANKENDE.LEISTUNG

30 F34 W1 KLOPFSITUATION = UNTER.VOLLAST

30 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT

-10 R12605 F0140 NON W4 FAHREIGENSCHAFTEN UNGLEICH MOTORGLEICHLAUF

300 R12601 F51 W5 ZUENDABSCHNITT = ABWEICHUNGEN.IN.DER.HOEHE.DER.ZUENDSPANNUNG

F5150 W2 ZUENDSPANNUNG = EIN.ZYLINDER.>.RESTLICHEN.ZYLINDERN

-100 F6602 W1 ZUENDKERZENGESICHT = NORMAL

BEGRUENDUNG VON D249 = VERMINDERTE.KRAFTSTOFFQUALITAET

210 PUNKTE = WAHRSCHEINLICH

100 F34 W1 KLOPFSITUATION = UNTER.VOLLAST

50 F47 W2 KRAFTSTOFFSORTE = JA, IMMER
 BEGRUENDUNG VON D118 = UNTERBRECHERKONTAKT, VERSCHLISSEN
 200 PUNKTE = WAHRSCHHEINLICH
 BITTE AUCH DIE BEGRUENDUNG VON D117 = VERDACHT, AUF, UNTERBRECHERKONTAKT ANSEHEN!

BEGRUENDUNG VON D114 = ZUENDSPULE
 190 PUNKTE = WAHRSCHHEINLICH
 100 F43 W4 ZUENDAUSSETZER = BEI, HOHEN, DREHZAHLEN
 40 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSSETZER
 50 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT

BEGRUENDUNG VON D90 = BESCHLEUNIGUNGSPUMPE, DEFEXT/FALSCH, EINGESTELLT
 80 PUNKTE = WAHRSCHHEINLICH
 80 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN

BEGRUENDUNG VON D97 = HAUPTDUESE/DUESAENNADEL, DER, 1. STUFE
 120 PUNKTE = WAHRSCHHEINLICH
 40 F4140 W1 BESCHLEUNIGUNG = MOTOR, KOMMT, NICHT, AUF, TOUREN
 40 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR, ERREICHT, NICHT, MAXIMALE, LEISTUNG
 40 F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER, LEISTUNGSABFALL, DES, MOTORS

BEGRUENDUNG VON D78 = SCHWIMMERNADELVENTIL
 160 PUNKTE = WAHRSCHHEINLICH
 40 F4140 W1 BESCHLEUNIGUNG = MOTOR, KOMMT, NICHT, AUF, TOUREN
 40 F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER, LEISTUNGSABFALL, DES, MOTORS
 20 F41 W3 FAHRVERHALTEN = FAHREN, UNTER, VOLLAST
 30 F43 W3 ZUENDAUSSETZER = IM, VOLLASTBEREICH
 30 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSSETZER

BEGRUENDUNG VON D65 = VERGASERGESTAENGE/GASZUG
 90 PUNKTE = WAHRSCHHEINLICH
 50 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 20 F41 W3 FAHRVERHALTEN = FAHREN, UNTER, VOLLAST
 10 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 20 F4140 W1 BESCHLEUNIGUNG = MOTOR, KOMMT, NICHT, AUF, TOUREN
 -10 R06501 F31 NON W1 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR, SPRINGT, KALT, SCHLECHT, AN
 F31 NON W2 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR, SPRINGT, WARM, SCHLECHT, AN
 F31 NON W3 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR, SPRINGT, HEISS, SCHLECHT, AN

BEGRUENDUNG VON D121 = FLIEHKRAFTREGLER
 150 PUNKTE = WAHRSCHHEINLICH
 50 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 40 F43 W3 ZUENDAUSSETZER = IM, VOLLASTBEREICH
 60 F34 W1 KLOPFSITUATION = UNTER, VOLLAST
 100 R12101 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 F41 W3 FAHRVERHALTEN = FAHREN, UNTER, VOLLAST
 -100 R12104 F0610 NON W1 REPARATUR-TEIL UNGLEICH MOTOR

BEGRUENDUNG VON D119 = SCHLIESSWINKEL, ZU, GROSS
 440 PUNKTE = WAHRSCHHEINLICH
 BITTE AUCH DIE BEGRUENDUNG VON D117 = VERDACHT, AUF, UNTERBRECHERKONTAKT ANSEHEN!
 300 R11901 F43 W3 ZUENDAUSSETZER = IM, VOLLASTBEREICH

-200 F5002 W2 SCHLIESSWINKEL = RICHTIG

-160 RR11902 D119 = SCHLIESSWINKEL.ZU.GROSS >= 160 PUNKTE
 F41 W3 FAHRVERHALTEN = FAHREN.UNTER.VOLLAST
 F0801 NON W1 KURZSTRECKE UNGLEICH UEBER.90.PROZENT
 300 RR11901 D119 = SCHLIESSWINKEL.ZU.GROSS >= 160 PUNKTE
 F41 W3 FAHRVERHALTEN = FAHREN.UNTER.VOLLAST
 F0803 W2 LANGSTRECKE = CA.60.BIS.66.PROZENT
 BEGRUENDUNG VON D51 = DEFEKTE.BENZINUHR/DEFEKTER.GEBER.DER.KRAFTSTOFFANZEIGE
 0 PUNKTE = NEUTRAL

BEGRUENDUNG VON D47 = SAUGLEITUNG.ZUR.KRAFTSTOFFPUMPE
 40 PUNKTE = NEUTRAL
 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG
 F3110 W2 MOTOR.ANGESPUNGEN = MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN

BEGRUENDUNG VON D124 = ENTSTOERWIDERSTAND
 40 PUNKTE = NEUTRAL
 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT

BEGRUENDUNG VON D61 = VERSCHMUTZTER.LUFTFILTER
 20 PUNKTE = NEUTRAL
 F3110 W2 MOTOR.ANGESPUNGEN = MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 F43 W4 ZUENDRAUSSETZER = BEI.HOEHEN.DREHZAHLEN
 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDRAUSSETZER
 -50 R06105 F44 NON W1 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.KALTEM.MOTOR
 F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR

BEGRUENDUNG VON D96 = BYPASSBOHRUNG.DER.1.STUFE
 20 PUNKTE = NEUTRAL
 F4130 W3 VOLLAST = BEIM.WECHSEL.VOLLGASGEBEN/VOLLGASWEGNEHMEN
 -10 R09601 F41 NON W1 FAHRVERHALTEN UNGLEICH ANFAHRVERHALTEN
 F41 NON W2 FAHRVERHALTEN UNGLEICH FAHREN.UNTER.TEILLAST

BEGRUENDUNG VON D92 = SAUG-/DRUCKVENTIL.DER.BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
 0 PUNKTE = NEUTRAL

BEGRUENDUNG VON D99 = VORZERSTAEUBER
 0 PUNKTE = NEUTRAL

BEGRUENDUNG VON D95 = DEFEKTE.DROSSELKLAPPE.DER.1.STUFE
 0 PUNKTE = NEUTRAL

BEGRUENDUNG VON D77 = SCHWIMMERSTAND.NIVEAU.ZU.TIEF
 30 PUNKTE = NEUTRAL
 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN

BEGRUENDUNG VON D76 = SCHWIMMERKAMMERAUSSENBELUEFTUNG
 60 PUNKTE = NEUTRAL
 F4140 W1 BESCHLEUNIGUNG = MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
 F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER.LEISTUNGSABFALL.DES.MOTORS
 F41 W3 FAHRVERHALTEN = FAHREN.UNTER.VOLLAST

- 40 R07601 F4120 NON W1 TEILLAST UNGLEICH BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN
 F4120 NON W2 TEILLAST UNGLEICH BEIM.SCHNELLEN.GASGEBEN
 F4130 NON W1 VOLLAST UNGLEICH BEIM.LANGSAMEN.VOLLGASGEBEN
 F4130 NON W2 VOLLAST UNGLEICH BEIM.SCHNELLEN.VOLLGASGEBEN
- BEGRUENDUNG VON D67 = EINSATZBEDINGUNGEN/FAHRSTIL/BIEDIENUNGSEHLER
 0 PUNKTE = NEUTRAL
- BEGRUENDUNG VON D62 = KRAFTSTOFFFILTER.DES.VERGASEREINLAUFSYSTEMS
 0 PUNKTE = NEUTRAL
 30 F4140 W1 BESCHLEUNIGUNG = MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
 F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER.LEISTUNGSABFALL.DES.MOTORS
 -20 R06205 F4140 NON W2 BESCHLEUNIGUNG UNGLEICH RUCKELN.BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN
 F4120 NON W1 TEILLAST UNGLEICH BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN
 F4130 NON W1 VOLLAST UNGLEICH BEIM.LANGSAMEN.VOLLGASGEBEN
 F4140 NON W3 BESCHLEUNIGUNG UNGLEICH RUCKELN.BEIM.SCHNELLEN.GASGEBEN
 F4130 NON W2 VOLLAST UNGLEICH BEIM.SCHNELLEN.VOLLGASGEBEN
 F4120 NON W2 TEILLAST UNGLEICH BEIM.SCHNELLEN.GASGEBEN
 F4160 NON W4 FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT
- 40 R06206 F4160 NON W4 FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT
- BEGRUENDUNG VON D100 = KULISSE.FUER.DROSSELKLAPPE.DER.1.STUFE
 -10 PUNKTE = UNWAHRSCHEINLICH
 -10 R10001 F41 NON W1 FAHRVERHALTEN UNGLEICH ANFAHRVERHALTEN
 F41 NON W2 FAHRVERHALTEN UNGLEICH Fahren.UNTER.TEILLAST
- BEGRUENDUNG VON D98 = UEBERGANGS-/SKALIERUNGSBOHRUNG.DER.1.STUFE
 -10 PUNKTE = UNWAHRSCHEINLICH
 -10 R09803 F4102 NON W3 RUCKELN UNGLEICH BEIM.BESCHLEUNIGEN
 F4140 NON W2 BESCHLEUNIGUNG UNGLEICH RUCKELN.BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN
- BEGRUENDUNG VON D80 = KRAFTSTOFFZULAU.F.ZUR.RESERVEKAMMER.DER.2.STUFE.VERSTOPFT
 -10 PUNKTE = UNWAHRSCHEINLICH
 20 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG
 -30 R08002 F4120 NON W1 TEILLAST UNGLEICH BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN
 F4120 NON W2 TEILLAST UNGLEICH BEIM.SCHNELLEN.GASGEBEN
 F4140 NON W2 BESCHLEUNIGUNG UNGLEICH RUCKELN.BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN
- BEGRUENDUNG VON D135 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.GROSS
 100 PUNKTE = UNWAHRSCHEINLICH
 100 F43 W4 ZUENDAUSSETZER = BEI.HOHNEN.DREHZAHLEN
- BEGRUENDUNG VON D116 = VERTEILERDECKEL
 0 PUNKTE = UNWAHRSCHEINLICH
- BEGRUENDUNG VON D49 = KRAFTSTOFFBEHAELTER.LEER
 -20 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -20 R04901 F0910 NON W5 TANK UNGLEICH LEER
 F0910 NON W6 TANK UNGLEICH RESERVE
- BEGRUENDUNG VON D48 = UNTERDRUCK.IM.KRAFTSTOFFBEHAELTER
 -20 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -20 R04801 F31 NON W4 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.UEBERHAUPT.NICHT.AN
- BEGRUENDUNG VON D91 = HUBBEGRENZUNG.DER.BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
 -30 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -30 R09102 F4120 NON W2 TEILLAST UNGLEICH BEIM.SCHNELLEN.GASGEBEN
 F4102 NON W3 RUCKELN UNGLEICH BEIM.BESCHLEUNIGEN

BEGRUENDUNG VON D101 = STABILISIERUNGSBOHRUNG
 -20 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -20 R10101 F4160 NON W4 FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT

BEGRUENDUNG VON D266 = ZUENDKERZE.DES.6.ZYLINDERS.DEFEKT
 -20 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -20 R26603 F5120 NON W6 ANSATZPUNKT.ZUENDLINIE.SPRINGT UNGLEICH ZYLINDER.NR.6

BEGRUENDUNG VON D265 = ZUENDKERZE.DES.5.ZYLINDERS.DEFEKT
 -20 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -20 R26503 F5120 NON W5 ANSATZPUNKT.ZUENDLINIE.SPRINGT UNGLEICH ZYLINDER.NR.5

BEGRUENDUNG VON D264 = ZUENDKERZE.DES.4.ZYLINDERS.DEFEKT
 -20 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -20 R26403 F5120 NON W4 ANSATZPUNKT.ZUENDLINIE.SPRINGT UNGLEICH ZYLINDER.NR.4

BEGRUENDUNG VON D263 = ZUENDKERZE.DES.3.ZYLINDERS.DEFEKT
 -20 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -20 R26303 F5120 NON W3 ANSATZPUNKT.ZUENDLINIE.SPRINGT UNGLEICH ZYLINDER.NR.3

BEGRUENDUNG VON D262 = ZUENDKERZE.DES.2.ZYLINDERS.DEFEKT
 -20 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -20 R26203 F5120 NON W2 ANSATZPUNKT.ZUENDLINIE.SPRINGT UNGLEICH ZYLINDER.NR.2

BEGRUENDUNG VON D261 = ZUENDKERZE.DES.1.ZYLINDERS.DEFEKT
 -20 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 -20 R26103 F5120 NON W1 ANSATZPUNKT.ZUENDLINIE.SPRINGT UNGLEICH ZYLINDER.NR.1

BEGRUENDUNG VON D71 = GRUNDEINSTELLUNG.ZU.FETT
 -115 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 BITTE AUCH DIE BEGRUENDUNG VON D69 = VERDACHT.AUF.GRUNDEINSTELLUNG.VERGASER ANSEHEN!

BEGRUENDUNG VON D50 = KRAFTSTOFFBEHALTER/-LEITUNGEN.UNDICHT
 -30 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 -30 Z213101 0 19 NORMIERTER.KRAFTSTOFFVERBRAUCH VON 0 BIS 19

BEGRUENDUNG VON D46 = KRAFTSTOFFPUMPENFILTER.VERSCHMUTZT
 -35 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 5 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 -40 R04601 F0130 NON W1 MOTORSTART/STOP UNGLEICH BEANSTANDUNGEN.BZGL.ANLASSVORGANG

BEGRUENDUNG VON D45 = DAMPFBLASENBILDUNG.IN.DER.KRAFTSTOFFPUMPE.DURCH.UEBERHITZUNG
 -95 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 5 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 -100 R04502 F3150 NON W3 KEIN.MOTORSTART UNGLEICH BEI.HEISSEM.MOTOR

BEGRUENDUNG VON D40 = VERMUTLICH.FALSCH.KRAFTSTOFFSORTE.GETANKT
 -40 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 5 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 5 F01 W4 VERMUTUNG = FAHREIGENSCHAFTEN
 20 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG
 10 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 20 F0150 W3 GERAEUSCHE = KLOPFEN
 -100 F47 W2 KRAFTSTOFFSORTE = JA.IMMER

BEGRUENDUNG VON D111 = FRUEHZUENDUNG
 -95 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 BITTE AUCH DIE BEGRUENDUNG VON D110 = VERDACHT.AUF.ZUENDEEINSTELLUNG ANSEHEN!
 100 F34 W1 KLOPFSITUATION = UNTER.VOLLAST
 10 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 -65 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG

 -300 R11103 F56 W6 ZUENDEZEITPUNKT = DT.+/-1.GRAD

 BEGRUENDUNG VON D112 = SPAETZUENDUNG
 -130 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 BITTE AUCH DIE BEGRUENDUNG VON D110 = VERDACHT.AUF.ZUENDEEINSTELLUNG ANSEHEN!
 50 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG
 -40 R11203 F34 W1 KLOPFSITUATION = UNTER.VOLLAST

 -300 R11202 F56 W6 ZUENDEZEITPUNKT = DT.+/-1.GRAD

 BEGRUENDUNG VON D130 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.NIEDRIG
 -500 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN

 -500 F6606 W3 WAERMEWERT = RICHTIG.GEMAEHLT

 BEGRUENDUNG VON D131 = WAERMEWERT.DER.ZUENDKERZE.ZU.HOCH
 -500 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN

 -500 F6606 W3 WAERMEWERT = RICHTIG.GEMAEHLT

 BEGRUENDUNG VON D133 = GEWINDE.DER.ZUENDKERZE.ZU.KURZ
 -100 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 200 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSSETZER

 -300 F6607 W2 GEWINDELAENGE = RICHTIG.GEMAEHLT

 BEGRUENDUNG VON D93 = DAMPFBLASENBILDUNG.IN.DER.BESCHLEUNIGUNGSPUMPE
 -80 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 -80 R09302 F4110 NON W2 ANFAHRVERHALTEN UNGLEICH BEI.HOEHEN.AUSSEN- .UND.MOTORTEMPERATUREN

 BEGRUENDUNG VON D88 = STARTERKLAPPE/LUFTKLAPPE.1.VERGASERATUFE
 -30 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 30 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 -10 R08801 F41 NON W1 FAHRVERHALTEN UNGLEICH ANFAHRVERHALTEN
 -50 R08803 F4110 NON W4 ANFAHRVERHALTEN UNGLEICH ALLGEREIN
 F4111 NON W1 ANFAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.GEHT.BEIM.ANFAHREN.LEICHT.AUS
 F4111 NON W2 ANFAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT.BEIM.ANFAHREN
 F4111 NON W3 ANFAHRFEHLER UNGLEICH BESCHLEUNIGUNGSLOCH.BEIM.ANFAHREN
 F4111 NON W5 ANFAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT.BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN

 BEGRUENDUNG VON D107 = VERGASER.VEREIST
 -60 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 50 F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER.LEISTUNGSABFALL.DES.MOTORS
 50 R10701 F09 W2 DEFEKT.BEMERKT = WAEREND/NACH.EINER.FAHRT
 F0920 W3 FAHRT = AUTOBAHN.BEI.RICHTIGESCHWINDIGKEIT
 -100 R10702 F10 W4 AUSSENTEMPERATUR = 10.BIS.20.GRAD.CELSIUS
 -60 R10704 F09 W2 DEFEKT.BEMERKT = WAEREND/NACH.EINER.FAHRT
 F0920 W1 FAHRT = STADTVERKEHR

 BEGRUENDUNG VON D79 = SCHWIMMER.KLEMMT/UNDICHT

-50 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 -50 R07902 F31 NON W4 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.UEBERHAUPT.NICHT.AN
 BEGRUENDUNG VON D66 = GASZUG.GERISSEN
 -90 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 -90 R06601 F3140 NON W5 ANLASSVORGANG UNGLEICH GASPEDAL.OHNE.WIDERSTAND
 BEGRUENDUNG VON D64 = VERGASERGEHAEUSE.RISS/DICHTUNG
 -30 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 20 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG
 -50 R06403 F44 NON W1 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.KALTEM.MOTOR
 F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSHARMEM.MOTOR
 BEGRUENDUNG VON D63 = KRAFTSTOFFRUECKLAUFVENTIL.DEFEKT
 -45 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 5 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 -50 R06301 F21 NON W3 KRAFTSTOFFVERBRAUCH UNGLEICH ZU.HOCH
 BEGRUENDUNG VON D134 = ELEKTRODENABSTAND.DER.ZUENDKERZE.ZU.KLEIN
 -500 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 -500 F6605 W2 ELEKTRODENABSTAND = IN.ORDNUNG
 BEGRUENDUNG VON D132 = GEWINDE.DER.ZUENDKERZE.ZU.LANG
 -210 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 -210 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSSETZER
 BEGRUENDUNG VON D123 = ZUENDKONDENSATOR
 -50 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 -50 R12304 F3140 NON W3 ANLASSVORGANG UNGLEICH KEINE.ZUENDUNG
 F43 NON W5 ZUENDAUSSETZER UNGLEICH BEIM.BESCHLEUNIGEN
 BEGRUENDUNG VON D122 = UNTERDRUCKREGLER.DES.VERTEILERS
 -110 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 -10 R12203 F43 NON W2 ZUENDAUSSETZER UNGLEICH IM.TEILLASTBEREICH
 F43 NON W5 ZUENDAUSSETZER UNGLEICH BEIM.BESCHLEUNIGEN
 -100 R12204 F0610 NON W1 REPARATUR-TEIL UNGLEICH MOTOR
 BEGRUENDUNG VON D120 = SCHLIESSWINKEL.ZU.KLEIN
 -400 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 BITTE AUCH DIE BEGRUENDUNG VON D117 = VERDACHT.AUF.UNTERBRECHERKONTAKT ANSEHEN!
 -600 R12001 F43 W3 ZUENDAUSSETZER = IM.VOLLASTBEREICH
 BEGRUENDUNG VON D127 = ZUENDFOLGE.VERTAUSCHT
 -70 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 80 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR.ERREICHT.NICHT.MAXIMALE.LEISTUNG
 -150 R12704 F43 NON W1 ZUENDAUSSETZER UNGLEICH IM.LEERLAUF
 BEGRUENDUNG VON D125 = VERTEILERMELLE.AUSGESCHLAGEN
 -50 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 -50 R12502 F4140 NON W6 BESCHLEUNIGUNG UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLAUF
 F41 NON W2 FAHRVERHALTEN UNGLEICH FAHREN.UNTER.TEILLAST
 BEGRUENDUNG VON D113 = ZUENDANLASSCHALTER
 -30 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 50 R11302 F0920 W1 FAHRT = STADTVERKEHR
 -80 R11303 F3140 NON W3 ANLASSVORGANG UNGLEICH KEINE.ZUENDUNG

GROB- UND ZWISCHENDIAGNOSEN:

BEGRUENDUNG VON D6 = DEFECT. IN. DER. ZUENDANLAGE
 20 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 1 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 1 F01 W4 VERMUTUNG = FAHREIGENSCHAFTEN
 6 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 6 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 3 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 5 F0150 W3 GERAEUSCHE = KLOPFEN
 -2 R00603 F0140 NON W4 FAHREIGENSCHAFTEN UNGLEICH MOTORGLEICHLAUF

BEGRUENDUNG VON D115 = ZUENDVERTEILER
 8 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 4 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSETZER
 4 R11503 F0150 W3 GERAEUSCHE = KLOPFEN

BEGRUENDUNG VON D117 = VERDACHT. AUF. UNTERBRECHERKONTAKT
 200 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 40 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 80 R11704 F43 W3 ZUENDAUSETZER = IM. VOLLASTBEREICH
 80 R11702 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSETZER

BEGRUENDUNG VON D5 = DEFECT. IN. DER. VERGASERANLAGE
 20 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 1 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 1 F01 W4 VERMUTUNG = FAHREIGENSCHAFTEN
 4 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 8 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 -6 R00502 F0140 NON W4 FAHREIGENSCHAFTEN UNGLEICH MOTORGLEICHLAUF
 6 F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER. LEISTUNGSABFALL. DES. MOTORS
 6 F4140 W1 BESCHLEUNIGUNG = MOTOR. KOMMT. NICHT. AUF. TOUREN

BEGRUENDUNG VON D75 = DEFECT. IM. SCHWIMMERKAMMERSYSTEM
 10 PUNKTE = HOECHSTWAHRSCHEINLICH
 2 F41 W3 FAHRVERHALTEN = FAHREN. UNTER. VOLLAST
 4 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 2 F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER. LEISTUNGSABFALL. DES. MOTORS
 2 F4140 W1 BESCHLEUNIGUNG = MOTOR. KOMMT. NICHT. AUF. TOUREN

BEGRUENDUNG VON D110 = VERDACHT. AUF. ZUENDEINSTELLUNG
 160 PUNKTE = WAHRSCHEINLICH
 40 F3110 W2 MOTOR. ANGESPRUNGEN = MOTOR. KOMMT. NICHT. AUF. TOUREN
 50 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 50 F0150 W3 GERAEUSCHE = KLOPFEN
 40 R11001 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSETZER
 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 -10 R11008 F31 NON W1 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR. SPRINGT. KALT. SCHLECHT. AN
 F31 NON W2 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR. SPRINGT. WARM. SCHLECHT. AN
 F31 NON W3 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR. SPRINGT. HEISS. SCHLECHT. AN
 F31 NON W4 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR. SPRINGT. UEBERHAUPT. NICHT. AN
 -10 R11011 F3140 NON W3 ANLASSVORGANG UNGLEICH KEINE. ZUENDUNG

BEGRUENDUNG VON D89 = DEFECT. IM. BESCHLEUNIGUNGSSYSTEM
 2 PUNKTE = WAHRSCHEINLICH

4 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 -2 R0B902 F41 NON W1 FAHRVERHALTEN UNGLEICH ANFAHRVERHALTEN

BEGRUENDUNG VON D94 = DEFECT, IM ANREICHERUNGSSYSTEM, DER, 1. STUFE

2 PUNKTE = WAHRSCHEINLICH
 4 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 -2 R09401 F41 NON W2 FAHRVERHALTEN UNGLEICH FAHREN, UNTER, TEILLAST

BEGRUENDUNG VON D4 = DEFECT, IN, DER, KRAFTSTOFFANLAGE

13 PUNKTE = WAHRSCHEINLICH
 1 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 1 F01 W4 VERMUTUNG = FAHREIGENSCHAFTEN
 2 F0130 W2 MOTORSTART/STOP = BEANSTANDUNGEN, BZGL, ABSCHALTEN
 2 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 4 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 1 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 2 F0150 W3 GERAEUSCHE = KLOPFEN
 -3 R00403 F0130 NON W1 MOTORSTART/STOP UNGLEICH BEANSTANDUNGEN, BZGL, ANLASSVORGANG
 -2 R00404 F0120 NON W1 VERBRAUCH UNGLEICH KRAFTSTOFFVERBRAUCH
 5 F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER, LEISTUNGSABFALL, DES, MOTORS

BEGRUENDUNG VON D128 = MOTOR, LAEUFT, NICHT, AUF, ALLEN, ZYLINDERN

20 PUNKTE = NEUTRAL
 80 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 80 F4140 W1 BESCHLEUNIGUNG = MOTOR, KOMMT, NICHT, AUF, TOUREN
 50 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 -50 R12804 F0140 NON W4 FAHREIGENSCHAFTEN UNGLEICH MOTORGLEICHLAUF
 -50 R12805 F31 NON W1 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR, SPRINGT, KALT, SCHLECHT, AN
 F31 NON W2 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR, SPRINGT, WARM, SCHLECHT, AN
 -50 R12806 F44 NON W1 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER, MOTORLEERLAUF, BEI, KALTEM, MOTOR
 F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER, MOTORLEERLAUF, BEI, BETRIEBSWARMEM, MOTOR
 F44 NON W4 LEERLAUF UNGLEICH LEERLAUFDREHZAH, ZU, NIEDRIG
 -20 R12807 F33 NON W3 MOTOR, ANGESPRUNGEN UNGLEICH MOTORDREHZAH, NIEDRIG
 F33 NON W6 MOTORSTOP UNGLEICH MOTOR, STIRBT, IM, LEERLAUF, LEICHT, AB
 80 F3110 W2 MOTORSTOP UNGLEICH MOTOR, STIRBT, BEIM, LANGSAMEN, GASGEBEN, IN, UNTEREN, DREHZAHLBEREICHEN
 MOTOR, ANGESPRUNGEN = MOTOR, KOMMT, NICHT, AUF, TOUREN

-100 F6602 W1 ZUENDKERZENGESEICHT = NORMAL

BEGRUENDUNG VON D3 = DEFECT, IN, DER, VENTILSTEUERUNG

2 PUNKTE = NEUTRAL
 2 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 1 F01 W4 VERMUTUNG = FAHREIGENSCHAFTEN
 -4 F0130 W2 MOTORSTART/STOP = BEANSTANDUNGEN, BZGL, ABSCHALTEN
 5 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 2 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 -2 R00302 F0150 NON W6 GERAEUSCHE UNGLEICH KLAPPERN
 -2 R00304 F0120 NON W2 VERBRAUCH UNGLEICH SCHMIERUELVERBRAUCH

BEGRUENDUNG VON D41 = DEFEKTE, KRAFTSTOFFPUMPE

40 PUNKTE = NEUTRAL
 5 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 5 F01 W4 VERMUTUNG = FAHREIGENSCHAFTEN
 20 F42 W2 LEISTUNG = MOTOR, ERREICHT, NICHT, MAXIMALE, LEISTUNG
 20 F42 W3 LEISTUNG = PLOETZLICHER, LEISTUNGSABFALL, DES, MOTORS

- 10 F0140 W1 FAHREIGENSCHAFTEN = MOTORLEISTUNG
 20 F3110 W2 MOTOR.ANGESPRUNGEN = MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
 -20 R04103 F31 NON W1 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.KALT.SCHLECHT.AN
 F31 NON W2 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.WARM.SCHLECHT.AN
 F31 NON W3 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.HEISS.SCHLECHT.AN
 -20 R04105 F4160 NON W1 FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.(VERGASER).PATSCHT
 F4160 NON W4 FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT
 F4160 NON W5 FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.LAEUFT.NICHT.AUF.ALLEN.ZYLINDERN
- BEGRUENDUNG VON D7 = DEFEKT.IN.DER.STARTERANLAGE
 0 PUNKTE = NEUTRAL
 1 F01 W3 VERMUTUNG = MOTORSTART/-STOP
 F01 W4 VERMUTUNG = FAHREIGENSCHAFTEN
 1 F0130 W2 MOTORSTART/STOP = BEANSTANDUNGEN.BZGL.ABSCHALTEN
 -3 R00703 F0130 NON W1 MOTORSTART/STOP UNGLEICH BEANSTANDUNGEN.BZGL.ANLAUSSVORGANG
- BEGRUENDUNG VON D68 = DEFEKT.IM.LEERLAUFSYSTEM
 -9 PUNKTE = UNWAHRSCHEINLICH
 -2 R06801 F44 NON W4 LEERLAUF UNGLEICH LEERLAUFDREHZAHL.ZU.NIEDRIG
 -2 R06802 F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR
 -4 R06803 F33 NON W1 MOTORSTOP UNGLEICH MOTOR.DIESELT.NACH
 F33 NON W3 MOTORSTOP UNGLEICH MOTOR.STIRBT.IM.LEERLAUF.LEICHT.AB
 F33 NON W8 MOTORSTOP UNGLEICH MOTOR.GEHT.BEIM.TRETEN.DER.KUPPLUNG.AUS
 -3 R06804 F31 NON W1 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.KALT.SCHLECHT.AN
 F31 NON W2 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.WARM.SCHLECHT.AN
 F31 NON W3 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.HEISS.SCHLECHT.AN
 3 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 -3 R06805 F0140 NON W4 FAHREIGENSCHAFTEN UNGLEICH MOTORGLEICHLAUF
- BEGRUENDUNG VON D81 = DEFEKT.IN.DER.STARTEINRICHTUNG
 -10 PUNKTE = UNWAHRSCHEINLICH
 -10 R08102 F41 NON W5 FAHRVERHALTEN UNGLEICH IN.DER.WARMLAUFPHASE
 F31 NON W1 MOTORSTART UNGLEICH MOTOR.SPRINGT.KALT.SCHLECHT.AN
- BEGRUENDUNG VON D69 = VERDACHT.AUF.GRUNDEINSTELLUNG.VERGASER
 -115 PUNKTE = NAHEZU.AUSGESCHLOSSEN
 5 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 -50 R06904 F33 NON W3 MOTORSTOP UNGLEICH MOTOR.STIRBT.IM.LEERLAUF.LEICHT.AB
 F33 NON W8 MOTORSTOP UNGLEICH MOTOR.GEHT.BEIM.TRETEN.DER.KUPPLUNG.AUS
 -80 R06905 F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR
- BEGRUENDUNG VON D129 = ZUENDKERZEN
 -30 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 80 F43 W4 ZUENDAUSSETZER = BEI.HOHEM.DREHZAHLEN
 100 F43 W3 ZUENDAUSSETZER = IM.VOLLASTBEREICH
 20 F0140 W3 FAHREIGENSCHAFTEN = FAHRVERHALTEN/BESCHLEUNIGUNG
 20 F0140 W2 FAHREIGENSCHAFTEN = HOECHSTGESCHWINDIGKEIT
 20 R12902 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSSETZER
 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNGS-/UEBERGANGSVERHALTEN
 80 R12903 F4160 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSSETZER
 F42 W3 FAHRFEHLER = ZUENDAUSSETZER
 30 R12907 F34 W1 LEISTUNG = PLOETZLICHER.LEISTUNGSABFALL.DES.MOTORS
 F3110 W2 MOTOR.ANGESPRUNGEN = MOTOR.KOMMT.NICHT.AUF.TOUREN
 40 F3110 W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.KALTEM.MOTOR
 -10 R12913 F44 NON W1 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR
 F44 NON W2 LEERLAUF UNGLEICH UNGLEICHMAESSIGER.MOTORLEERLAUF.BEI.BETRIEBSWARMEM.MOTOR
 -10 R12914 F4102 NON W4 RUCKELN UNGLEICH BEIM BESCHLEUNIGEN

100 F4160 NON W4 FAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT
 F5150 W2 ZUENDSPANNUNG = EIN.ZYLINDER.>.RESTLICHEN.ZYLINDERN
 -500 R12908 F6610 W1 ZUENDKERZENBILD= = JA
 F6601 W2 ZUENDKERZENABNUTZUNG = MITTELALTE.KERZE
 F6602 W1 ZUENDKERZENGESICHT = NORMAL
 BEGRUENDUNG VON D102 = DEFECT.IM.ANREICHERUNGSSYSTEM.DER.2.STUFE
 -21 PUNKTE = AUSGESCHLOSSEN
 5 F41 W3 FAHRVERHALTEN = Fahren.Unter.Vollast
 4 F41 W4 FAHRVERHALTEN = BESCHLEUNIGUNG-/UEBERGANGSVERHALTEN
 -10 R10203 F4111 NON W5 ANFAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT.BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN
 F4111 NON W6 ANFAHRFEHLER UNGLEICH MOTOR.RUCKELT.BEIM.SCHNELLEN.GASGEBEN
 -10 R10208 F4120 NON W2 TEILLAST UNGLEICH BEIM.SCHNELLEN.GASGEBEN
 F4130 NON W2 VOLLAST UNGLEICH BEIM.SCHNELLEN.VOLLGASGEBEN
 F4140 NON W3 BESCHLEUNIGUNG UNGLEICH RUCKELN.BEIM.SCHNELLEN.GASGEBEN
 -10 R10207 F4120 NON W1 TEILLAST UNGLEICH BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN
 F4130 NON W1 VOLLAST UNGLEICH BEIM.LANGSAMEN.VOLLGASGEBEN
 F4140 NON W2 BESCHLEUNIGUNG UNGLEICH RUCKELN.BEIM.LANGSAMEN.GASGEBEN

5.5. Erläuterung der Fußnoten in 5.2.

(29) MODIS wird durch den Befehl "(start)" aufgerufen. Dazu muß man zuvor MODIS laden.

(30) Auf die erwartete Eingabe kann man jederzeit mit "h" antworten. Dieses bewirkt ein Auflistung der möglichen Befehle der Erklärungskomponente.

(31) Das Kommando "e" bewirkt die Ausgabe der Erläuterung, welche durch einen * vor dem Fragetext angegeben ist, falls eine Erläuterung existiert.

(32) Nach Auflistung der Erläuterung wird die Frage nicht wiederholt, sie ist sodann zu beantworten.

(33) Falls es zu den Antwortalternativen der Frage eine Präzisierung gibt, dann wird diese durch einen * vor der Antwortalternative angezeigt. Diese kann durch das Kommando "a" ausgedruckt werden.

(34) Alle zutreffenden Antwortalternativen werden durch "blank" getrennt nacheinander eingegeben.

(35) Damit sind alle Übersichtsfragen beantwortet und das Steuersystem wertet nun diese zu den Verdachtsdiagnosen der Klassen 3., 5. und 7. aus.

(36) Das Schlüsselwort "NEXT" weist auf die Diagnose hin, die vom System als nächste untersucht wird.

(37) zu den unter (30) aufgelisteten Kommandos gehört auch "w".

(38) Das Kommando "h" Liefert alle Möglichkeiten der "Warum-Option" auf. Die Kommandos der "Warum-Option" werden im folgenden verwandt.

(39) Das Kommando "d6.v" Listet alle Regeln der Diagnose D6 auf, die zur Verdachtsgenerierung gefeuert haben.

(40) Das Kommando "d6.b" Listet alle Regeln auf, die bis jetzt bei der Verdachtsüberprüfung gefeuert haben und die Zuordnung der Diagnose zu einer Wahrscheinlichkeitsklasse.

(41) Das Kommando "8" Listet die "Agenda" auf. Die Agenda beinhaltet die noch zu überprüfenden Diagnosen, den entsprechenden Verdachtsklassen zugeordnet.

(42) Mit dem Kommando "e" kehrt man wieder zurück in die aktuelle Sitzung, dabei wird die zuletzt gestellte Frage wiederholt,

(43) Die Kommandofolge "w 1" führt direkt in die "Warum-Option" und Liefert die Begründung für die aktuelle Frage. Aus der Begründung kann man ersehen, welche Diagnose augenblicklich untersucht wird.

(44) Die Diagnosen D126, D127 und D128 sind ohne zusätzliche Fragen ausgewertet worden. Um die Diagnose D129 auswerten zu können, muß das System noch die Frage F0510 stellen.

(45) Bisher ist die Diagnose D129 noch nicht untersucht worden.

(46) Das System fordert nun die Durchführung einer Technischen Untersuchung an.

(47) Die Antwort "0" weist darauf hin, daß der Experte, der die Technische Untersuchung durchgeführt hat, keine Hinweise auf andere Defekte gefunden hat.

(48) Das Kommando "7" listet die bisher überprüften Diagnosen und ihre Rangordnung auf.

(49) Analog zu dem Kommando "7" listet das Kommando "6" die bisher überprüften Grob- und Zwischendiagnosen auf. Bei der Diagnose D110 handelt es sich um eine Grobdiagnose, da sie durch das Präfix "Verdacht.auf" gekennzeichnet ist.

(50) "d129.b" liefert die Begründung für die Auswertung der Diagnose D129 zu höchstwahrscheinlich, die jetzt untersucht worden ist.

(51) Mittlerweile ist das Punktekonto der Diagnose D129 auf 470 Punkte angewachsen.

(52) Die Technische Untersuchung T66 ist u.a. angefordert worden, weil auch die Diagnose D129 zu ihrer weiteren Überprüfung die Prozedur P129T66 auswerten will.

(53) Die Kommandofolge "w <Regel.Nr.>" listet die vollständige Regel auf. Bei der vorliegenden Regel handelt es sich um eine FADD-Regel. Sie hat gefeuert, sobald "BEKANNT: TRUE" ist. Unter (55) kann man dieses dann bei der Begründung der Diagnose D70 sehen.

(54) Nach Auswertung der Technischen Untersuchung T66 "Sichtkontrolle Zündkerzen" ist die Diagnose D129 zu ausgeschlossen eingestuft worden. Dies liegt an der Auswertung der Regel R12908, die negative Punkte liefert.

(55) Die FADD-Regel R07002 hat mittlerweile gefeuert.

(56) Dadurch ist die Diagnose D70 in der Agenda an oberster Stelle, d.h. D70 wird nun bevorzugt untersucht.

(57) Da D70 eine Feindiagnose ist, muß zuvor die

Grobd Diagnose D69 aktiviert werden, deren Prozedur P069a noch abzuarbeiten ist.

(58) D69 wird zu "nahezu ausgeschlossen" ausgewertet und anschließend wird die die Diagnose D70 ausgewertet.

(59) Als nächstes wird D60 untersucht.

(60) D60 ist noch nicht überprüft worden.

(61) Jetzt ist D60 überprüft worden und zu "neutral" ausgewertet worden. Die positiven und negativen Punkte heben sich gerade auf.

(62) Das Terminierungskriterium des Steuersystems ist an dieser Stelle erfüllt, daher bricht das Steuersystem nun die Sitzung vorläufig ab. Das Terminierungskriterium lautet: Eine Diagnose "höchstwahrscheinlich" und keine weitere Diagnose in einer Klasse über W6.

(63) Da noch nicht überprüfte Verdachtsmomente vorliegen, kann man durch das Kommando "f" die Sitzung fortsetzen, bis alle Hinweise überprüft worden sind.

(64) Durch die Antwort "1" kann die Durchführung einer Technischen Untersuchung abgelehnt werden.

(65) Jetzt sind alle Verdachtsdiagnosen überprüft worden, worauf die Ausgabe der Diagnosen mit ihren Wahrscheinlichkeiten folgt. Um die Endergebnisse richtig auszuwerten, soll an dieser Stelle ein wenig weiter ausgeholt werden. Die Auflistung der Endergebnisse umfaßt alle überprüften Diagnosen. Für den Benutzer sind allerdings nur die Diagnosen der Wahrscheinlichkeitsklassen "höchstwahrscheinlich" und "gesichert" interessant, eventuell auch die Klasse "wahrscheinlich", das hängt von der Sitzung ab. Auf alle Fälle sollte den Klassen "ausgeschlossen" bis "neutral" nicht zuviel Bedeutung zugemessen werden. Diese Klassen sind hauptsächlich für das Steuersystem konzipiert. Für den Benutzer sollten alle Diagnosen, die schlechter als "neutral" sind, irrelevant

sein. Auch die Klasse "neutral" sollte nur als Information der Überprüften Diagnosen angesehen werden.

(66) Das Kommando "b" beendet die aktuelle Sitzung.

(67) Das Folgekommando "j" bewirkt die Erstellung des Standard-Outputs wie er in 5.4. angegeben ist.

(68) Das Folgekommando "j" bewirkt dann die Abspeicherung der aktuellen Sitzung, so daß diese später nach einer Datenänderung zum weiteren Testen des Systems vorliegt.

(69) Der Standard-Output beginnt mit dem Kfz-Kennzeichen.

(70) Die darauf folgende Auflistung der Ergebnisse der Sitzung entspricht der in (65).

(71) Nach den Diagnosen werden noch einmal alle Symptome aufgelistet.

(72) Falls Zwischenvariablen ausgewertet wurden, werden auch diese aufgelistet.

(73,74) Schließlich werden alle Diagnosen mit ihren gefeuerten Regeln aufgelistet.

6. Auflistung der Diagnose-Hierarchie

Bei den nun folgenden Abbildungen handelt es sich jeweils um Ausschnitte aus der Diagnosehierarchie, die zusammengenommen die gesamte Diagnoshierarchie darstellen. Diese Abbildungen sind sehr hilfreich bei der Analyse eines Sitzungsprotokolls, denn erst die Einordnung der Grob-, Zwischen- und Enddiagnosen in die Diagnosehierarchie zeigt den von MODIS beschrittenen Weg auf. Man kann damit sehr leicht feststellen, wie tief man in der Diagnosehierarchie vorgedrungen ist. Um einen Überblick über die Diagnosehierarchie zu erhalten, sollte man die Abb. 2 hinzuziehen.

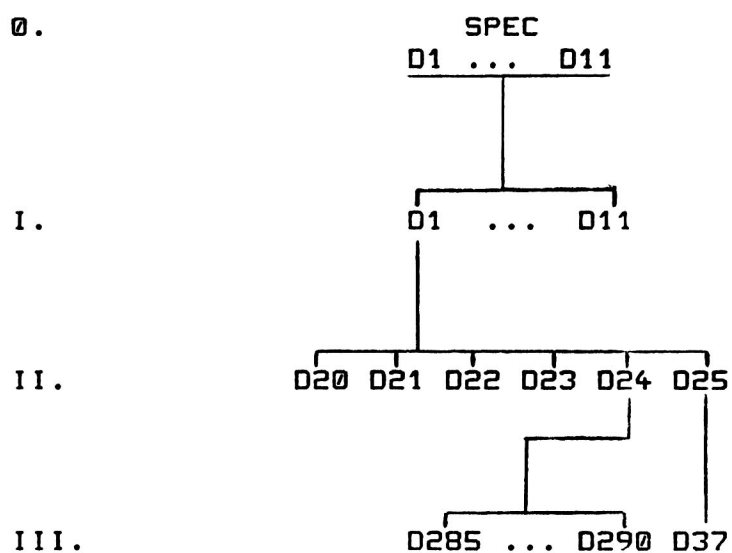


Abb.5

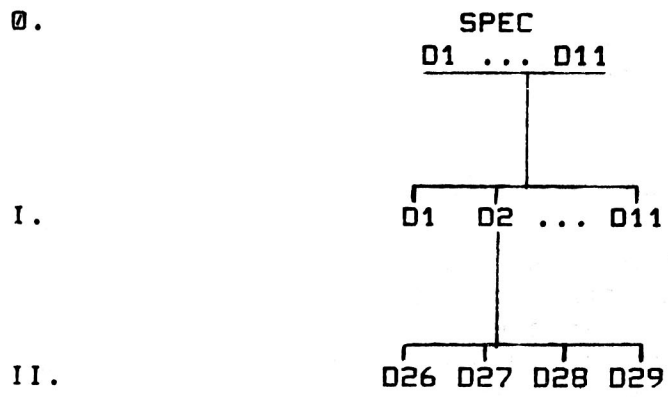


Abb. 6

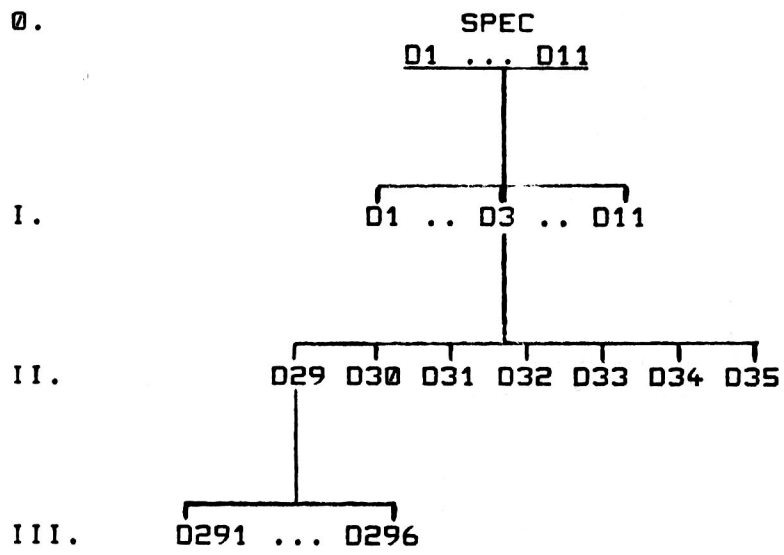


Abb. 7

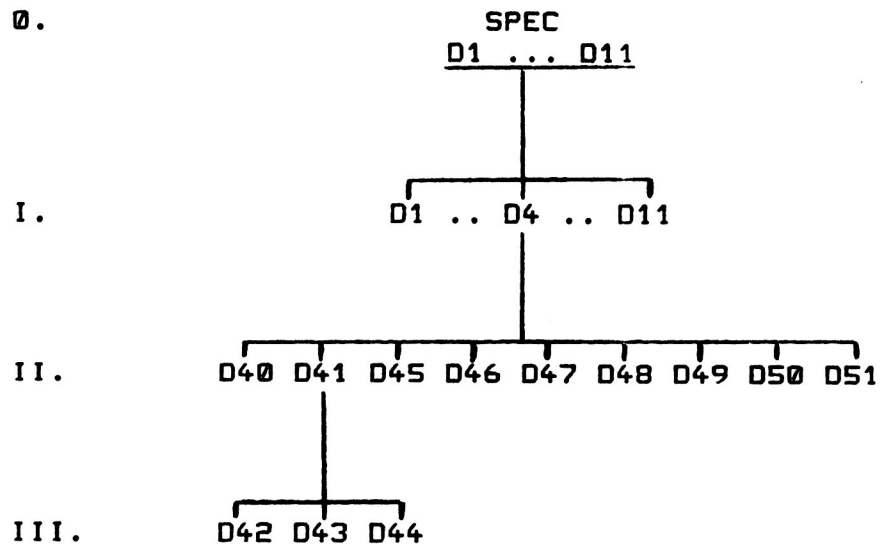


Abb. 8

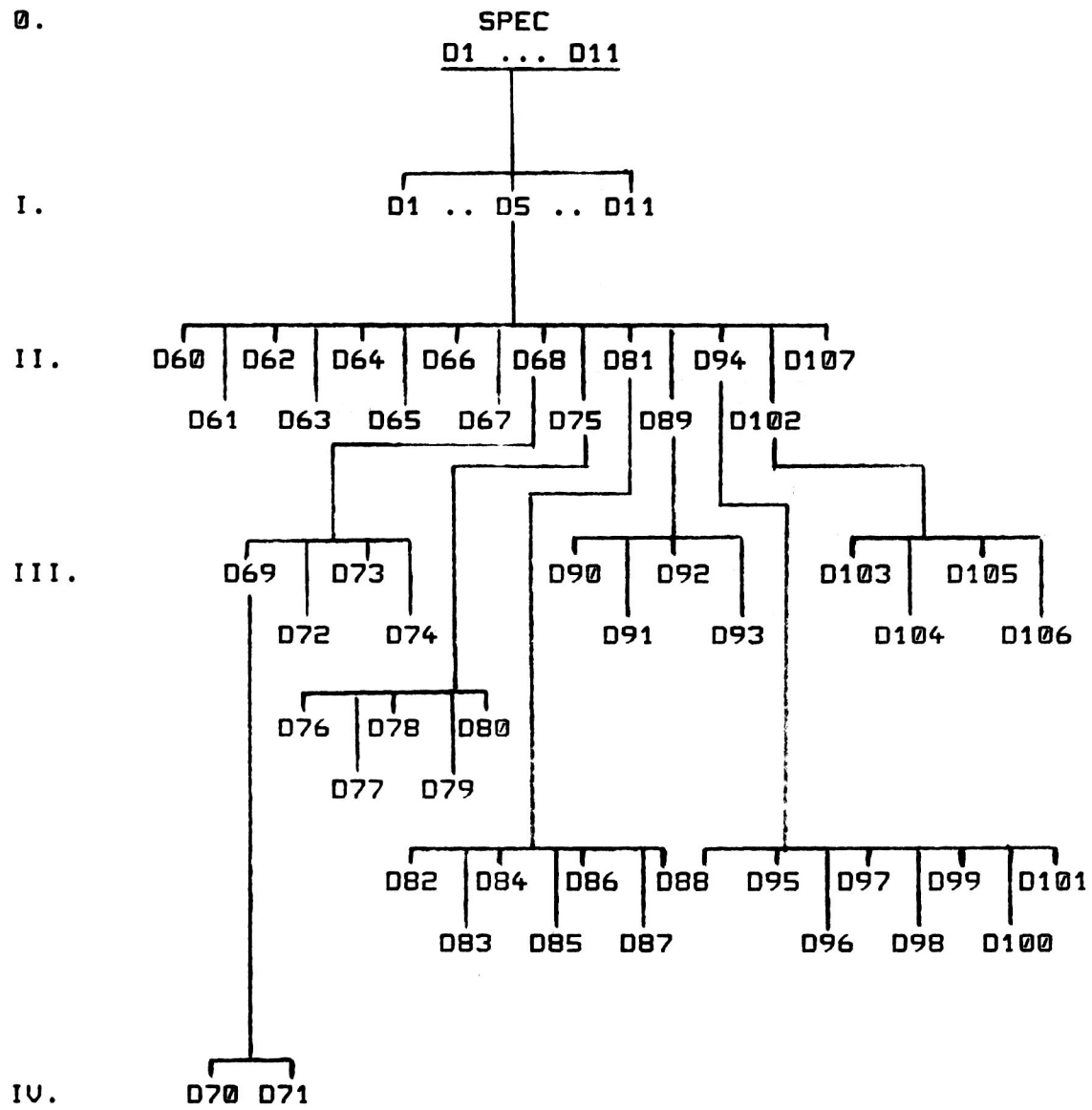


Abb.9

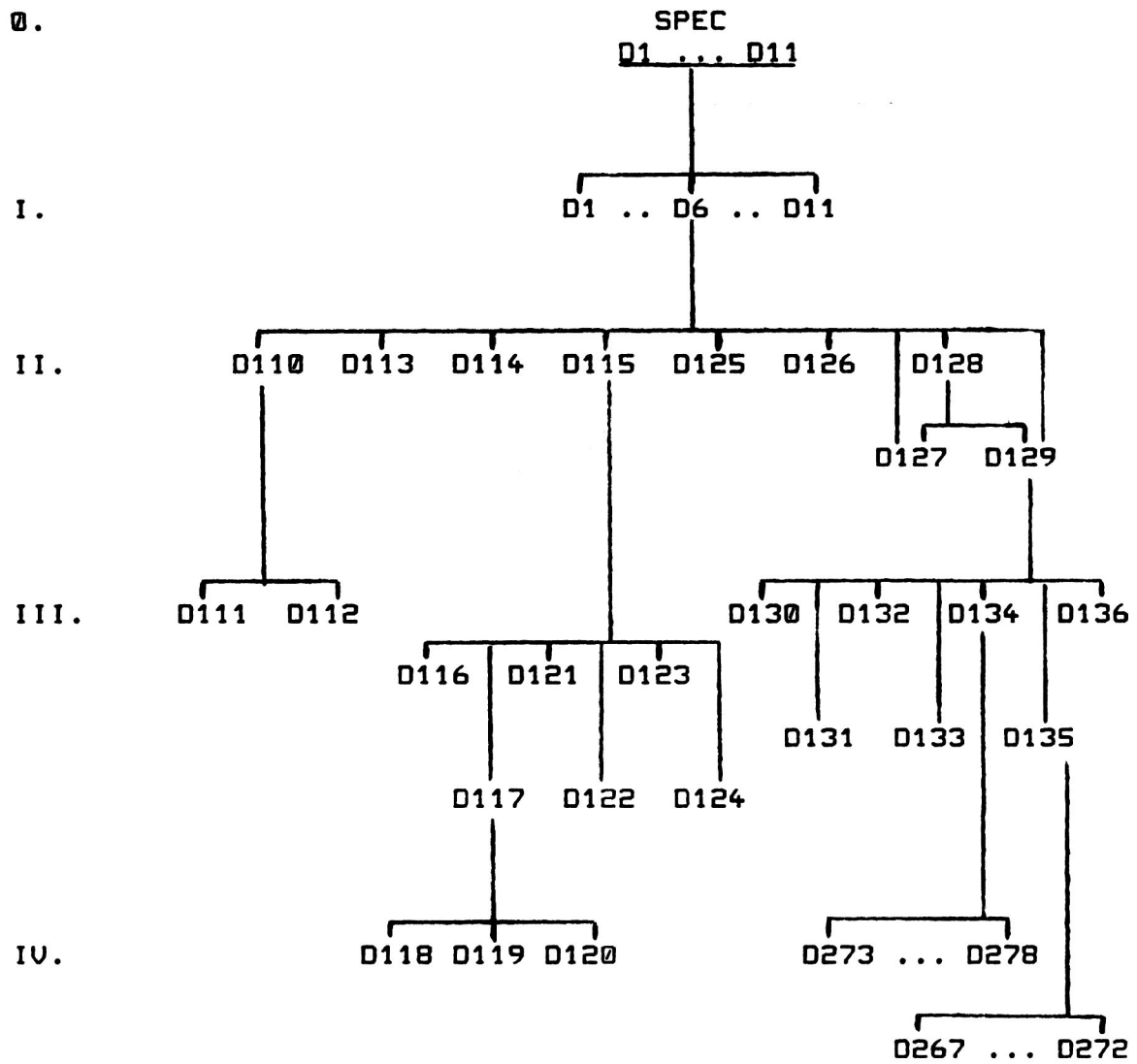


Abb.10

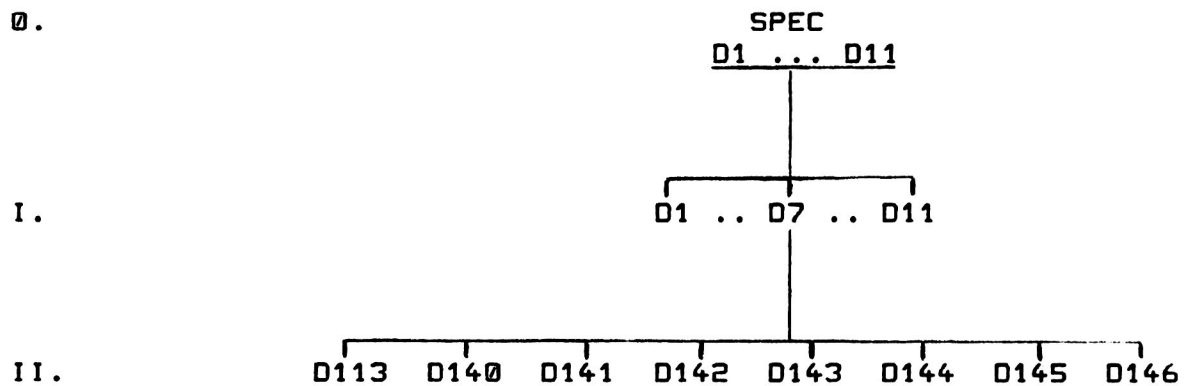


Abb.11

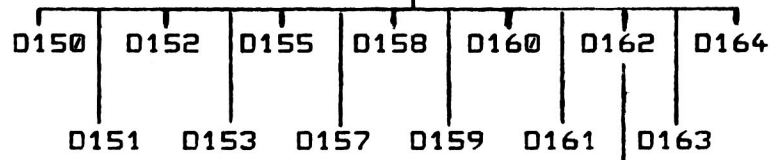
0.

SPEC
D1 ... D11

I.

D1 .. D8 .. D11

II.



III.

D149 D154 D156

Abb.12

0.

SPEC
D1 ... D11

I.

D1 .. D9 .. D11

II.

D166 D167

Abb.13

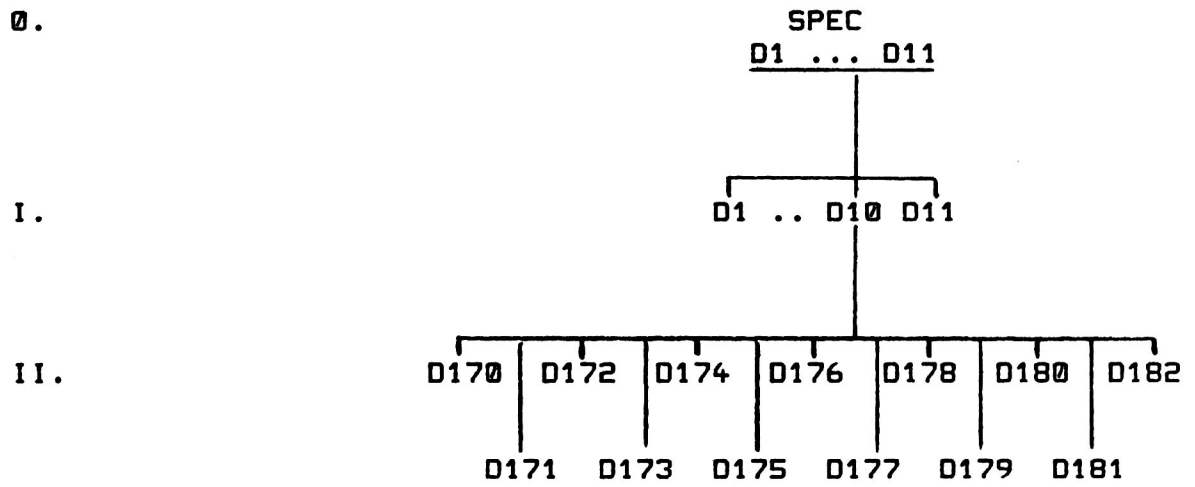


Abb. 14

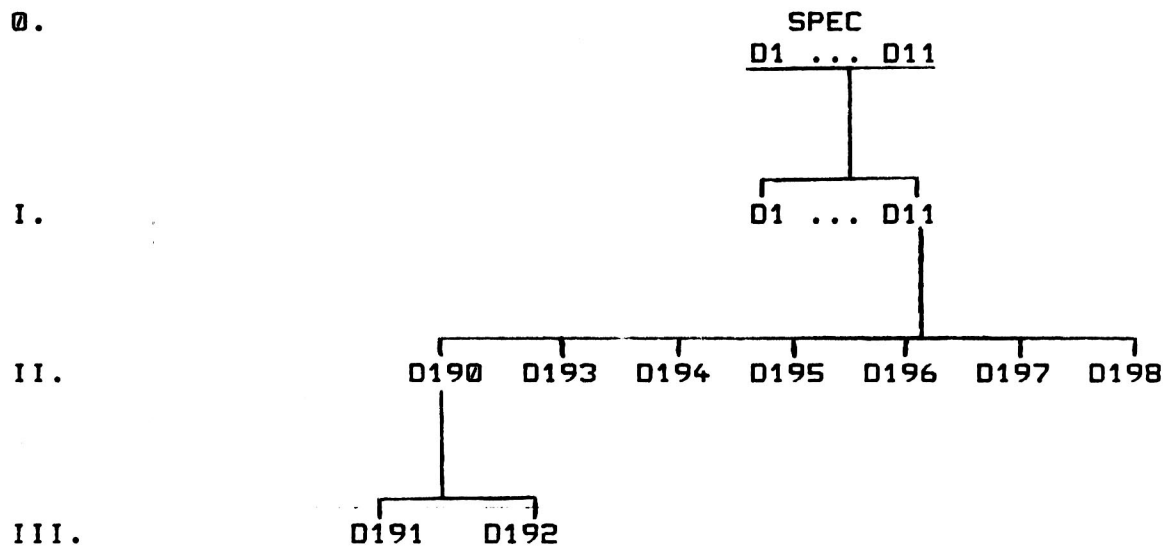


Abb. 15

7. LiteraturListe

1. [RAU 82] Raulefs, P.: Methoden der Künstlichen Intelligenz, Übersicht und Anwendungen GI - 12.Jahrestagung: 57(1982) 170-187
 2. [STE 82] Stefik, M.: The organization of expert systems. A tutorial. Artificial Intelligence: 18(1982)135-173
 3. [SHO 76] Shortliffe, E.H.: Computer-Based Medical Consultations: MYCIN American Elsevier, 1976
 4. [PU 83] Puppe, F.: MED1 - Ein heuristisches Diagnosesystem mit effizienter Kontrollstruktur
memo SEKI-KL-83-04
Universität Kaiserslautern
 5. [GE 82] Bonissone, P.P.: Outline of the design and implementation of a diesel electric engine trouble-shooting aid
Technical Conference 1982
Theory and Practice of Knowledge Based Systems - Egham, Surrey
 6. [GI 82] Gini, M.: CAMA
Technischer Bericht,
Universität Mailand und
Technical Conference 1982
Theory and Practice of Knowledge Based Systems - Egham, Surrey
-
7. [RI1 77] Riedl, H.: Kraftfahrzeuge, Störfälle - Fehlerbehandlung, Verlagsgesellschaft R. Müller, Köln, 1977
 8. [RI2 77] Riedl, H.: Kraftfahrzeuge, Motoren - Elektrotechnik, Verlagsgesellschaft R. Müller, Köln, 1977
 9. [SCH 71] Schelkle, Fr.: Der Kfz-Handwerker
Holland u. Josenhans Verlag
Stuttgart 1971

10. [AR1 81] Reinhardt, G.P.: Aral-Ölfibel
Aral AG, Bochum, 1981
11. [AR2 81] Reinhardt, G.P.: Aral-Kraftstoff -
Fibel, Aral AG, Bochum, 1981
12. [PCH 82] Puchan, G.: Ich werde Autofachmann
Vogel-Verlag, Würzburg 1982
13. [DB 77] Daimler-Benz AG: Motortest Teil 1 und
Teil 2, 1977
14. [DB 78] Daimler-Benz AG: Solex-Vergaser 4A1
1978
15. [B01 74] Robert Bosch GmbH: Techn. Druckschriften:
"Zündkerzen", 1974
16. [B02 74] Robert Bosch GmbH: Techn. Druckschriften:
"Generatoren", 1974
17. [B03 74] Robert Bosch GmbH: Techn. Druckschriften:
"Elektrische Startanlagen", 1974
18. [B04 76] Robert Bosch GmbH: Techn. Druckschriften:
"Batteriezündung", 1976