



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 225 081.7**

(22) Anmeldetag: **15.12.2016**

(43) Offenlegungstag: **21.06.2018**

(51) Int Cl.: **G06F 11/36 (2006.01)**

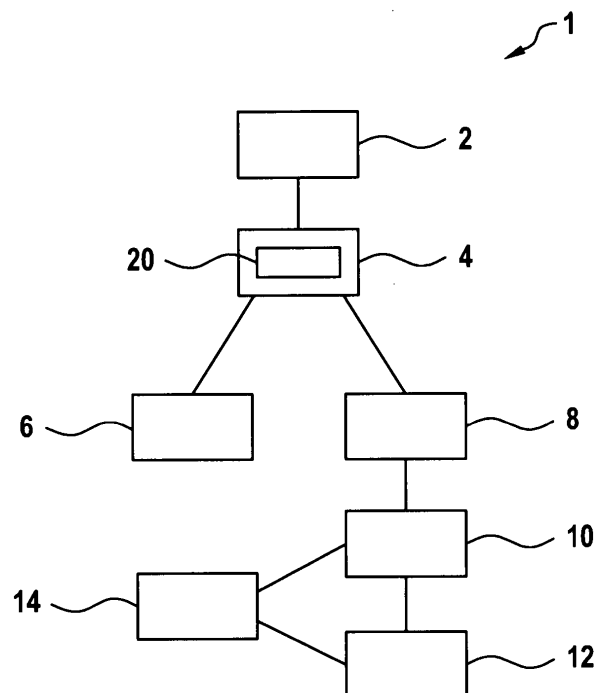
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Zielke, Robert Manfred, 71679 Asperg, DE; Weiss,
Patrick, 71686 Remseck, DE; Hagemann, Philipp,
73614 Schorndorf, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Bestimmen der Pinpoint-Fähigkeit möglicher Fehler einer oder mehrerer Komponenten**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung (1) zum Bestimmen, ob ein möglicher Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) einer oder mehrerer Komponenten (K1, K2, K3, K4) auf Grundlage von Ergebnissen vorgegebener Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3) eindeutig bestimmbar ist, umfasst: (a) eine Speichervorrichtung (4), die ausgebildet ist, Parameter, die für jede Kombination eines möglichen Fehlers (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) einer der Komponenten (K1, K2, K3, K4) und eines möglichen Diagnoseergebnisses ein Maß dafür bereitstellen, ob der jeweilige Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) möglich ist, wenn das jeweilige Diagnoseergebnis vorliegt, in einer Matrix (20) zu speichern, wobei die Zeilen der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Diagnoseergebnisse zugeordnet sind und wobei die Spalten der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) zugeordnet sind; (b) einer Auswahlvorrichtung (6), die ausgebildet ist, wenigstens zwei Zeilen der Matrix (20) auszuwählen, die für ein Diagnoseergebnis, das mit einem zu identifizierenden Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) vereinbar ist, einen Parameter enthalten, der größer als ein vorgegebener erster Grenzwert ist; (c) eine Berechnungsvorrichtung (8), die ausgebildet ist, durch elementweises Multiplizieren der ausgewählten Zeilen der Matrix (20) einen Ergebnisvektor zu berechnen; und (d) eine Bestimmungsvorrichtung (10), die ausgebildet ist, zu bestimmen, ob der Ergebnisvektor wenigstens ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bestimmen, ob ein möglicher Fehler einer oder mehrerer Komponenten, „pinpointfähig“ ist, d.h. ob der Fehler auf Grundlage von Ergebnissen vorgegebener Diagnosemöglichkeiten eindeutig bestimmbar ist. Bei den Komponenten handelt es sich insbesondere um Komponenten eines Kraftfahrzeugs.

Stand der Technik

[0002] Bei der Diagnose-Möglichkeiten-Analyse (DMA) werden zur Erfassung und Bewertung der Diagnosefähigkeit bei Komponentenfehlern alle Funktionen einer Komponente analysiert und aus den Ergebnissen mögliche Fehlerbilder abgeleitet.

[0003] Anschließend erfolgt eine Auflistung der Diagnosemöglichkeiten inklusive Bewertung (Pinpoint-Fähigkeit und Anwendbarkeit).

[0004] Aus diesen und anderen Kennzahlen wird schließlich eine prozesskonforme Kennzahl, die Diagnosefähigkeit, berechnet.

[0005] Ein wichtiger Faktor für diese Kennzahl ist die Aussage, ob ein Fehler einer Komponente durch verfügbare oder zukünftig verfügbare Diagnosemöglichkeiten eindeutig identifizierbar ist, d.h. ob der Fehler pinpointfähig ist.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Entscheidung, ob eine Diagnosemöglichkeit bzw. eine Kombination von Diagnosemöglichkeiten pinpointfähig ist, zu vereinfachen und die Qualität des Ergebnisses zu verbessern.

[0007] Ein Verfahren zum Bestimmen, ob ein möglicher Fehler einer oder mehrerer Komponenten auf der Grundlage von Ergebnissen vorgegebener Diagnosemöglichkeiten eindeutig bestimmbar und damit pinpointfähig ist, umfasst gemäß einer Ausführungsform der Erfindung:

- (a) Auswählen der zu prüfenden Komponenten;
- (b) Bereitstellen einer Anzahl an Diagnosemöglichkeiten, wobei jede Diagnosemöglichkeit ein positives oder ein negatives Diagnoseergebnis liefert;
- (c) Bereitstellen numerischer Parameter, die für jede Kombination aus einem möglichen Fehler einer der ausgewählten Komponenten und einem möglichen Diagnoseergebnis ein Maß dafür sind, ob der jeweilige Fehler möglich ist (vorhanden sein kann), wenn das jeweilige Diagnoseergebnis vorliegt;

(d) Anordnen der numerischen Parameter in einer Matrix, wobei die Zeilen der Matrix jeweils einem der möglichen Diagnoseergebnisse zugeordnet sind und wobei die Spalten der Matrix jeweils einem der möglichen Fehler zugeordnet sind;

(e) Auswählen eines zu identifizierenden Fehlers;

(f) Auswählen wenigstens einer Zeile der Matrix, die für wenigstens ein Diagnoseergebnis, das mit dem zu identifizierenden Fehler vereinbar ist, wenigstens einen Parameter enthält, der nicht kleiner als ein vorgegebener erster Grenzwert ist;

(g) Bestimmen, ob wenigstens eine der ausgewählten Zeilen nur einen einzigen Parameter enthält, der nicht kleiner als der vorgegebene erste Grenzwert ist, und ob die anderen Parameter in dieser Zeile nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind.

[0008] Wenn wenigstens eine der ausgewählten Zeilen nur einen einzigen Parameter enthält, der nicht kleiner als der vorgegebene erste Grenzwert ist, und die anderen Parameter in dieser Zeile nicht größer als der vorgegebene dritte Grenzwert sind, ist der zu identifizierende Fehler allein durch das dieser Zeile zugeordnete Diagnoseergebnis eindeutig identifiziert. Das Verfahren kann daher für den betreffenden zu identifizierenden Fehler an dieser Stelle beendet werden.

[0009] Wenn aber jede der ausgewählten Zeilen wenigstens zwei Parameter enthält, die größer als der vorgegebene dritte Grenzwert sind, ist der zu identifizierende Fehler durch das den ausgewählten Zeilen zugeordnete Diagnoseergebnis noch nicht eindeutig identifizierbar und es werden zusätzlich die folgenden Schritte durchgeführt:

(h1) Auswählen von wenigstens zwei Zeilen der Matrix, die für wenigstens ein Diagnoseergebnis, das mit dem zu identifizierenden Fehler vereinbar ist, einen Parameter enthalten, der nicht kleiner als der vorgegebene erste Grenzwert ist;

(h2) Berechnen eines Ergebnisvektors durch elementweises Multiplizieren der ausgewählten Zeilen der Matrix;

(h3) Bestimmen, ob der Ergebnisvektor wenigstens ein Element enthält, das größer als ein vorgegebener zweiter Grenzwert ist, wobei die Elemente des Ergebnisvektors, die kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert sind, nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind.

[0010] Eine Vorrichtung zum Bestimmen, ob ein möglicher Fehler einer oder mehrerer Komponenten auf Grundlage von Ergebnissen vorgegebener Dia-

gnosemöglichkeiten eindeutig bestimmbar und damit pinpointfähig ist, umfasst gemäß einer Ausführungsform der Erfindung:

(a) eine Speichervorrichtung, die ausgebildet ist, numerische Parameter, die für jede Kombination eines möglichen Fehlers einer der Komponenten und eines möglichen Diagnoseergebnisses ein Maß dafür sind, ob der jeweilige Fehler möglich ist (vorhanden sein kann), wenn das jeweilige Diagnoseergebnis vorliegt, in einer Matrix zu speichern, wobei die Zeilen der Matrix jeweils einem der möglichen Diagnoseergebnisse zugeordnet sind und wobei die Spalten der Matrix jeweils einem der möglichen Fehler zugeordnet sind;

(b) einer Auswahlvorrichtung, die ausgebildet ist, Zeilen der Matrix auszuwählen, die für ein Diagnoseergebnis, das mit einem zu identifizierenden Fehler vereinbar ist, einen Parameter enthalten, der größer als ein vorgegebener erster Grenzwert ist;

(c) eine Berechnungsvorrichtung, die ausgebildet ist, durch elementweises Multiplizieren der ausgewählten Zeilen der Matrix einen Ergebnisvektor zu berechnen;

(d) eine Bestimmungsvorrichtung, die ausgebildet ist, zu bestimmen, ob der Ergebnisvektor wenigstens ein Element enthält, das nicht kleiner als ein vorgegebener zweiter Grenzwert ist, wobei anderen Elemente des Ergebnisvektors, die kleiner als der zweite Grenzwert sind, nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind.

[0011] Der Fachmann erkennt sofort, dass die Rolle der Zeilen und Spalten der Matrix problemlos vertauscht werden kann.

[0012] Der erste Grenzwert kann gleich dem zweiten Grenzwert sein. Der erste und der zweite Grenzwert können insbesondere gleich Eins („1“) und der dritte Grenzwert kann insbesondere gleich Null („0“) sein.

[0013] Eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung ermöglichen es, auf der Grundlage vollständiger Beschreibungen aller Diagnosemöglichkeiten und einer Diagnose-Möglichkeiten-Analyse (DMA) des Gesamtsystems eine automatisierte Bewertung der Pinpoint-Fähigkeit durchzuführen.

[0014] Dadurch ist die Prozessfähigkeit sichergestellt, das Ergebnis der Bewertung hängt nicht mehr vom Ermessen einzelner Personen ab und die DMA kann die vollständigen und relevanten Informationen beinhalten, die für die Erstellung der geführten Fehlersuche (gFS) benötigt werden.

[0015] Dadurch, dass alle für die gFS-Erstellung benötigten Informationen bereitstehen, kann auch eine Online-gFS generiert werden, die sich einerseits aus den Feldrückmeldungen, andererseits durch aktualisierte DMA-Ergebnisse, dynamisch generieren lässt.

[0016] Solch eine automatisch generierte gFS kann dann auf Werkstatt-Testern mit Netzwerkzugriff genutzt werden. Dabei wird eine Verbindung zu einem zentralen Server aufgebaut und die benötigten Informationen werden dort dynamisch generiert und übermittelt.

[0017] Ausführungsbeispiele der Erfindung ermöglichen es, beispielsweise die Komponenten eines Fahrzeugs gezielt nach bestimmten Fehlern abzu prüfen. Die DMA liefert auch Informationen, welche Fehler bei welchem Ausgangspunkt, der z.B. durch Fehlerspeichereintrag vorgegeben ist, in Frage kommen.

[0018] Bei vollständiger Information über alle Ausgangspunkte und vollständiger Information über alle verfügbaren Diagnosemöglichkeiten kann die Fehlersuche direkt bestimmt werden. Wenn die Diagnosemöglichkeiten ohne zusätzliches Werkzeug auskommen, ist es auch möglich, ein Fahrzeug automatisiert in einen Diagnosemodus zu versetzen und dann eine vollständige Diagnose durchzuführen, ohne dass hierfür ein Werkstattaufenthalt notwendig ist.

[0019] In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren, zu bestimmen, ob der Ergebnisvektor genau ein Element enthält, das nicht kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert ist, wobei alle anderen Elemente des Ergebnisvektors nicht größer als der vorgegebene dritte Grenzwert sind. In diesem Fall ist der Fehler auf Grundlage der ausgewählten Diagnoseergebnisse eindeutig bestimmbar.

[0020] In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren, zu bestimmen, ob mehrere Elemente des Ergebnisvektors, die größer als der vorgegebene zweite Grenzwert sind, zu der gleichen Komponente gehören. In diesem Fall ist auf Grundlage der ausgewählten Diagnoseergebnisse zwar nicht der Fehler, aber immerhin die defekte Komponente eindeutig bestimmbar.

[0021] In einer Ausführungsform sind die Parameter entweder Eins („1“) oder Null („0“). In diesem Fall ist das Verfahren besonders einfach durchzuführen und es wird nur wenig Speicherplatz benötigt, um die Parameter zu speichern. Insbesondere wird für jeden Parameter nur ein Bit benötigt.

[0022] In einer alternativen Ausführungsform können die Parameter einen beliebigen Wert, insbesondere einen Wert zwischen Null („0“) und Eins („1“) haben. Auf diese Weise ist es möglich, bei der Zuverlässig-

sigkeit/Trefferwahrscheinlichkeit einzelner Diagnosemöglichkeiten auch Zwischenwerte abzubilden. So kann die Qualität der Entscheidung, ob eine Diagnosemöglichkeit bzw. eine Kombination von Diagnosemöglichkeiten „pinpointfähig“ ist, noch weiter verbessert werden.

[0023] In einer Ausführungsform ist jeder Diagnosemöglichkeit ein Aufwandparameter zugeordnet ist, der insbesondere den zeitlichen Aufwand und/oder die Kosten der jeweiligen Diagnosemöglichkeit beschreibt. Das Verfahren umfasst in dieser Ausführungsform, die Aufwandparameter der ausgewählten Diagnosemöglichkeiten, deren Parameter miteinander multipliziert werden, zu summieren. Dies ermöglicht es, den Gesamtaufwand jeder ausgewählten Kombination an Diagnosemöglichkeiten zu bestimmen und die Kombination aus Diagnosemöglichkeiten mit dem kleinsten Gesamtaufwand auszuwählen, um die Diagnose mit dem geringstmöglichen Aufwand durchführen zu können.

[0024] Es können auch separate Aufwandparameter für den zeitlichen und für den finanziellen Aufwand vorgesehen sein. In diesem Fall kann sowohl die Kombination mit dem geringsten zeitlichen Aufwand als auch die Kombination mit dem geringsten finanziellen Aufwand ausgewählt werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 2 zeigt einer Matrix mit Parametern, welche die Beziehung zwischen möglichen Fehlern verschiedener Komponenten und den Ergebnissen verschiedener Diagnosemöglichkeiten definieren.

Fig. 3 zeigt einer Matrix mit Parametern, welche für ein konkretes Fehlerszenario die Beziehung zwischen möglichen Fehlern verschiedener Komponenten und den Ergebnissen verschiedener Diagnosemöglichkeiten definieren.

Figurenbeschreibung

[0025] **Fig. 1** zeigt in einer schematischen Ansicht einer Vorrichtung **1** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0026] Die Vorrichtung **1** umfasst eine Eingabevorrichtung **2**, die zur Eingabe von Daten, insbesondere von Parametern, welche die Beziehung zwischen möglichen Fehlern verschiedener Komponenten und den Ergebnissen verschiedener Diagnosemöglichkeiten definieren, vorgesehen ist. Die Eingabevorrichtung **2** kann beispielsweise eine Tastatur, eine Maus, einen Touchscreen und/ oder eine

elektronische Schnittstelle zur elektronischen Eingabe von Daten umfassen.

[0027] Die Vorrichtung **1** umfasst weiterhin eine Speichervorrichtung **4**, die ausgebildet ist, Parameter zu speichern, die für jede Kombination eines möglichen Fehlers einer Komponente und eines möglichen Diagnoseergebnisses ein Maß dafür bereitstellen, dass der jeweilige Fehler vorhanden ist, wenn das jeweilige Diagnoseergebnis vorliegt. Die Speichervorrichtung **4** ist insbesondere ausgebildet, die Parameter in einer Matrix **20** zu speichern, wobei jede Zeile der Matrix **20** einem möglichen Diagnoseergebnis zugeordnet ist und jede Spalte einem möglichen Fehler zugeordnet ist. Alternativ können die Diagnoseergebnisse den Spalten der Matrix **20** und die möglichen Fehler den Zeilen der Matrix **20** zugeordnet sein.

[0028] Die Vorrichtung **1** umfasst auch einer Auswahlvorrichtung **6**, die ausgebildet ist, wenigstens zwei Zeilen der Matrix **20** auszuwählen, die für ein Diagnoseergebnis, das mit einem zu identifizierenden Fehler vereinbar ist, einen Parameter enthalten, der größer als ein vorgegebener erster Grenzwert ist.

[0029] Eine Berechnungsvorrichtung **8** ist ausgebildet, durch elementweises Multiplizieren der ausgewählten Zeilen der Matrix **20**, d.h. Multiplizieren der Elemente der Zeilen der Matrix **20**, die sich in der gleichen Spalte der Matrix **20** befinden, einen Ergebnisvektor zu berechnen.

[0030] Es ist auch eine Bestimmungsvorrichtung **10** vorgesehen, die ausgebildet ist, zu bestimmen, ob der Ergebnisvektor wenigstens ein Element enthält, das nicht kleiner als ein vorgegebener zweiter Grenzwert ist und ob die anderen Elemente des Ergebnisvektors nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind.

[0031] Die Vorrichtung **1** umfasst darüber hinaus eine Ausgabevorrichtung **12**, die ausgebildet ist, ein von der Bestimmungsvorrichtung **10** ermitteltes Ergebnis auszugeben. Die Ausgabevorrichtung **12** kann beispielsweise einen Bildschirm, einen Drucker und/oder eine elektronische Schnittstelle zur elektronischen Ausgabe der Ergebnisse umfassen.

[0032] **Fig. 2** zeigt eine Matrix **20**, welche die Beziehungen zwischen möglichen Fehlern F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41 verschiedener Komponenten K1, K2, K3, K4 und den Ergebnissen verschiedener Diagnosemöglichkeiten DM1, DM2, DM3, DM4 darstellt.

[0033] Jede Diagnosemöglichkeit DM1, DM2, DM3, DM4 liefert ein positives Ergebnis (+) (in Ordnung, i.O.) oder ein negatives Ergebnis (-) (nicht in Ordnung, n.i.O.).

[0034] Der Parameter „1“ in der Matrix bedeutet, dass der durch die jeweilige Spalte bezeichnete Fehler F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41 bei dem Diagnoseergebnis, das der jeweiligen Zeile entspricht, vorhanden sein kann.

[0035] Der Parameter „0“ in der Matrix bedeutet, dass der durch die jeweilige Spalte bezeichnete Fehler F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41 bei dem Diagnoseergebnis, das der jeweiligen Zeile entspricht, nicht vorhanden sein kann.

[0036] Beispielsweise kann, wenn die erste Diagnosemöglichkeit DM1 ein negatives (n.i.O.) Ergebnis (-) liefert (Zeile 1), wenigstens einer der Fehler F11, F12 der ersten Komponente K1 oder der Fehler F22 der zweiten Komponente K2 vorhanden sein. Die Fehler F13 der ersten Komponente K1, F21 der zweiten Komponente K2 und F31, F41 der dritten und vierten Komponente K3, K4 können dagegen ausgeschlossen werden.

[0037] Entsprechend kann, wenn die erste Diagnosemöglichkeit DM1 ein positives (i.O.) Ergebnis (+) liefert (Zeile 2), wenigstens einer von den Fehlern F12, F13 der ersten Komponente K1, F21 der zweiten Komponente K2, F31 der dritten Komponente K3 oder F41 der vierten Komponente K4 vorhanden sein. Die Fehler F12 der ersten Komponente K1 und F22 der zweiten Komponente K2 können dagegen ausgeschlossen werden.

[0038] Das Ergebnis der ersten Diagnosemöglichkeit D1 allein ist somit nicht ausreichend, um einen Fehler F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41 oder auch nur eine fehlerhafte Komponente K1, K2, K3, K4 eindeutig zu identifizieren.

[0039] Durch Hinzufügen weiterer Diagnoseergebnisse, die sich aus der Durchführung weiterer Diagnosemöglichkeiten DM2, DM3 ergeben, kann der Fehler weiter eingegrenzt werden.

[0040] Um eine Kombination von Diagnosemöglichkeiten zu bestimmen, die es ermöglicht, einen ausgewählten Fehler F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41 eindeutig zu bestimmen, werden die Zeilen, die den Diagnoseergebnissen verschiedener Diagnosemöglichkeiten entsprechen, elementweise miteinander multipliziert, d.h. diejenigen Parameter der zu multiplizierenden Zeilen, die sich in der gleichen Spalte befinden, werden miteinander multipliziert. Die Ergebnisse dieser Multiplikationen bilden den Ergebnisvektor (die Ergebniszeile).

[0041] Zeilen, die in der Spalte des ausgewählten Fehlers F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41 den Parameter „0“ enthalten, können dabei unberücksichtigt bleiben, da der ausgewählte Fehler F11, F12, F13,

F21, F22, F31, F41 bei diesen Diagnoseergebnissen definitionsgemäß ausgeschlossen ist.

[0042] Eine Kombination von Diagnoseergebnissen, bei der diese Operation, d.h. die elementweise Multiplikation der Zeilen, zu einem Ergebnisvektor führt, die nur eine einzige Eins „1“ und sonst nur Nullen „0“ enthält, ermöglicht es, den Fehler F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41, dessen Spalte die Eins „1“ enthält, eindeutig zu identifizieren.

[0043] In dem in der **Fig. 2** gezeigten Beispiel führt eine Kombination (elementweise Multiplikation) der Diagnoseergebnisse DM1 (-) (Zeile 1) und DM2 (+) (Zeile 4) beispielsweise zu dem Ergebnisvektor (1/0/0/1/0/0). Dieser Ergebnisvektor enthält zweimal den Parameter „1“. Durch Kombination der Diagnoseergebnisse DM1 (-) und DM2 (+) kann der Fehler F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41 daher immer noch nicht eindeutig bestimmt werden, denn es kann der Fehler F11 der ersten Komponente K1 und/oder der Fehler F22 der zweiten Komponente K2 vorhanden sein.

[0044] Eine Kombination der Diagnoseergebnisse DM1 (-) und DM3 (+) (Zeilen 1 und 6) führt zu dem Ergebnisvektor (1/1/0/0/0/0). Auch dieser Ergebnisvektor enthält zweimal den Parameter „1“. Es ist daher nicht möglich, zu entscheiden, ob der Fehler F11 oder der Fehler F12 vorhanden ist. Da die beiden möglichen Fehler F11, F12 Fehler der ersten Komponente K1 sind, kann der Fehler F11, F12, F13, F21, F22 durch die Kombination der Diagnoseergebnisse DM1 (-) und DM3 (+) immerhin auf die erste Komponente K1 eingegrenzt werden.

[0045] Eine Kombination der drei Diagnoseergebnisse DM1 (-), DM 2 (+) und DM3 (+) (Zeilen 1, 4 und 6) hat den Ergebnisvektor (1/0/0/0/0/0) zur Folge. Dieser Ergebnisvektor erhält nur einmal den Parameter „1“. Der Fehler F11 der ersten Komponente K1 kann daher durch die Kombination der Diagnoseergebnisse DM1 (-), DM 2 (+) und DM3 (+) eindeutig identifiziert werden.

[0046] Auf die gleiche Art und Weise können auch für die anderen Fehler F12, F13, F21, F22 Kombinationen von Diagnoseergebnissen bestimmt werden, die es ermöglichen, den jeweiligen Fehler F12, F13, F21, F22 eindeutig zu identifizieren („Pinpointing“).

[0047] In dem in der **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Parameter in der Matrix 20 binäre Parameter, d.h. heißt Parameter, die nur einen der beiden Werte „1“ oder „0“ annehmen können.

[0048] In einem möglichen Ausführungsbeispiel, das nicht in den Figuren gezeigt ist, könne die Parameter auch Werte zwischen „0“ und „1“, beispielsweise 0, 1 oder 0,9 annehmen. Ein Wert von 0,9 würde bei-

spielsweise bedeuten, dass der betreffende Fehler F11, F12, F13, F21, F22 bei Vorliegen des betreffenden Diagnoseergebnisses mit einer 90%igen Wahrscheinlichkeit vorhanden sein kann.

[0049] Bei der Kombination von zwei oder mehr Diagnoseergebnissen werden die gleichen Berechnungen (elementweise Multiplikation der Parameter) vorgenommen, wie es zuvor für den binären Fall beschrieben worden ist.

[0050] Eine Kombination von Diagnoseergebnissen wird als einen Fehler F11, F12, F13, F21, F22 eindeutig identifizierend angesehen, wenn ein Element des Ergebnisvektors einen vorgegebenen Grenzwert, beispielsweise einen Wert von 0,8, überschreitet und dabei alle anderen Elemente des Ergebnisvektors einen weiteren vorgegebenen Grenzwert, beispielsweise einen Wert von 0,2 unterschreitet.

[0051] Auf diese Weise ist es möglich, bei der Zuverlässigkeit/Trefferwahrscheinlichkeit einzelner Diagnosemöglichkeiten auch Zwischenwerte abzubilden und somit die Qualität des Verfahrens noch weiter zu verbessern.

[0052] In der Spalte H der Matrix **20** ist für jede Diagnosemöglichkeit DM1, DM2, DM3 ein Aufwandspareparameter gespeichert, der den zeitlichen und/oder finanziellen Aufwand repräsentiert, der mit der Durchführung der jeweiligen Diagnosemöglichkeit DM1, DM2, DM3 verbunden ist. Durch Addieren der in der Matrix **20** gespeicherten Aufwandspareparameter kann der Gesamtaufwand einer Kombination von Diagnosemöglichkeiten DM1, DM2, DM3 bestimmt werden.

[0053] In dem in der **Fig. 2** gezeigten Beispiel hat die Kombination der Diagnosemöglichkeiten DM1 und DM2 (Zeilen **1** und **4**) den Gesamtaufwand $10+20=30$, die Kombination der Diagnosemöglichkeiten DM1 und DM3 (Zeilen **1** und **6**) den Gesamtaufwand $10+30=40$ und die Kombination der Diagnosemöglichkeiten DM1, DM2 und DM3 (Zeilen **1**, **4** und **6**) den Gesamtaufwand $10+20+30=60$.

[0054] Ermöglichen es mehrere verschiedene Kombinationen von Diagnosemöglichkeiten, einen Fehler eindeutig zu identifizieren, kann eine Diagnose-Auswahlvorrichtung **14** die Kombination mit dem geringsten zeitlichen und/oder finanziellen Gesamtaufwand ausgewählt werden. Auf diese Weise kann die Diagnose so schnell (geringster zeitlicher Aufwand) und/oder so kostengünstig (geringster finanzieller Aufwand) wie möglich durchgeführt werden.

[0055] Es können auch getrennte Aufwandspareparameter für den zeitlichen und den finanziellen Aufwand vorgesehen sein. Dies ermöglicht es, wahlweise die Kombination mit dem geringsten zeitlichen Aufwand

oder die Kombination mit dem geringsten finanziellen Aufwand auszuwählen.

[0056] Der Fachmann versteht, dass die Rolle/Funktion der Zeilen und Spalten der Matrix **20** vertauscht werden kann, ohne dass dies die Durchführung oder das Ergebnis des Verfahrens beeinträchtigen würde.

[0057] Anhand der **Fig. 3** wird im Folgenden die Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens auf ein konkretes Fehlerszenario beschrieben.

[0058] Aufgrund des Fehlerbildes „der Anlasser dreht, aber der Motor startet nicht“, wurden die folgenden möglichen Fehlerquellen Fx identifiziert:

F1: Leck im Hochdruckrail K1 des Verbrennungsmotors

F2: der Niederdrucksensor K2 zeigt einen zu hohen Wert an

F3: zu niedriges Kraftstoffniveau im Schwalltopf K3

F4: zu geringe Förderleistung der Hochdruckpumpe K4

[0059] Für die Diagnose stehen die folgenden Diagnosemöglichkeiten DMx zur Verfügung:

DM1: visuelles Überprüfen des Hochdruckrails K1

DM2: Messen der Rücklaufmenge Kraftstoffpumpe

DM3: Messen der Fördermenge der Kraftstoffpumpe

[0060] Die Beziehungen zwischen den möglichen Fehlerquellen Fx und den zur Verfügung stehenden Diagnosemöglichkeiten DMx werden durch die Parameter in der Matrix **20** symbolisiert, die in der **Fig. 3** gezeigt ist.

[0061] Die Durchführung eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung führt in diesem Fall zu folgenden Ergebnissen:

Leck im Hochdruckrail K1 (F1):
Pinpointing ist möglich, da ein visuelles Überprüfen des Hochdruckrails (DM1 (-)) für sich allein bereits zu einem Ergebnisvektor $(1/0/0/0)$ führt, der die Pinpoint-Anforderungen erfüllt.

Der Niederdrucksensor K2 zeigt einen zu hohen Wert an (F2):

Das Verfahren liefert den Ergebnisvektor $(0/1/1/1) \times (1/1/0/1) \times (1/1/0/1) = (0/1/0/1)$, der zweimal den Wert Eins „1“ enthält.

D.h., es ist kein Pinpointing möglich, da auch bei einer Kombination aller Diagnosemöglichkeiten DM1, DM2, DM3 neben der Möglichkeit eines defekten Niederdrucksensors K2 (F2) auch noch

die Möglichkeit einer zu geringen Förderleistung der Hochdruckpumpe K4 (F4) verbleibt.

Zu niedriges Kraftstoffniveau im Schwalltopf K3 (F3):

Pinpointing ist möglich, da bereits ein Überprüfen der Fördermenge (DM4 (+)) zu einem Ergebnisvektor (0/0/1/0) führt, der die Pinpoint-Anforderungen erfüllt.

Zu geringe Förderleistung der Hochdruckpumpe K4 (F4):

Da bei der Diagnosemöglichkeit DM2 „Messung der Rücklaufmenge“ in beiden Fällen eine Eins „1“ steht, also zwei Pfade möglich sind, sind in diesem Fall die beiden möglichen Pfade zu betrachten:

Pfad 1: „visuelles Überprüfen des Hochdruckrails (+) und Testen der Fördermenge (-) und Messen der Rücklaufmenge (+)“:

Ergebnisvektor: (0/1/1/1) × (1/1/0/1) × (1/0/1/1) = (0/0/0/1) => Pinpointing ist möglich.

Pfad 2: „visuelles Überprüfen des Hochdruckrails (+) und Testen der Fördermenge (-) und Messen der Rücklaufmenge (-)“:

Ergebnisvektor: (0/1/1/1) × (1/1/0/1) × (1/1/0/1) = (0/1/0/1) =>

[0062] Pinpointing ist nicht möglich. Diese Diagnose-lücke muss bei der Bewertung der Diagnosefähigkeit berücksichtigt werden.

[0063] Da das das Überprüfen der Fördermenge (DM3) in beiden Fällen benötigt wird, kann diese Diagnosemöglichkeit gleich am Anfang durchgeführt werden.

[0064] Alternativ kann zuerst das visuelle Überprüfen des Hochdruckrails K1 (DM1) durchgeführt werden, da es sofort zum Pinpointing führt, wenn das Ergebnis negativ (-) ausfällt.

[0065] Die bevorzugte Reihenfolge lässt sich aus den Auftrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Fehler F1, F2, F3, F4, die in der DMA erfasst sind, ableiten oder dynamisch aus Feldrückmeldungen generieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen, ob ein möglicher Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) einer oder mehrerer Komponenten (K1, K2, K3, K4) auf Grundlage von Ergebnissen vorgegebener Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3) eindeutig bestimmbar ist, wobei das Verfahren umfasst:

(a) Auswählen der zu prüfenden Komponenten (K1, K2, K3, K4);

(b) Bereitstellen einer Anzahl an Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3), wobei jede Diagnosemög-

lichkeit (DM1, DM2, DM3) ein positives oder ein negatives Diagnoseergebnis liefert;

(c) Bereitstellen numerischer Parameter, die für jede Kombination aus einem möglichen Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) einer der ausgewählten Komponenten (K1, K2, K3, K4) und einem möglichen Diagnoseergebnis ein Maß dafür sind, ob der jeweilige Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) möglich ist, wenn das jeweilige Diagnoseergebnis vorliegt;

(d) Anordnen der numerischen Parameter in einer Matrix (20), wobei die Zeilen der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Diagnoseergebnisse zugeordnet sind und wobei die Spalten der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) zugeordnet sind;

(e) Auswählen eines zu identifizierenden Fehlers (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41);

(f) Auswählen wenigstens einer Zeile der Matrix (20), die für wenigstens ein Diagnoseergebnis, das mit dem zu identifizierenden Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) vereinbar ist, wenigstens einen Parameter enthält, der nicht kleiner als ein vorgegebener erster Grenzwert ist;

(g) Bestimmen, ob wenigstens eine der ausgewählten Zeilen nur einen Parameter enthalten, der nicht kleiner als der vorgegebene erste Grenzwert ist, und ob die anderen Parameter dieser Zeile nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind;

(h) Wenn alle ausgewählten Zeilen wenigstens zwei Parameter enthalten, die größer als der vorgegebene dritte Grenzwert sind:

(h1) Auswählen von wenigstens zwei Zeilen der Matrix (20), die für wenigstens ein Diagnoseergebnis, das mit dem zu identifizierenden Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) vereinbar ist, einen Parameter enthalten, der größer als der vorgegebene erste Grenzwert ist;

(h2) Berechnen eines Ergebnisvektors durch elementweises Multiplizieren der ausgewählten Zeilen der Matrix (20); und

(h3) Bestimmen, ob der Ergebnisvektor wenigstens ein Element enthält, das nicht kleiner als ein vorgegebener zweiter Grenzwert ist, wobei die Elemente des Ergebnisvektors, die kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert sind, nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind.

2. Verfahren zum Bestimmen, ob ein möglicher Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) einer oder mehrerer Komponenten (K1, K2, K3, K4) auf Grundlage von Ergebnissen vorgegebener Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3) eindeutig bestimmbar ist, wobei das Verfahren umfasst:

(a) Auswählen der zu prüfenden Komponenten (K1, K2, K3, K4);

(b) Bereitstellen einer Anzahl an Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3), wobei jede Diagnosemöglichkeit (DM1, DM2, DM3) ein positives oder ein negatives Diagnoseergebnis liefert;

(c) Bereitstellen numerischer Parameter, die für jede Kombination aus einem möglichen Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) einer der ausgewählten Komponenten (K1, K2, K3, K4) und einem möglichen Diagnoseergebnis ein Maß dafür sind, ob der jeweilige Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) möglich ist, wenn das jeweilige Diagnoseergebnis vorliegt;

(d) Anordnen der numerischen Parameter in einer Matrix (20), wobei die Spalten der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Diagnoseergebnisse zugeordnet sind und wobei die Zeilen der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) zugeordnet sind;

(e) Auswählen eines zu identifizierenden Fehlers (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41);

(f) Auswählen wenigstens einer Spalte der Matrix (20), die für wenigstens ein Diagnoseergebnis, das mit dem zu identifizierenden Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) vereinbar ist, wenigstens einen Parameter enthält, der nicht kleiner als ein vorgegebener erster Grenzwert ist;

(g) Bestimmen, ob wenigstens eine der ausgewählten Spalten nur einen Parameter enthalten, der nicht kleiner als der vorgegebene erste Grenzwert ist, und ob die anderen Parameter dieser Spalte nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind;

(h) Wenn alle ausgewählten Spalten wenigstens zwei Parameter enthalten, die größer als der vorgegebene dritte Grenzwert sind:

(h1) Auswählen von wenigstens zwei Spalten der Matrix (20), die für wenigstens ein Diagnoseergebnis, das mit dem zu identifizierenden Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) vereinbar ist, einen Parameter enthalten, der größer als der vorgegebene erste Grenzwert ist;

(h2) Berechnen eines Ergebnisvektors durch elementweises Multiplizieren der ausgewählten Spalten der Matrix (20); und

(h3) Bestimmen, ob der Ergebnisvektor wenigstens ein Element enthält, das nicht kleiner als ein vorgegebener zweiter Grenzwert ist, wobei die Elemente des Ergebnisvektors, die kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert sind, nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Verfahren zusätzlich umfasst, zu bestimmen, ob der Ergebnisvektor genau ein Element enthält, das nicht kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert ist, wobei die anderen Elemente des Ergebnisvektors nicht größer als der vorgegebene dritte Grenzwert sind, oder ob die Elemente des Ergebnisvektors, die nicht kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert sind, der gleichen Komponente zugeordnet sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Parameter größer oder gleich Null „0“ und kleiner oder gleich Eins „1“ sind, wobei die Parameter insbesondere gleich Null „0“ oder Eins „1“ sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei jeder Diagnosemöglichkeit (DM1, DM2, DM3) ein Aufwandparameter zugeordnet ist, der insbesondere den Aufwand und/oder die Kosten der jeweiligen Diagnosemöglichkeit (DM1, DM2, DM3) beschreibt, und wobei das Verfahren umfasst, die Aufwandparameter der ausgewählten Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3), deren Parameter miteinander multipliziert werden, zu summieren, um den Gesamtaufwand zu bestimmen, wobei das Verfahren insbesondere umfasst, diejenige Kombination aus Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3) auszuwählen, die den kleinsten Gesamtaufwand hat.

6. Vorrichtung (1) zum Bestimmen, ob ein möglicher Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) einer oder mehrerer Komponenten (K1, K2, K3, K4) auf Grundlage von Ergebnissen vorgegebener Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3) eindeutig bestimmbar ist, wobei die Vorrichtung umfasst:

(a) eine Speichervorrichtung (4), die ausgebildet ist, numerische Parameter, die für jede Kombination eines möglichen Fehlers (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) einer der Komponenten (K1, K2, K3, K4) und eines möglichen Diagnoseergebnisses ein Maß dafür bereitstellen, ob der jeweilige Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) möglich ist, wenn das jeweilige Diagnoseergebnis vorliegt, in einer Matrix (20) zu speichern, wobei die Zeilen der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Diagnoseergebnisse zugeordnet sind und wobei die Spalten der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) zugeordnet sind;

(b) eine Auswahlvorrichtung (6), die ausgebildet ist, wenigstens eine Zeile der Matrix (20) auszuwählen, die für ein Diagnoseergebnis, das mit einem zu identifizierenden Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) vereinbar ist, einen Parameter enthält, der größer als ein vorgegebener erster Grenzwert ist;

(c) eine Berechnungsvorrichtung (8), die ausgebildet ist, durch elementweises Multiplizieren von wenigstens zwei ausgewählten Zeilen der Matrix (20) einen Ergebnisvektor zu berechnen; und

(d) eine Bestimmungsvorrichtung (10), die ausgebildet ist, zu bestimmen, ob der Ergebnisvektor wenigstens ein Element enthält, das nicht kleiner als ein vorgegebener zweiter Grenzwert ist, wobei die Elemente des Ergebnisvektors, die kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert sind, nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind.

7. Vorrichtung (1) zum Bestimmen, ob ein möglicher Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) einer oder mehrerer Komponenten (K1, K2, K3, K4) auf Grundlage von Ergebnissen vorgegebener Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3) eindeutig bestimmbar ist, wobei die Vorrichtung umfasst:

(a) eine Speichervorrichtung (4), die ausgebildet ist, numerische Parameter, die für jede Kombination eines möglichen Fehlers (F11, F12, F13, F21, F22, F31,

F41) einer der Komponenten (K1, K2, K3, K4) und eines möglichen Diagnoseergebnisses ein Maß dafür bereitstellen, ob der jeweilige Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) möglich ist, wenn das jeweilige Diagnoseergebnis vorliegt, in einer Matrix (20) zu speichern, wobei die Spalten der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Diagnoseergebnisse zugeordnet sind und wobei die Zeilen der Matrix (20) jeweils einem der möglichen Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) zugeordnet sind;

(b) einer Auswahlvorrichtung (6), die ausgebildet ist, wenigstens eine Spalte der Matrix (20) auszuwählen, die für ein Diagnoseergebnis, das mit einem zu identifizierenden Fehler (F11, F12, F13, F21, F22, F31, F41) vereinbar ist, einen Parameter enthalten, der größer als ein vorgegebener erster Grenzwert ist;

(c) eine Berechnungsvorrichtung (8), die ausgebildet ist, durch elementweises Multiplizieren von wenigstens zwei ausgewählten Spalten der Matrix (20) einen Ergebnisvektor zu berechnen; und

(d) eine Bestimmungsvorrichtung (10), die ausgebildet ist, zu bestimmen, ob der Ergebnisvektor wenigstens ein Element enthält, das nicht kleiner als ein vorgegebener zweiter Grenzwert ist, wobei die Elemente des Ergebnisvektors, die kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert sind, nicht größer als ein vorgegebener dritter Grenzwert sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Bestimmungsvorrichtung zusätzlich ausgebildet ist, zu bestimmen, ob der Ergebnisvektor genau ein Element enthält, das größer als der vorgegebene zweite Grenzwert ist, wobei die anderen Elemente des Ergebnisvektors, die kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert sind, nicht größer als der vorgegebene dritte Grenzwert sind, oder ob die Elemente des Ergebnisvektors, die nicht kleiner als der vorgegebene zweite Grenzwert sind, der gleichen Komponente zugeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Parameter größer oder gleich Null „0“ und kleiner oder gleich Eins „1“ sind, wobei die insbesondere Null „0“ oder Eins „1“ sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Speichervorrichtung (4) zusätzlich ausgebildet ist, für jede Diagnosemöglichkeit (DM1, DM2, DM3) einen Aufwandparameter zu speichern, der insbesondere den Aufwand und/oder die Kosten der jeweiligen Diagnosemöglichkeit (DM1, DM2, DM3) beschreibt, und

wobei die Vorrichtung (1) zusätzlich Additionsvorrichtung (12) aufweist, die ausgebildet ist, die Aufwandparameter der Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3), deren Parameter miteinander multipliziert werden, zu summieren, um den Gesamtaufwand zu bestimmen,

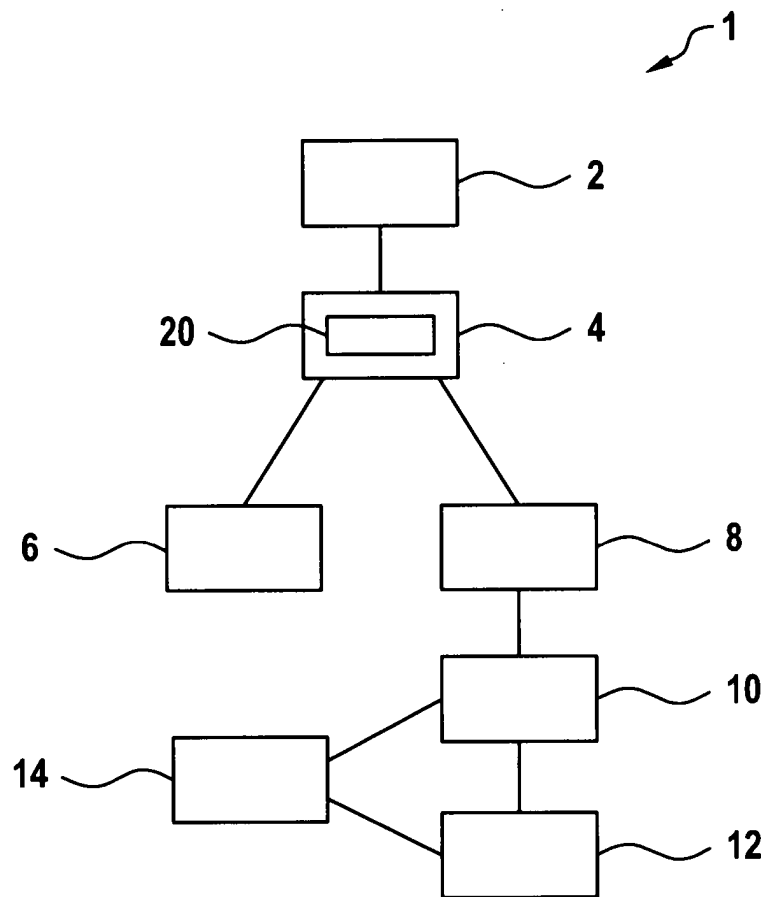
wobei das Verfahren insbesondere eine Diagnose-Auswahlvorrichtung (14) aufweist, die ausgebildet ist,

diejenige Kombination aus Diagnosemöglichkeiten (DM1, DM2, DM3) auszuwählen, die den kleinsten Gesamtaufwand hat.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1



20

Fig. 2

	A	B	C	D	E	F	G	H
	K1, F11	K1, F12	K1, F13	K2, F21	K2, F22	K3, F31	K4, F41	
1	DM1 (-)	1	0	0	1	0	0	10
2	DM1 (+)	0	1	1	0	1	1	10
3	DM2 (-)	0	1	0	1	1	0	20
4	DM2 (+)	1	0	1	1	0	1	20
5	DM3 (-)	0	0	0	1	1	1	30
6	DM3 (+)	1	1	1	0	0	0	30

Fig. 3

20

	K1, F1	K2, F2	K3, F3	K4, F4
DM1 (-)	1	0	0	0
DM1 (+)	0	1	1	1
DM2 (-)	1	1	0	1
DM2 (+)	1	0	1	1
DM3 (-)	1	1	0	1
DM3 (+)	0	0	1	0