

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1671/2010**

(51) Int. Cl.: **F01N 11/00** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **07.10.2010**

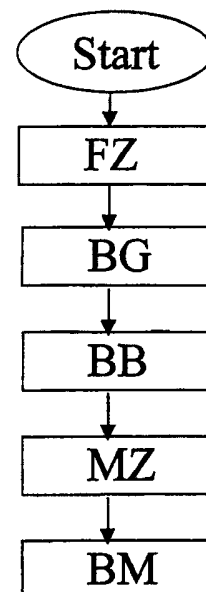
(43) Veröffentlicht am: **15.01.2011**

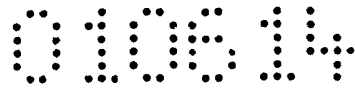
(73) Patentinhaber:

AVL LIST GMBH  
A-8020 GRAZ (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR BEURTEILUNG DER EMISSIONEN IM ABGAS EINER BRENNKRAFT-  
MASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beurteilung der Emissionen im Abgas einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges. Um subjektive Einflüsse bei der Beurteilung möglichst auszuschalten, ist vorgesehen, dass ein zu bewertender Betriebszustand (FZ), zumindest eine Bewertungsgröße (BG) und zumindest ein entsprechender Bewertungsbezug (BB) für die Bewertungsgrößen (BG) ausgewählt wird, zumindest eine Messung der Emissionen durchgeführt wird und aus der Messung zumindest eine statische Maßzahl (MZ) ermittelt wird, die statische Maßzahl (MZ) mit dem Bewertungsbezug (BB) verglichen und daraus eine qualitative und/oder quantitative Bewertung der Emissionen durchgeführt wird.

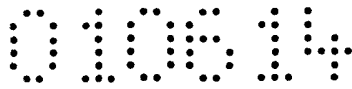




## **ZUSAMMENFASSUNG**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beurteilung der Emissionen im Abgas einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges. Um subjektive Einflüsse bei der Beurteilung möglichst auszuschalten, ist vorgesehen, dass ein zu bewertender Betriebszustand (FZ), zumindest eine Bewertungsgröße (BG) und zumindest ein entsprechender Bewertungsbezug (BB) für die Bewertungsgrößen (BG) ausgewählt wird, zumindest eine Messung der Emissionen durchgeführt wird und aus der Messung zumindest eine statische Maßzahl (MZ) ermittelt wird, die statische Maßzahl (MZ) mit dem Bewertungsbezug (BB) verglichen und daraus eine qualitative und/oder quantitative Bewertung der Emissionen durchgeführt wird.

Fig. 1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beurteilung der Emissionen im Abgas einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges.

Es ist bekannt, die Bewertung der Abgase anhand der Integralenergieergebnisse einer Beutelmessung einer CVS-Anlage (Constant-Volume-Sampler) oder anhand des zeitlichen Emissionsverlaufes einer Modalanalyse (siehe AT 506339 A) durchzuführen. Die Qualität der Bewertung beruht – speziell bei Verwendung der Modalanalyse – stark auf der Erfahrung der zuständigen Entwicklungsingenieure. Eine derartige subjektive Bewertung unterliegt relativ großen Schwankungen und Unsicherheiten.

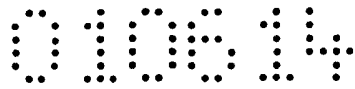
Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und die Aussagekraft bei der Bewertung von Emissionen zu erhöhen. Insbesondere sollen dabei subjektive Einflüsse möglichst ausgeschaltet werden.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass ein zu bewertender Betriebszustand, zumindest eine Bewertungsgröße und zumindest ein entsprechender Bewertungsbezug für die Bewertungsgrößen ausgewählt wird, zumindest eine Messung der Emissionen durchgeführt wird und aus der Messung zumindest eine statische Maßzahl ermittelt wird, die statische Maßzahl mit dem Bewertungsbezug verglichen und daraus eine qualitative und/oder quantitative Bewertung der Emissionen durchgeführt wird.

Die Bewertung erfolgt dabei anhand vordefinierter mathematischer Bewertungsvorschriften. Durch die Verwendung der mathematischen Bewertungsvorschriften ist eine automatische Bewertung möglich. Auf diese Weise können subjektive Einflüsse weitgehend ausgeschaltet werden.

Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass der zu bewertende Betriebszustand aus der Gruppe Fahrzyklen, Stationärpunkte, Lastvariation, Drehzahlvariation und/oder kombinierte Last-/Drehzahlvariation, vorzugsweise jeweils für Kaltstart oder Warmstart, ausgewählt wird.

Die Bewertungsgrößen können unter der Gruppe THC (Total Hydrocarbon  $\text{NO}_x$ , CO,  $\text{CO}_2$ , Partikelmasse, Partikelanzahl und/oder  $\text{NH}_3$  ausgewählt werden. Zusätzlich können Drehzahl und Drehmoment als Bewertungsgrößen verwendet werden.



Weiters kann vorgesehen sein, dass der Bewertungsbezug aufgrund des Motor- und/oder Fahrzeugkonzeptes aus, vorzugsweise gesetzlichen, Anforderungen und/oder Vorgaben ausgewählt wird.

Um die Aussagekraft zu erhöhen, ist es vorteilhaft, wenn zumindest zwei Messungen durchgeführt und zumindest eine Maßzahl aus dem Mittelwert der Messergebnisse der Messungen ermittelt wird, wobei vorzugsweise die Messung der Emissionen automatisch durchgeführt wird, indem zumindest ein Messereignisfenster durch zumindest eine charakteristische Erkennungsgröße definiert wird und bei Erfüllen der charakteristischen Erkennungsgröße das Messereignis automatisch gestartet wird.

Für die Durchführung einer vollautomatischen Messung ist es besonders vorteilhaft, wenn die charakteristische Erkennungsgröße eine Motorbetriebsgröße aus der Gruppe Drehzahl, Drehmoment, Kühlwassertemperatur, Abgastemperatur vor und/oder nach dem Katalysator, Pedalwert, Betriebszeit und/oder Wegstrecke ausgewählt wird.

In Weiterführung der Erfindung ist vorgesehen, dass zur Bewertung der Emissionen eine Bewertungsmatrix erstellt wird, welche sowohl eine qualitative, als auch eine quantitative Bewertungsangabe beinhaltet. Die Qualitative Bewertung kann beispielsweise durch vergebene Noten von 1 (sehr gut) bis 5 (ungenügend) erfolgen. Eine einfache quantitative Angabe kann durch eine Verhältniszahl oder eine Differenz aus berechnetem Wert und Bewertungsbezug gebildet werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Beispieles näher erläutert. Die Figuren 1 bis 7 zeigen schematisch das erfindungsgemäße Verfahren.

Das erfindungsgemäße Verfahren setzt sich aus folgenden Einzelschritten zusammen (s. Fig. 1):

- Auswahl des zu bewertenden Betriebszustandes FZ (zum Beispiel Abgastestzyklus)
- Auswahl der Bewertungsgrößen BG (zum Beispiel NO<sub>x</sub> und Partikelmasse)
- Auswahl des Bewertungsbezugs BZ (zum Beispiel gesetzliche Grenzwerte)
- Durchführung der Messung
- Berechnung von statischen Maßzahlen MZ (zum Beispiel Integral aus Beutelmessung)

- Emissionsbewertung durch Bewertungsmatrix BM (zum Beispiel sehr gut bis unzureichend)

## Auswahl des zu bewertenden Betriebszustandes FZ (s. Fig. 2):

Bei dem zu bewertenden Betriebszustand FZ kann es sich sowohl um einen kundenspezifischen KU, als auch um einen vom Gesetzgeber GE definierten Motorbetrieb handeln. Die gesetzlich definierten Zustände lassen sich in Fahrzyklen FY (zum Beispiel NEDC, FTP75 oder dergleichen) und in Stationärtests SP (zum Beispiel 13-Punkte-Modus) unterteilen. Zusätzlich können eventuell, insbesondere bei kundenspezifischen Tests KU weitere dynamische Betriebszustände, wie Lastvariationen LV, Drehzahlvariationen DV und kombinierte Last-/Drehzahlvariationen LDV, insbesondere jeweils für Kaltstart KS und Warmstart WS – definiert werden.

## Auswahl der Bewertungsgrößen BG (s. Fig. 3):

Die Auswahl der zu bewertenden Bewertungsgrößen BG (Emissionsgrößen) ist motor- und projektspezifisch zu treffen. So ist beispielsweise für den Otto- als auch für den Dieselmotor die Betrachtung von THC (Total Hydrocarbon), NOX und CO zumeist sinnvoll, eine Bewertung der NH<sub>3</sub> – Emissionen ist jedoch zur Zeit nur bei Einsatz eines SCR – Systems mit Harnstoffeindüsung relevant. Desweiteren können CO<sub>2</sub>, Partikelmasse und/oder Partikelanzahl PM in Betracht gezogen werden. Die Mitbeurteilung von Motordrehzahl n und Drehmoment M erlaubt eine differenzierte Betrachtung der Emissionswerte.

## Auswahl des Bewertungsbezugs BB (Bewertungsdatenbank) (s. Fig. 4 und 5):

Mit dem Bewertungsbezug BB wird die Referenz festgelegt, auf welcher die Bewertung erfolgen soll. Dazu wird der Bewertungsbezug zunächst in das Motor- und Fahrzeugkonzept (konventionell / hybrid) unterteilt. Danach erfolgt die Separierung in Otto- und Dieselmotor bzw. Nutzfahrzeug NFZ, Personenkraftfahrzeug PKW und Off-Road-Einsatz. Allen Motor- und Fahrzeugkonzepten ist die Unterteilung in Fahrzeugsegment, Gesetzgebung, und Technologie gemeinsam. Jedem Bezug sind entsprechende Referenzdaten oder – Formeln (thermodynamische/chemische Zusammenhänge) zugeordnet, sodass in Verbindung mit den aus der Messung gewonnenen statischen Maßzahlen die folgenden Bewertungen möglich sind:

- Fahrzeug-Segment: Einordnen des Emissionsverhaltens des betrachteten Fahrzeugs im Bezug auf andere Fahrzeuge der gleichen Klasse: zum Beispiel Service Fahrzeug (Mühsammler, Reinigung) Transportfahrzeug; Kleinwagen, Kompaktklasse, Mittelklasse, obere Mittelklassewagen, Oberklassewagen.
- Technologie:
  - o Einordnen des Emissionsverhaltens des betrachteten Fahrzeugs hinsichtlich der verwendeten Technologie in Bezug auf alternative Technologien;
  - o Einordnen des Emissionsverhaltens des betrachteten Fahrzeugs hinsichtlich der erreichten Kalabriegüte in Bezug auf Systeme gleicher Technologie;

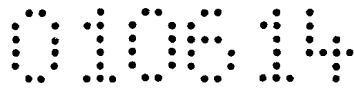
Die Technologiebewertung beinhaltet die Motormechanik, das Abgasbehandlungssystem und das verwendete Getriebekonzept (Einfluss von Drehzahl/Drehmoment).

- Gesetzgebung: Einordnen des Emissionsverhaltens des betrachteten Fahrzeuges in Bezug auf die gesetzlichen Grenzwerte. Bei der Betrachtung der gesetzlichen Grenzwerte können die Vorschriften verschiedenster Länder, beispielsweise der EU, der sogenannten BRIC – Staaten, der USA, oder von Japan berücksichtigt werden.
- Thermodynamisch/Chemisch: Überprüfung ob zum Beispiel das Verhältnis von  $\text{NO}_x$  zu Ruß oder von  $\text{NO}$  zu  $\text{NO}_2$  dem - bezogen auf den Motorbetriebszustand und die verwendete Technologie - erreichbaren Optimum entspricht.

## Durchführung der Messung:

Für die Emissionsbewertung ist es ausreichend, zunächst eine Messung durchzuführen. Es können jedoch auch mehrere Messungen gefahren und anschließend Mittelwerte der Emissionen gebildet werden.

Werden die Emissionen aus einer Modalanalyse bestimmt, so müssen für eine ausreichend hohe Aussagekraft der Bewertung die dynamischen Effekte der Abgas- und Abgasmassenstrommessung (Gastransportzeiten, Spülzeiten,



Füll- und Entleereffekte) berücksichtigt werden, wie dies beispielsweise in der AT 506.339 A beschrieben ist.

#### Berechnung von statischen Maßzahlen MZ (s. Fig. 6):

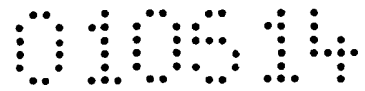
Die statischen Maßzahlen MZ repräsentieren die im dynamischen oder statischen Motorbetrieb entstandenen Emissionen. Diese werden für die vom Gesetzgeber definierten Grenzwerte als die Integrale der über dem Testzyklus emittierten Abgasbestandteile definiert und auf eine gefahrene Wegstrecke oder auf die abgegebene Leistung bezogen (zum Beispiel: g/km; g/kwh). Die Maßzahlen MZ werden so bestimmt, dass sie mit den in der Bewertungsdatenbank abgelegten Bewertungsbezug-Werten BZ vergleichbar sind.

Für die erfahrungsbasierten Teile der Bewertungsdatenbank sind weitere Definitionen für die Maßzahlen MZ, wie zum Beispiel das Integral der Emissionen, die kummulierten Emissionen oder der Spitzenwert der Emissionen – möglich.

Die Erfassung des für die Berechnung der Maßzahlen MZ relevanten Zeitbereichs erfolgt vorteilhafterweise mittels automatisierter Ereigniserkennung durch eine Bewertungssoftware. Die Ereignisbereiche der gesetzlichen Testzyklen sind fest definiert. Kundenspezifische Zyklen – für die Emissionswerte in der Datenbank hinterlegt sind – können durch anwenderspezifische Triggerpunkte definiert werden. Als kundenspezifischer Zyklus ist beispielsweise auch ein NEDC-Zyklus (New European Driving Cycle) zu sehen, bei dem die 4 ECE und der EUDC-Zyklus einzeln bewertet werden. Beim gesetzgebungsbasierten NEDC-Zyklus werden die gesamten über den 4 ECE-Zyklen und einem EUDC-Zyklus emittierten Emissionen bewertet. Für die Unterscheidung von Kalt-/ und Warmstart werden repräsentative Temperatursignale (zum Beispiel Kühlwassertemperatur, Abgastemperatur vor dem Katalysator) aus der Messung berücksichtigt. Die Berücksichtigung der Temperatursignale bei der Bewertung erlaubt – wie bei Motordrehzahl und Drehmoment – zudem eine differenzierte Betrachtung der Emissionswerte.

#### Emissionsbewertung – Bewertungsmatrix BM (s. Fig. 7):

Die Emissionsbewertung erfolgt anhand des Vergleiches der Werte des Bewertungsbezugs BZ der Bewertungsdatenbank und den aus den Emissionen des Fahrversuchs berechneten statischen Maßzahlen MZ. Die Bewertungsmatrix BM beinhaltet eine qualitative (gut – schlecht) und eine quantitative Angabe (berechneter Wert aus Messung – Referenzwert aus Bewertungsdatenbank) zur Bewertung.



- 6 -

Das beschriebene Verfahren hat den Vorteil, dass es völlig unabhängig von subjektiven Einflüssen objektiv nachvollziehbare Beurteilungen der Emissionen von Fahrzeugen ermöglicht, wobei insbesondere die Messung und die Beurteilung vollautomatisch durchgeführt werden kann.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Beurteilung der Emissionen im Abgas einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zu bewertender Betriebszustand (FZ), zumindest eine Bewertungsgröße (BG) und zumindest ein entsprechender Bewertungsbezug (BB) für die Bewertungsgrößen (BG) ausgewählt wird, zumindest eine Messung der Emissionen durchgeführt wird und aus der Messung zumindest eine statische Maßzahl (MZ) ermittelt wird, die statische Maßzahl (MZ) mit dem Bewertungsbezug (BB) verglichen und daraus eine qualitative und/oder quantitative Bewertung der Emissionen durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zu bewertende Betriebszustand aus der Gruppe Fahrzyklen (FY), Stationärpunkte (SP), Lastvariation (LV), Drehzahlvariation (DV) und/oder kombinierte Last-/Drehzahlvariation (LDV), vorzugsweise jeweils für Kaltstart (KS) oder Warmstart (WS), ausgewählt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewertungsgröße (BG) aus der Gruppe THC, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, Partikelmasse PM, Partikelanzahl, und/oder NH<sub>3</sub>, vorzugsweise auch der Drehzahl  $n$  und/oder des Drehmomentes  $M$  der Brennkraftmaschine, ausgewählt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bewertungsbezug (BB) aufgrund des Motor- und/oder Fahrzeugkonzeptes aus, vorzugsweise gesetzlichen, Anforderungen und/oder Vorgaben ausgewählt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Messungen durchgeführt und zumindest eine Maßzahl (MZ) aus dem Mittelwert der Messergebnisse der Messungen ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messung der Emissionen automatisch durchgeführt wird, indem zumindest ein Messereignisfenster durch zumindest eine charakteristische Erkennungsgröße definiert wird, und dass bei Erfüllen der charakteristischen Erkennungsgröße das Messereignis automatisch gestartet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die charakteristische Erkennungsgröße eine Motorbetriebsgröße der Brennkraftmaschine aus der Gruppe Drehzahl ( $n$ ), Drehmoment ( $M$ ), Kühlwas-

010514


- 8 -

sertemperatur, Abgastemperatur vor und/oder nach dem Katalysator, Pedalwert, Betriebszeit und/oder Wegstrecke ausgewählt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bewertung der Emissionen eine Bewertungsmatrix (BM) erstellt wird, welche sowohl eine qualitative, als auch eine quantitative Bewertungsangabe beinhaltet.

2010 10 07

Fu/St

Patentanwalt  
Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk   
A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17  
Tel: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 892 89 333  
www.babeluk.at

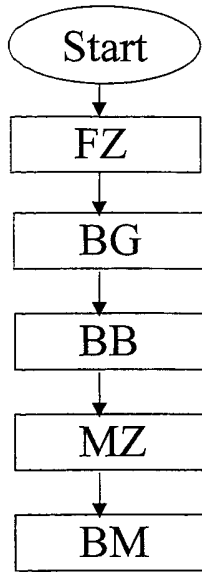


Fig. 1

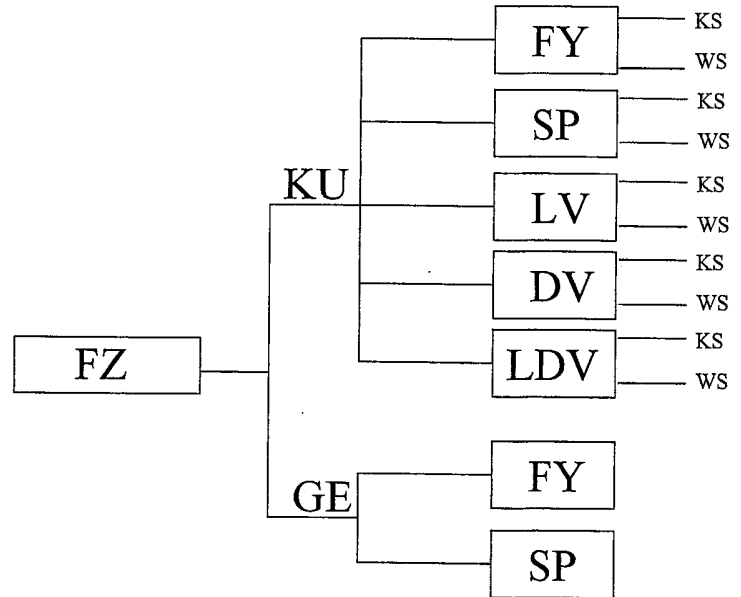


Fig. 2

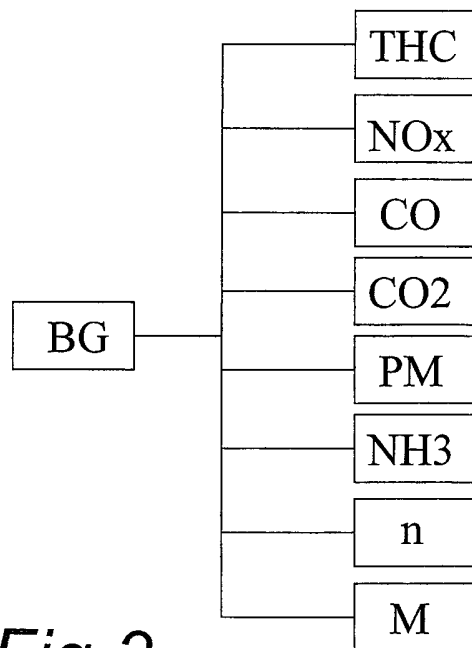


Fig. 3

Fig.4

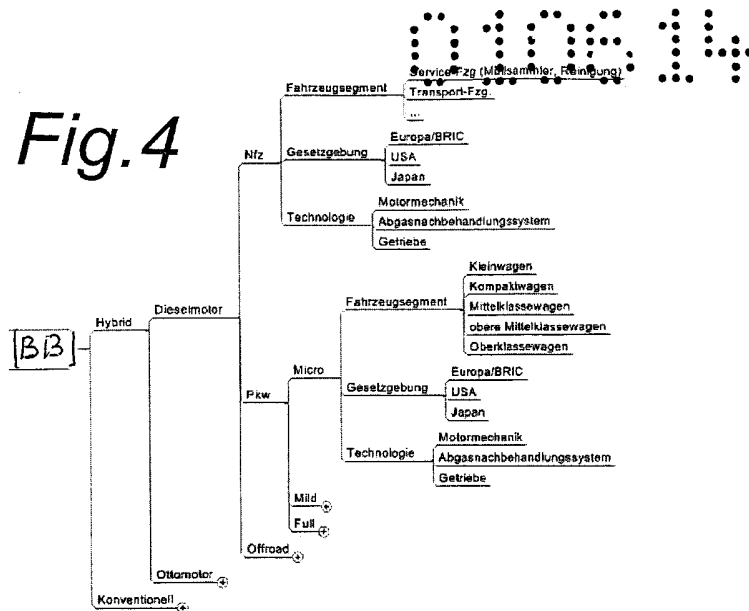


Fig.5

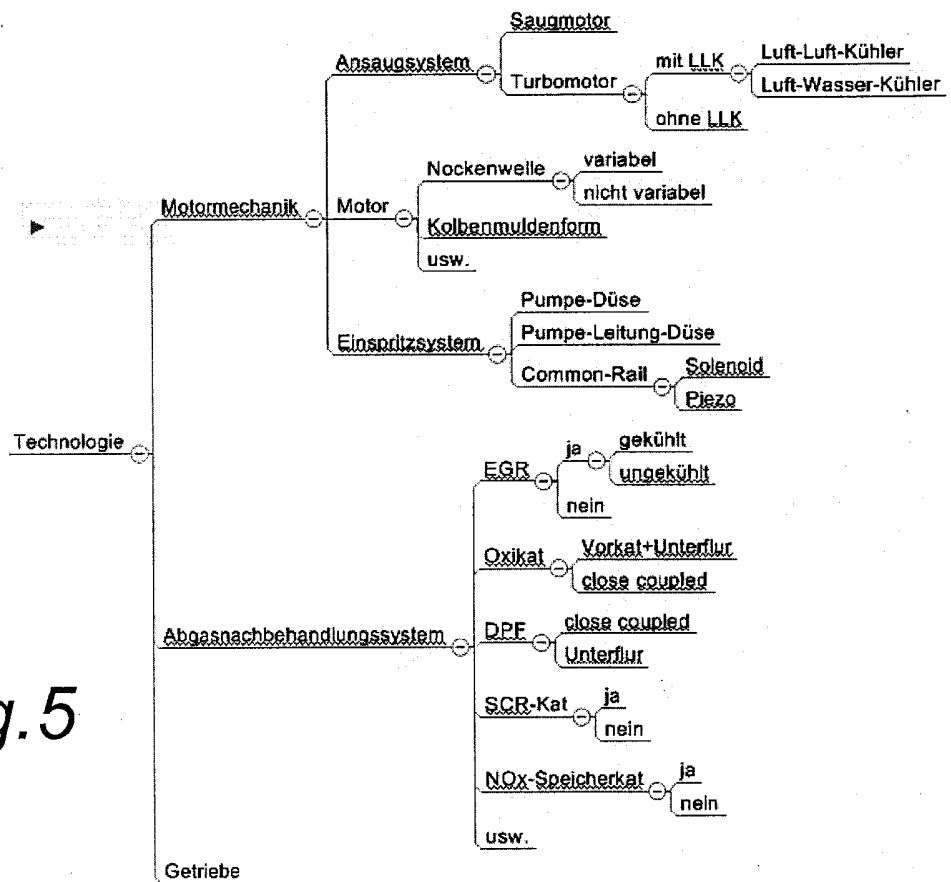
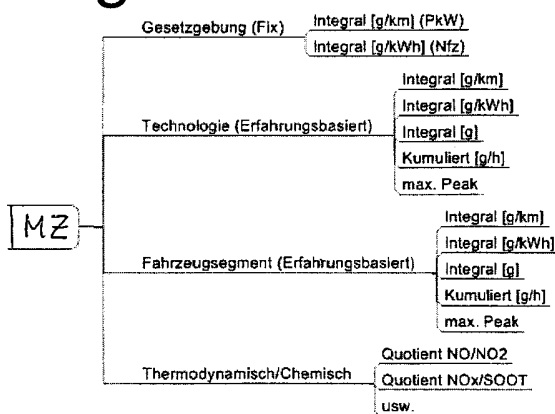


Fig.6



BM

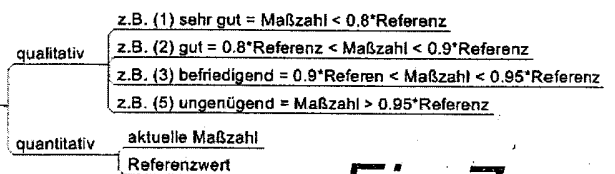


Fig.7