

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
27. Oktober 2016 (27.10.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/170133 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/30 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/059044

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. April 2016 (22.04.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 207 578.8
24. April 2015 (24.04.2015) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **BEHRENDT, Gerald**; Am Borsdorfer 59,
60435 Frankfurt am Main (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE FUEL TEMPERATURE AND/OR THE FUEL QUALITY

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER KRAFTSTOFFTEMPERATUR UND/ODER DER
KRAFTSTOFFQUALITÄT

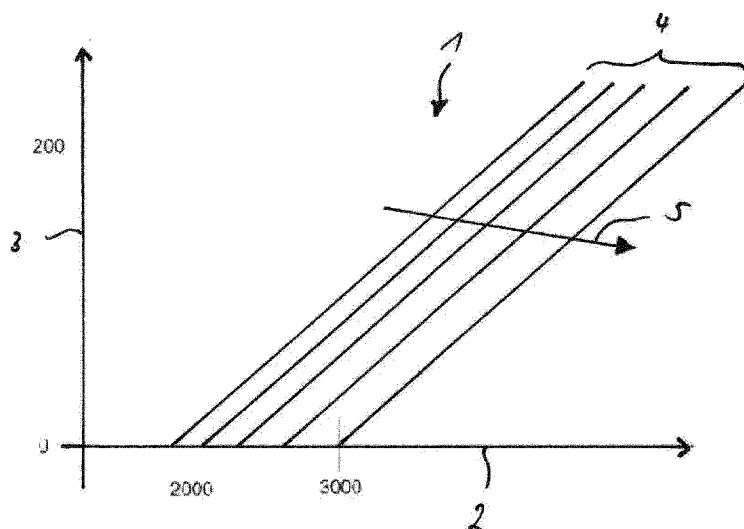


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the fuel temperature and/or the fuel quality in a fuel delivery system, comprising an electro-motor driven fuel pump. A data detection device which is designed to detect the rotational speed of the fuel delivery pump and/or the pressure in the fuel supply system and/or the fuel volume guided into the fuel delivery system, is provided.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Kraftstofftemperatur und/oder der Kraftstoffqualität in einem Kraftstoffördersystem, mit einer elektromotorisch antreibbaren Kraftstofförderpumpe, wobei eine Datenerfassungsvorrichtung vorgesehen ist, die zur Erfassung der Drehzahl der Kraftstofförderpumpe und/oder dem Druck im Kraftstoffördersystem und/oder dem durch die Kraftstofförderpumpe geförderten Kraftstoffvolumen ausgebildet ist.

WO 2016/170133 A1

Beschreibung

Verfahren zur Bestimmung der Kraftstofftemperatur und/oder der Kraftstoffqualität

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Kraftstofftemperatur und/oder der Kraftstoffqualität in einem Kraftstofffördersystem, mit einer elektromotorisch antreibbaren Kraftstoffförderpumpe, wobei eine Datenerfassungsvorrichtung vorgesehen ist, die zur Erfassung der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und/oder dem Druck im Kraftstofffördersystem und/oder dem durch die Kraftstoffförderpumpe geförderten Kraftstoffvolumen ausgebildet ist.

Stand der Technik

Kraftstofffördersysteme in Kraftfahrzeugen dienen der Förderung eines Kraftstoffs von einem Kraftstofftank hin zu einem Verbrennungsmotor. Der Kraftstoff kann am Verbrennungsmotor in einer Luftansaugstrecke eingespritzt werden oder über ein Einspritzsystem in die Brennräume des Verbrennungsmotors eingespritzt werden.

25

Das Kraftstofffördersystem weist zum Zwecke der Förderung des Kraftstoffs eine Kraftstoffförderpumpe auf, die von einem Elektromotor angetrieben wird. Auf das Förderverhalten der Kraftstoffförderpumpe haben unter anderem Faktoren, wie beispielsweise die Kraftstofftemperatur, die Kraftstoffqualität und der Druck im Kraftstofffördersystem großen Einfluss. Beispielsweise verändert sich die geförderte Kraftstoffmenge bei ansonsten gleichbleibenden Bedingungen mit einer sich verändernden Temperatur oder einer sich verändernden Kraftstoffqualität. Um eine möglichst genaue und bedarfsgerechte Förderung des Kraftstoffs sicherzustellen, ist es daher notwendig über diese Einflussfaktoren möglichst genau Bescheid zu wissen.

Hierzu können jeweils dedizierte Sensoren vorgesehen werden, die speziell zur Erfassung des Drucks, der Temperatur oder der Qualität des Kraftstoffs ausgelegt sind. Diese können bei

5 Vorrichtungen im Stand der Technik einzeln ausgebildet sein oder in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sein. Auch sind Multifunktionssensoren bekannt, die einen oder mehrere der Werte erfassen können.

10 Nachteilig an den Vorrichtungen im Stand der Technik ist insbesondere, dass die einzelnen Sensoren zu einer Erhöhung der Komplexität des Kraftstofffördersystems beitragen. Durch die Sensoren und deren Verkabelung entstehen darüber hinaus Mehrkosten, die das Kraftstofffördersystem teurer machen und

15 eine zusätzliche Fehlerquelle darstellen.

Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren

20 zu schaffen, welches eine Bestimmung der Kraftstofftemperatur im Kraftstofffördersystem und/oder eine Bestimmung der Kraftstoffqualität des Kraftstoffs im Kraftstofffördersystem ermöglicht, wobei das Verfahren ohne dedizierte Sensoren zur Erfassung der Kraftstofftemperatur und/oder der Kraftstoff-

25 qualität funktionieren.

Die Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

30 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Kraftstofftemperatur und/oder der Kraftstoffqualität in einem Kraftstofffördersystem, mit einer elektromotorisch antreibbaren Kraftstoffförderpumpe, wobei eine Datenerfassungsvorrichtung vorgesehen ist, die zur Erfassung der

35 Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und/oder dem Druck im Kraftstofffördersystem und/oder dem durch die Kraftstoffför-

derpumpe geförderten Kraftstoffvolumen ausgebildet ist, wobei die nachfolgenden Schritte ausgeführt werden:

- Ermitteln von zumindest einem ersten geförderten Kraftstoffvolumen zu einem ersten Zeitpunkt, wobei auch die
5 Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und der Druck im Kraftstofffördersystem zum ersten Zeitpunkt ermittelt werden,
 - Ermitteln von zumindest einem zweiten geförderten Kraftstoffvolumen zu einem zweiten Zeitpunkt, wobei auch die
10 Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und der Druck im Kraftstofffördersystem zum zweiten Zeitpunkt ermittelt werden,
 - Vergleichen von dem ersten geförderten Kraftstoffvolumen und dem zweiten geförderten Kraftstoffvolumen, und
15 - Ermittlung von Medieneigenschaften des Kraftstoffs aufgrund der aus dem Vergleich des ersten geförderten Kraftstoffvolumens und des zweiten geförderten Kraftstoffvolumens ermittelten Volumendifferenz.
- 20 Das Verfahren basiert auf der Annahme, dass eine Kraftstoffförderpumpe in einem Kraftstofffördersystem einen bestimmten Volumenstrom in Abhängigkeit von der Drehzahl, mit welcher sie betrieben wird, und dem Druck im Kraftstofffördersystem fördert. Bei konstantem Druck steigt das geförderte Volumen näherungsweise mit der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe linear an.
25 Durch eine Veränderung des Drucks im Kraftstofffördersystem ergibt sich näherungsweise eine lineare Verschiebung, wodurch das gleiche geförderte Kraftstoffvolumen bei einer höheren oder niedrigeren Drehzahl gefördert wird. Bei einer Erhöhung des
30 Drucks im Kraftstofffördersystem wird eine höhere Drehzahl zur Förderung eines definierten Kraftstoffvolumens benötigt. Bei einer Verringerung des Drucks im Kraftstofffördersystem wird entsprechend eine niedrigere Drehzahl benötigt. Abhängig von dem jeweiligen Kraftstofffördersystem können auch abweichende
35 Bezüge zwischen der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe, dem Druck im Kraftstofffördersystem und der Fördermenge bestehen. Für jedes Kraftstofffördersystem können diese Bezüge individuell

ermittelt werden, so dass das Verfahren grundsätzlich auch auf eine Vielzahl von unterschiedlichen Kraftstofffördersystemen anwendbar ist.

- 5 Die Temperatur des Kraftstoffs ist von wesentlicher Bedeutung für den Betrieb der Kraftstoffförderpumpe. Eine Erhöhung der Kraftstofftemperatur bei gleichbleibendem Druck resultiert darin, dass eine höhere Drehzahl an der Kraftstoffförderpumpe eingestellt werden muss, um die gleiche Menge an Kraftstoff zu
10 fördern. Bei einer erniedrigten Temperatur reicht gleichsam eine niedrigere Drehzahl zur Förderung der gleichen Kraftstoffmenge.

Für jedes Kraftstofffördersystem können Kennfelder erstellt werden, die den Zusammenhang zwischen der geförderten Kraftstoffmenge, der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und dem im
15 Kraftstofffördersystem herrschenden Druck abbilden. In diesen Kennfeldern wird die geförderte Kraftstoffmenge auf der Y-Achse abgetragen, während die Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe auf der X-Achse abgetragen wird. Der Druck wird in Form von Isobaren
20 als Kurven in den von den beiden Achsen aufgespannten Quadranten dargestellt. Im Falle eines linearen Zusammenhangs zwischen der Fördermenge und der Drehzahl sind die Isobaren als Geraden ausgebildet. Durch eine Erhöhung der Temperatur wird insbesondere die Steigung der Isobaren verändert, wodurch es mit
25 zunehmender Drehzahl bei konstantem Druck zu einer immer stärkeren Abweichung hinsichtlich der erreichten Fördermenge kommt. Eine Veränderung des Ethanolgehalts des Kraftstoffs führt zu einer Parallelverschiebung der Isobaren innerhalb des Kennfelds.

30 Durch einen Vergleich zweier Messpunkte, die jeweils durch die Fördermenge, den Druck und die Drehzahl bestimmt sind, kann somit auf eine Veränderung der Temperatur und/oder der Kraftstoffqualität geschlossen werden. Die Kraftstoffqualität kann bevorzugt durch den Ethanolgehalt des Kraftstoffs bestimmt werden,
35 ist jedoch nicht hierauf limitiert. Auch andere Verunreinigungen oder Abweichungen des Kraftstoffs können zu einer Verschiebung

der jeweiligen Kennfelder führen, so dass das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist. Im Nachfolgenden wird beispielhaft hauptsächlich auf den Ethanolgehalt als Kriterium für die Kraftstoffqualität eingegangen.

5

Der Druck kann über einen dedizierten Drucksensor ermittelt werden oder über eine drucksensorlose Druckermittlung.

Der Einfachheit halber wird im Wesentlichen von einer Ermittlung zu einem ersten Zeitpunkt und zu einem zweiten Zeitpunkt gesprochen. Mit Zeitpunkt kann sowohl ein einzelner singulärer Moment gemeint sein als auch ein Zeitbereich. Es kann eine einzelne Ermittlung durchgeführt werden oder eine Mehrzahl von Ermittlungen, wobei der jeweils genannte Zeitpunkt den jeweils frühesten Ermittlungszeitpunkt beschreibt.

Der erste Zeitpunkt, der somit auch als Zeitbereich angesehen werden kann, umfasst die Zeit von kurz nach dem Start des Verbrennungsmotors bis zu dem Zeitpunkt, an welchem eine wesentliche Veränderung der Temperatur des Kraftstoffs eintritt. Dieser Zeitbereich ist insbesondere abhängig von der Betriebssituation des Kraftfahrzeugs, dem Tankinhalt und dem jeweils verbauten Verbrennungsmotor. Der zweite Zeitpunkt stellt einen Zeitbereich dar, der nach oben hin offen ist. Dieser beginnt beispielsweise direkt im Anschluss an den ersten Zeitbereich nachdem der Verbrennungsmotor eine gewisse Zeit in Betrieb ist und somit von einer wesentlichen Veränderung der Kraftstofftemperatur ausgegangen werden kann.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel ist dadurch gekennzeichnet, dass zum ersten Zeitpunkt die Medieneigenschaften des Kraftstoffs bekannt sind, wobei insbesondere die Kraftstofftemperatur bekannt ist.

Besonders bevorzugt ist es, wenn die Medieneigenschaften des Kraftstoffs zu Beginn und insbesondere zum ersten Zeitpunkt bekannt sind, und somit als Referenz dienen. Die Kraftstoff-

temperatur kann hier insbesondere durch das Festlegen von Initialbedingungen erkannt werden. Diese sehen vorteilhaft-
erweise vor, dass das Kraftfahrzeug über einen vorgebbaren Zeitraum nicht bewegt wurde und somit keine Aufheizung des
5 Kraftstoffs durch den Betrieb des Verbrennungsmotors erreicht wurde. Der Zeitraum kann dabei beispielsweise durch eine Mindestanforderung von beispielsweise einer Stunde gebildet sein. In dieser Zeit findet eine vollständige Angleichung der Temperatur des Kraftstoffs im Kraftstofftank mit der Umge-
10 bungstemperatur statt. Die über ein Außenthermometer erfasste Außentemperatur entspricht somit der Temperatur des Kraftstoffs, wodurch eine Referenztemperatur des Kraftstoffs bekannt ist. Der Zeitraum kann fahrzeugspezifisch abweichen.

15 Weiterhin ist sicherzustellen, dass es zu keiner neuen Beifügung von Kraftstoff kam während das Kraftfahrzeug mit ausgeschaltetem Verbrennungsmotor stand, da dies zu einer Veränderung der Kraftstofftemperatur auf ein Niveau oberhalb oder unterhalb der Umgebungstemperatur führen könnte. Dies kann beispielsweise
20 durch eine Überwachung der Tankklappe sichergestellt werden.

Weiterhin ist es zu bevorzugen, wenn in einem vorgebbaren Zeitraum vor dem Start des Verfahrens keine sprungartige Veränderung der Außentemperatur stattfindet. Gegebenenfalls
25 können solche Effekte jedoch über eine Korrekturfunktion, welche die im Kraftstofftank befindliche Kraftstoffmenge berücksichtigt, ausgeglichen werden.

Auch andere Maßnahme, die sicherstellen, dass die Temperatur des Kraftstoffs auf einem bekannten Niveau ist, können implementiert
30 werden. Eine direkte Messung der Kraftstofftemperatur gilt es bevorzugt zu vermeiden, um den zusätzlichen Temperatursensor einsparen zu können.

35 Sofern der Fokus des Verfahrens auf der Ermittlung der Kraftstoffqualität liegt, kann auch ein dedizierter Temperatursensor für die Kraftstofftemperatur vorgesehen werden, um

eine möglichst genaue Ausgangsbasis zur Bestimmung der Kraftstoffqualität zu haben.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das erste geförderte Kraftstoffvolumen und das zweite geförderte Kraftstoffvolumen bei identischen Drehzahlen der Kraftstoffförderpumpe und/oder bei identischem Druck im Kraftstofffördersystem ermittelt werden, wobei der erste Zeitpunkt vor dem zweiten Zeitpunkt liegt.

Um den Einfluss der Temperatur und/oder der Kraftstoffqualität genauer ermitteln zu können, ist es zu bevorzugen, wenn sowohl die Ermittlung des geförderten Kraftstoffvolumens zum ersten Zeitpunkt als auch die Ermittlung des geförderten Kraftstoffvolumens zum zweiten Zeitpunkt bei identischen Drehzahlen und identischen Drücken stattfindet. Auf diese Weise kann aus der Differenz zwischen den geförderten Kraftstoffvolumen direkt auf eine Veränderung der Temperatur und/oder der Kraftstoffqualität geschlossen werden.

Auch ist es vorteilhaft, wenn das erste geförderte Kraftstoffvolumen und/oder das zweite geförderte Kraftstoffvolumen durch einen Wert aus einem Kennfeld gebildet ist, wobei das Kennfeld den Zusammenhang zwischen dem geförderten Kraftstoffvolumen, der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und dem Druck im Kraftstofffördersystem abbildet.

Sofern es aufgrund des Betriebszustandes des Verbrennungsmotors nicht möglich ist eine Ermittlung der geförderten Kraftstoffvolumen zu unterschiedlichen Zeitpunkten bei identischen Drehzahlen und identischen Drücken durchzuführen, kann auch eines der geförderten Kraftstoffvolumen aus einem Kennfeld ausgelesen werden. Das Kennfeld kann beispielsweise durch andere bereits ermittelte Werte gebildet sein, wobei durch die Kenntnis des für das jeweilige Kraftstofffördersystem geltenden Zusammenhangs zwischen der Kraftstofffördermenge und der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe eine Fortbildung des Kennfelds auch

über den tatsächlich bereits ermittelten Bereich hinaus möglich ist.

5 Auch ist es zu bevorzugen, wenn aus der bei gleicher Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und bei gleichem Druck im Kraftstofffördersystem ermittelten Differenz zwischen einem ersten geförderten Kraftstoffvolumen und einem zweiten geförderten Kraftstoffvolumen unter Zuhilfenahme von Kennfeldern eine Temperaturveränderung und/oder eine Veränderung des Ethanol-
10 gehalts des Kraftstoffs ermittelt wird.

Hierzu werden für die Kraftstofffördersysteme für unterschiedliche Temperaturen und unterschiedliche Ethanolgehalte Kennfelder für das geförderte Kraftstoffvolumen über der
15 Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe bei unterschiedlichen Drücken ermittelt. Bei einem bekanntem geförderten Kraftstoffvolumen, einer bekannter Drehzahl und einem bekanntem Druck kann somit in einfacher Art und Weise auf die Temperaturveränderung im Vergleich zu einer ersten Ermittlung geschlossen
20 werden.

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Ermittlung des geförderten Volumens und der zugehörigen Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und dem Druck im Kraftstofffördersystem
25 wiederholt während des Betriebs des Kraftstofffördersystems stattfindet.

Eine wiederholte Ermittlung des geförderten Volumens sowie des Drucks und der Drehzahl ist vorteilhaft, um auch die Veränderung
30 der Temperatur verfolgen zu können und so jederzeit eine Aussage über die Kraftstofftemperatur treffen zu können. Es ist hierbei insbesondere vorteilhaft, wenn eine Reihe erster Ermittlungen zeitnah nach dem Start des Verbrennungsmotors erfolgt, um eine möglichst genaue Erfassung des Grundzustandes zu erreichen.
35 Besonders vorteilhaft ist es, wenn einige Ermittlungen in kurzer Zeit bei unterschiedlichen Drehzahlen und unterschiedlichen

Drücken erfolgt bevor eine deutliche Temperaturveränderung aufgrund des Betriebs des Verbrennungsmotors eintritt.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn das zweite geförderte

5 Kraftstoffvolumen durch Interpolation von bereits ermittelten geförderten Kraftstoffvolumen ermittelt wird. Durch die Interpolation zwischen zumindest zwei oder mehreren Werten, die aus unterschiedlichen Ermittlungen resultieren, kann ein Kennfeld erzeugt werden, welches für alle im Betrieb der Kraftstoffförderpumpe möglichen Drehzahlen, Drücke und Fördervolumen einen
10 Zusammenhang herstellt. Auf diese Weise kann auch ein Wertepaar aus gefördertem Kraftstoffvolumen, Drehzahl und Druck zur Ermittlung der Temperatur oder der Kraftstoffqualität herangezogen werden, welches praktisch nicht gemessen wurde, sondern
15 lediglich aus dem Kennfeld ausgelesen wurde. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass immer möglichst ähnliche Wertepaare für den Vergleich zwischen dem ersten Zeitpunkt und dem zweiten Zeitpunkt verwendet werden können.

20 Auch ist es zweckmäßig, wenn zur Ermittlung der Temperatur aus der Differenz zwischen dem ersten geförderten Kraftstoffvolumen und dem zweiten geförderten Kraftstoffvolumen eine mathematische Methode verwendet wird, wobei insbesondere die Verwendung einer Konstanten vorteilhaft ist.

25 Insbesondere das Verwenden einer mathematischen Methode, die den Temperatureinfluss für das jeweilige Kraftstofffördersystem abbildet ist vorteilhaft, um auf einfache Weise die neue Temperatur zu ermitteln. In eine solche Methode kann beispielsweise das geförderte Kraftstoffvolumen in Litern pro Stunde, der Druck in bar und ein Wert für die temperaturabhängige Mehrförderung oder Minderförderung in Litern pro Stunde pro Grad Celsius einfließen. Die temperaturabhängige Mehrförderung oder Minderförderung kann durch eine für das Kraftstofffördersystem
30 spezifische Konstante abgebildet sein, die beispielsweise empirisch in Versuchsreihen ermittelt wird oder durch Simulationen im Vorfeld bestimmt wird.
35

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn für die ermittelten
geförderten Kraftstoffvolumen ein Erwartungsbereich festgelegt
ist, wobei ein ermitteltes gefördertes Kraftstoffvolumen au-
ßerhalb des Erwartungsbereichs zur Auslösung einer vorgebbaren
Fehlermeldung führt.

Dies ist vorteilhaft, um eine eventuelle Fehlfunktion oder einen
Defekt des Kraftstofffördersystems zu erkennen. Aufgrund der
Kenntnis der spezifischen Eigenschaften des Kraftstoffför-
dersystems kann für jede geförderte Kraftstoffmenge in Kom-
bination mit einer Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und einem
Druck im Kraftstofffördersystem ein Erwartungsbereich definiert
werden, innerhalb welchem sich ein Messpunkt aus den drei
vorgenannten Werten befinden sollte. Weicht der Messpunkt von
diesem Erwartungsbereich ab, weil beispielsweise der Druck auf
einem nicht erwarteten Niveau liegt, kann dies ein Hinweis auf
eine Fehlfunktion des Kraftstofffördersystems oder einen Defekt
sein. Werte außerhalb des Erwartungsbereichs sollten weder für
die Ermittlung der Kraftstoffqualität noch für die Ermittlung der
Temperatur verwendet werden. Bei einer Häufung von Werten
außerhalb des Erwartungsbereichs kann neben der Ausgabe einer
Fehlermeldung beispielsweise auch eine Abschaltung des
Kraftstofffördersystems ausgelöst werden.

Diese Fehlerüberwachung kann insbesondere auch im Hinblick auf
die Ermittlung der Kraftstoffqualität, insbesondere des
Ethanolgehalts, vorteilhaft genutzt werden, indem beispiels-
weise eine Kennlinie für das Kraftstofffördersystem mit einem
Kraftstoff mit maximalem Ethanolgehalt, beispielsweise soge-
nannten E100 Kraftstoff mit einem Ethanolgehalt von 100 %, und
eine Kennlinie für das Kraftstofffördersystem bei minimal
möglichem Ethanolgehalt erzeugt werden. Wie bereits im vo-
rangegangenen Text beschrieben, führt eine Veränderung des
Ethanolgehalts zu einer Parallelverschiebung der Kennlinien im
Kennfeld. Durch die beiden Kennlinien, die im einfachsten Fall
zwei Geraden mit gleicher Steigung sind, wird somit ein Er-

wartungsbereich definiert, in welchem die ermittelten Werte für jede andere mögliche Ethanolkonzentration im Kraftstoff liegen müssen. Werte außerhalb des Erwartungsbereichs deuten auch hier auf eine Fehlfunktion oder einen Defekt hin. Defekte können neben
5 mechanischen Defekten, wie Leckagen oder Schäden an der Kraftstoffförderpumpe, auch fehlerhafte Wertermittlungen sein.

Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn der erste Zeitpunkt unmittelbar nach einem eine vorgebbare Mindestzeit anhaltenden Stillstand
10 des Verbrennungsmotors liegt, und der zweite Zeitpunkt nach einem vorgebbaren Mindestzeitintervall nach einem erneuten Starten des Verbrennungsmotors liegt. Dies ist vorteilhaft, um sicherzustellen, dass die Temperatur des Kraftstoffs sich auf dem Niveau der Umgebungstemperatur befindet, welche regelmäßig im
15 Kraftfahrzeug bekannt ist. Somit wird das Referenzniveau für die Temperatur bestimmt. Durch die Vorgabe eines Mindestzeitintervalls, der vergehen muss bevor die zweite Ermittlung gestartet wird, kann sichergestellt werden, dass eine gewisse Erwärmung des Kraftstoffs bereits stattgefunden hat. Zu einem Zeitpunkt kurz
20 nach dem Start des Verbrennungsmotors wird die Kraftstofftemperatur in aller Regel nicht wesentlich von der Referenztemperatur abweichen.

Auch ist es zu bevorzugen, wenn eine absolute Veränderung der
25 Temperatur des Kraftstoffs zwischen dem ersten Zeitpunkt und dem zweiten Zeitpunkt ermittelt wird. Durch die Kenntnis der Referenztemperatur kann eine absolute Veränderung der Temperatur erfasst werden, da eine Veränderung ausgehend von der Referenztemperatur ermittelt wird und somit auch ein absoluter Wert
30 für die sich einstellende neue Temperatur angegeben werden kann.

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn zur Ermittlung des geförderten Kraftstoffvolumens der im Kraftstofffördersystem herrschende Druck variiert wird. Eine Variation des Drucks im
35 Kraftstofffördersystem während der einzelnen Ermittlungen ist vorteilhaft, um ein möglichst breite Basis für die ermittelten Daten zu erhalten, und so die Güte des Verfahrens zu erhöhen.

Auch ist es zweckmäßig, wenn eine relative Veränderung des Ethanolgehalts des im Kraftstofffördersystem befindlichen Kraftstoffs zwischen dem ersten Zeitpunkt und dem zweiten
5 Zeitpunkt ermittelt wird. Da der Ethanolgehalt nach der erstmaligen Befüllung des Kraftstofftanks nicht mehr genau ermittelt werden kann, ohne dabei einen dedizierten Sensor einzusetzen, kann nur eine relative Veränderung des Ethanolgehalts im Vergleich zum Ausgangsniveau ermittelt werden.

10 Aufgrund der Vermischung von Kraftstoffen mit unterschiedlichen Ethanolgehalten im Kraftstofftank und aufgrund der Tatsache, dass der Kraftstofftank in der Regel nie vollständig entleert wird, ist eine Erfassung des absoluten Ethanolgehalts nur durch einen dedizierten Sensor möglich.

15 Auch ist es vorteilhaft, wenn zur Ermittlung der relativen Veränderung des Ethanolgehalts der erste Zeitpunkt unmittelbar nach dem Start des Verbrennungsmotors liegt und ein dritter Zeitpunkt unmittelbar nach einer Betankung mit neuem Kraftstoff
20 liegt, wobei der erste Zeitpunkt und der dritte Zeitpunkt innerhalb eines vorgebbaren Maximalzeitintervalls liegen.

Dies ist vorteilhaft, um einerseits über die Ermittlung oder die Ermittlungen am ersten Zeitpunkt die Referenztemperatur zu
25 bestimmen und weiterhin eine Referenz hinsichtlich des Ethanolgehalts im Kraftstoff zu bestimmen. Nach einer dann erfolgten Betankung mit einem Kraftstoff unbekannter Temperatur und unbekanntem Ethanolgehalt können einzelne oder mehrere Ermittlungen zu einem dritten Zeitpunkt stattfinden, wobei die
30 ermittelten Werte insbesondere eine relative Veränderung des Ethanolgehalts gegenüber dem Ethanolgehalt des Kraftstoffs vor der Betankung erkennen lassen. Der erste Zeitpunkt liegt bevorzugt unmittelbar nach dem Start des Verbrennungsmotors. Der dritte Zeitpunkt liegt bevorzugt direkt nach dem Start des
35 Verbrennungsmotors nach dem Betankungsvorgang. Auch können weitere Ermittlungen nach dem ersten Zeitpunkt und nach dem dritten Zeitpunkt erfolgen, um eine breitere Datenbasis zu

erhalten. Der erste Zeitpunkt und der dritte Zeitpunkt liegen bevorzugt derart, dass keine wesentliche Veränderung der Temperatur des Kraftstoffs während der Ermittlungen vor und direkt nach dem Betanken erfolgt. Daher liegen der erste
5 Zeitpunkt und der dritte Zeitpunkt innerhalb eines vorgebbaren maximalen Zeitintervalls. Dies dient einer möglichst genauen Erfassung der relativen Veränderung des Ethanolgehalts.

Über weitere Ermittlungen, die beispielsweise zum zweiten
10 Zeitpunkt deutlich nach dem Betankungsvorgang liegen können, kann die Veränderung der Temperatur ermittelt werden. Dies ist bereits im vorausgegangenen Text beschrieben. Hierbei kann beispielsweise ein Korrekturfaktor berücksichtigt werden, der die Veränderung des Ethanolgehalts durch die Betankung aus-
15 gleicht. Alternativ kann die Ermittlung direkt nach der Betankung, bei welcher die Temperatur noch der Referenztemperatur entspricht, als neue Referenz angesehen werden.

Wie bereits weiter oben beschrieben ist, wird der Einfachheit
20 halber von einem ersten Zeitpunkt, einem zweiten Zeitpunkt oder einem dritten Zeitpunkt gesprochen, wobei die Zeitpunkte jeweils auch einen Zeitbereich beschreiben können. Der dritte Zeitpunkt beschreibt in diesem Zusammenhang einen Zeitbereich direkt nach der Betankung des Kraftfahrzeugs und direkt nach dem Start des
25 Verbrennungsmotors bis es zu einer merklichen Veränderung der Temperatur des Kraftstoffs kommt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen und in der nachfolgenden Figurenbeschreibung
30 beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen
35 unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein Kennfeld für eine Kraftstoffförderpumpe, wobei das Fördervolumen über der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe bei unterschiedlichen Drücken im Kraftstofffördersystem gezeigt ist,

Fig. 2 ein Kennfeld, wie es bereits in Figur 1 gezeigt wurde, wobei ergänzend zu der in Figur 1 gezeigten Kurvenschar eine zweite Kurvenschar gezeigt ist, wobei die erste Kurvenschar einem Kraftstoff bei 20 °C entspricht und die zweite Kurvenschar einem Kraftstoff bei 50 °C entspricht,

Fig. 3 ein Kennfeld, wie es bereits in Figur 1 gezeigt wurde, wobei zusätzlich zur Kurvenschar der Figur 1 eine zweite Kurvenschar dargestellt ist, wobei die zweite Kurvenschar durch eine Parallelverschiebung der ersten Kurvenschar nach rechts erzeugt ist und die erste Kurvenschar das Kennfeld für einen Kraftstoff E05 darstellt und die zweite Kurvenschar das Kennfeld für einen Kraftstoff E85 darstellt,

Fig. 4 ein Kennfeld, wie es bereits in Figur 2 gezeigt wurde, wobei in Figur 4 zusätzlich mehrere Messpunkte dargestellt sind, welche innerhalb von kurzer Fahrzeit nach dem Start des Verbrennungsmotors gemessen wurden,

Fig. 5 ein Kennfeld gemäß Figur 4, wobei zusätzlich durch Kreuze drei Messpunkte dargestellt sind, welche gemessen wurden, nachdem das Fahrzeug eine gewisse Minimalzeit bewegt wurde und es zu einer Erwärmung des Kraftstoffs gekommen ist,

Fig. 6 ein Kennfeld gemäß der Figuren 4 und 5, wobei durch Dreiecke neue Messpunkte dargestellt sind, wobei die neuen Messpunkte unmittelbar im Anschluss an einen Betankungsvorgang gemessen wurden,

Fig. 7 ein Kennfeld gemäß der vorausgegangenen Figuren, wobei eine Kennlinie bei einem beispielhaften Druck für einen Standardkraftstoff dargestellt ist, eine Kennlinie für einen Kraftstoff mit einem Ethanolgehalt von 100 % und eine Kennlinie, welche aus Werten ermittelt wurde, die auf einen Defekt im Kraftstofffördersystem hinweisen, und

Fig. 8 ein Blockdiagramm zur Verdeutlichung des Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

Die Figur 1 zeigt ein Diagramm 1, wobei auf der X-Achse 2 die Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe in Umdrehungen pro Minute abgetragen ist. Auf der Y-Achse 3 ist das Fördervolumen in Litern pro Stunde abgetragen. In dem durch die Achsen 2, 3 aufgespannten Quadranten sind fünf Isobaren 4 abgetragen, die jeweils Bereiche konstanten Drucks darstellen. Die Isobaren 4 haben eine vom jeweiligen Kraftstofffördersystem abhängige Steigung. Entlang des Pfeils 5 nimmt der Druck in bar zu.

Das Diagramm 1 zeigt den Zusammenhang zwischen der geförderten Kraftstoffmenge, der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und dem Druck im Kraftstofffördersystem. Das Diagramm 1 ist beispielhaft für ein spezifisches Kraftstofffördersystem. Im hier gezeigten Beispiel ist ein Diagramm für eine Kraftstoffförderpumpe für Benzin mit einer Turbine als Pumpenstufe dargestellt. Der qualitative Verlauf der Isobaren und der grundsätzliche Aufbau des Diagramms sind jedoch für beliebige Kraftstofffördersysteme grundsätzlich ähnlich. Die Isobaren können in abweichenden Kraftstofffördersystemen auch andere Verläufe als Geraden aufweisen, beispielsweise, wenn quadratische Zusammenhänge zwischen dem Druck und der Fördermenge bestehen.

Die Figur 2 zeigt ebenfalls das Diagramm 1 der Figur 1. Identische Elemente sind mit identischen Bezugszeichen bezeichnet. Zu-

sätzlich zu den Isobaren 4 der Figur 1 sind Isobaren 6 dargestellt. Diese weisen jeweils denselben Fußpunkt wie die ihr zugeordnete Isobaren 4 auf der X-Achse 2 auf. Die Isobaren 4 entsprechen den Werten, die sich bei der Förderung eines Kraftstoffs, beispielsweise eines Superkraftstoffs, bei 20 °C Medientemperatur ergeben. Die Isobaren 6 hingegen zeigen die Werte, die sich bei der Förderung des gleichen Kraftstoffs bei einer veränderten Temperatur von beispielsweise 50 °C ergeben.

Aus der Figur 2 ist ersichtlich, dass die Isobaren 6 sich von den jeweiligen Isobaren 4 jeweils durch eine abweichende Steigung unterscheiden. Es ist zu erkennen, dass zur Förderung einer gleichbleibenden Kraftstoffmenge bei konstantem Druck eine höhere Drehzahl benötigt wird.

Für alternative Kraftstoffe ergeben sich leicht abweichende Isobaren, die jedoch eine ähnliche Charakteristik wie in der beispielhaften Darstellung der Figur 2 aufweisen. Eine Erhöhung der Medientemperatur führt zu einer Verringerung der Steigung der Isobaren.

Die Figur 3 zeigt ebenfalls das Diagramm 1 der Figur 1. Zusätzlich zu den Isobaren 4 sind in Figur 3 Isobaren 7 dargestellt, die sich bei der Förderung von einem Kraftstoff mit 5 % Ethanolanteil ergeben. Die Isobaren 4 entsprechen den Werten, die sich bei der Förderung eines Kraftstoffs mit 85 % Ethanolanteil ergeben. Im beispielhaften Fall der Figur 3 unterscheiden sich die Isobaren 4 und 7 nicht durch ihre Steigung, sondern durch eine Parallelverschiebung gegeneinander.

Die Figur 4 zeigt das Diagramm 1 der Figur 2 mit den Isobaren 4 und 6. Die Punkte 8 entsprechen jeweils einzelnen Messpunkten, die innerhalb von kurzer Zeit nach dem Start des Verbrennungsmotors und bei nur kurzer Fahrzeit gemessen wurden. Die Punkte 8 sind während des ersten Zeitpunkts gemessen. Alle Punkte 8 sind dabei bei einer im Vergleich zur der durch die Außentemperatur gebildeten Referenztemperatur im Wesentlichen un-

veränderten Temperatur gemessen worden. Die Messpunkte 8 in der Nähe der X-Achse 2 sind vornehmlich beim Betrieb des Verbrennungsmotors im Standgas gemessen worden. Die weiter von der X-Achse 2 entfernten Punkte 8 sind während anderer üblicher Fahrsituationen des Kraftfahrzeugs beziehungsweise des Verbrennungsmotors gemessen worden.

Die Figur 5 zeigt ebenfalls das Diagramm 1. Die Messpunkte 8 aus Figur 5 sind ebenfalls dargestellt. Zusätzlich sind mit Kreuzen die drei zusätzlichen Messpunkte 9 dargestellt. Die Messpunkte 9 sind nach einer gewissen Betriebszeit, beispielsweise 30 Minuten, des Verbrennungsmotors gemessen worden. Zu diesem Zeitpunkt ist die Temperatur des Kraftstoffs aufgrund des Betriebs des Verbrennungsmotors und der damit verbundenen Rückführung von überschüssigem Kraftstoff in den Kraftstofftank bereits über das Ausgangsniveau, welches bei der Messung der Messpunkte 8 geherrscht hat, angestiegen.

Die Isobaren 10, welche durch die Messpunkte 8 verlaufen, stellen somit die Werte dar, die sich bei der Förderung des Kraftstoffs bei Ausgangstemperatur ergeben. Die Isobaren 11, die eine geringere Steigung aufweisen als die Isobaren 10, stellen die Werte dar, die sich bei der Förderung des gleichen Kraftstoffs ergeben, der bereits über die Ausgangstemperatur erwärmt ist.

Die Messwerte 8 und 9 können zum Ermitteln einer Volumendifferenz miteinander verglichen werden. Bei ansonsten gleichen Randbedingungen, wie Druck und Drehzahl, kann aus der ermittelten Volumendifferenz die Erwärmung des Kraftstoffs bestimmt werden. Das kann insbesondere unter Kenntnis des allgemeinen Verhaltens des Kraftstofffördersystems geschehen, indem die ermittelten Werte mit vorbekannten Kennfeldern für unterschiedliche Temperaturen des Kraftstoffs abgeglichen werden. Alternativ kann die Verwendung von mathematischen Konstanten zur Ermittlung der Temperaturveränderung beitragen, wobei die Konstanten ebenfalls auf Grundlage des bekannten Verhaltens des Kraftstofffördersystems bei unterschiedlichen Temperaturen ermittelt werden.

Die Figur 6 zeigt ebenfalls das Diagramm 1. Die Messpunkte 8 und 9 sind ebenfalls dargestellt. Zusätzlich sind die durch Dreiecke gekennzeichneten Messpunkte 13 dargestellt. Die Messpunkte 13 sind insbesondere kurz nach einer Betankung des Fahrzeugs gemessen worden. Durch einen Vergleich der Messwerte der Messpunkte 8 und der Messpunkte 13 lässt sich insbesondere die Kraftstoffqualität und insbesondere der Ethanolgehalt des Kraftstoffs bestimmen. Besonders vorteilhaft sind daher die Messpunkte 8 direkt nach dem Start des Verbrennungsmotors gemessen, während die Messpunkte 13 direkt nach einem erneuten Start des Verbrennungsmotors und nach einer Betankung des Kraftfahrzeugs gemessen wurden. Wie bereits im Vorfeld beschrieben, trägt ein veränderter Ethanolgehalt zu einer Parallelverschiebung der Isobaren innerhalb des Kennfeldes bei. Die Isobaren 12, welche durch die Messpunkte 13 verlaufen, sind gegenüber den Isobaren 10, welche durch die Messpunkte 8 verlaufen, parallel nach rechts verschoben. Dies ist insbesondere durch eine Veränderung des Ethanolgehalts verursacht.

Die Figur 7 zeigt ein Diagramm mit drei Isobaren 14, 15 und 16. Dabei entspricht die Isobare 14 einem Standard-Kraftstoff, der keinen Ethanolgehalt aufweist. Die Isobare 15 entspricht einem Kraftstoff mit 100 % Ethanolgehalt. Beide Isobaren bilden einen Druck von drei bar ab. Zwischen den beiden Isobaren 14 und 15 liegt der Erwartungsbereich, innerhalb welchem alle Messpunkte bei einem Druck im Kraftstofffördersystem von drei bar für alle möglichen Kraftstoffe mit einem Ethanolgehalt von 0 % bis 100 % liegen müssen, sofern die Messwerterfassung korrekt funktioniert und das Kraftstofffördersystem keine Fehlfunktionen oder Defekte aufweist.

Sofern Messwerte ermittelt werden, die außerhalb des Erwartungsbereichs liegen, wie es beispielsweise bei den Messwerten der isobaren 16 der Fall ist, ist davon auszugehen, dass eine Fehlfunktion beziehungsweise ein Defekt am Kraftstofffördersystem vorliegt. Das Verfahren kann somit auch zur Plausibi-

lisierung der Messwerte oder der korrekten Funktionsweise des Kraftstofffördersystems eingesetzt werden. Messpunkte außerhalb des Erwartungsbereichs sollten nicht zur Ermittlung der Temperatur des Kraftstoffs verwendet werden, da diese fehlerbehaftet sein können.

Die Figur 8 zeigt ein Blockdiagramm zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens. In Block 17 werden das geförderte Kraftstoffvolumen, der herrschende Druck im Kraftstofffördersystem und die Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe zu einem ersten Zeitpunkt ermittelt. In Block 18 werden das geförderte Kraftstoffvolumen, der herrschende Druck im Kraftstofffördersystem und die Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe zu einem zweiten Zeitpunkt ermittelt. Wie bereits beschrieben, können auch mehrere Ermittlungen an dem ersten Zeitpunkt oder dem zweiten Zeitpunkt vorgenommen werden. Auch können diese Ermittlungen hintereinander über einen längeren Zeitraum hinweg durchgeführt werden.

In Block 19 wird eine Differenz zwischen dem geförderten Kraftstoffvolumen zum ersten Zeitpunkt und dem geförderten Kraftstoffvolumen zum zweiten Zeitpunkt ermittelt. Dies kann einmalig zwischen nur zwei Werten geschehen oder fortlaufend unter Verwendung von mehreren Werten. In Block 20 wird schließlich aus der ermittelten Differenz unter Verwendung von vorbekannten Kennfeldern oder mathematischen Methoden eine Veränderung der Temperatur des Kraftstoffs oder eine Veränderung der Kraftstoffqualität ermittelt.

Die Figuren 1 bis 7 sind beispielhaft. Insbesondere repräsentieren sie ein spezifisches Kraftstofffördersystem. Die grundsätzliche Charakteristik der Figuren ist jedoch auch auf beliebige andere Kraftstofffördersysteme nach gleichem Funktionsprinzip übertragbar. Die in den Figuren gezeigten Diagramme und Kennfelder haben insbesondere keinen beschränkenden Charakter und dienen vornehmlich zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Kraftstofftemperatur und/oder der Kraftstoffqualität in einem Kraftstofffördersystem, mit einer elektromotorisch antreibbaren Kraftstoffförderpumpe, wobei eine Datenerfassungsvorrichtung vorgesehen ist, die zur Erfassung der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und/oder dem Druck im Kraftstofffördersystem und/oder dem durch die Kraftstoffförderpumpe geförderten Kraftstoffvolumen ausgebildet ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die nachfolgenden Schritte ausgeführt werden:
- Ermitteln von zumindest einem ersten geförderten Kraftstoffvolumen zu einem ersten Zeitpunkt, wobei auch die Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und der Druck im Kraftstofffördersystem zum ersten Zeitpunkt ermittelt werden,
 - Ermitteln von zumindest einem zweiten geförderten Kraftstoffvolumen zu einem zweiten Zeitpunkt, wobei auch die Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und der Druck im Kraftstofffördersystem zum zweiten Zeitpunkt ermittelt werden,
 - Vergleichen von dem ersten geförderten Kraftstoffvolumen und dem zweiten geförderten Kraftstoffvolumen, und
 - Ermittlung von Medieneigenschaften des Kraftstoffs aufgrund der aus dem Vergleich des ersten geförderten Kraftstoffvolumens und des zweiten geförderten Kraftstoffvolumens ermittelten Volumendifferenz.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zum ersten Zeitpunkt die Medieneigenschaften des Kraftstoffs bekannt sind, wobei insbesondere die Kraftstofftemperatur bekannt ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das erste

5 geförderte Kraftstoffvolumen und das zweite geförderte Kraftstoffvolumen bei identischen Drehzahlen der Kraftstoffförderpumpe und/oder bei identischem Druck im Kraftstofffördersystem ermittelt werden, wobei der erste Zeitpunkt vor dem zweiten Zeitpunkt liegt.

10 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste geförderte Kraftstoffvolumen und/oder das zweite geförderte Kraftstoffvolumen durch einen Wert aus einem Kennfeld gebildet ist, wobei das Kennfeld den Zusammenhang zwischen dem geförderten Kraftstoffvolumen, der Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und dem Druck im Kraftstofffördersystem abbildet.

15 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus der bei gleicher Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und bei gleichem Druck im Kraftstofffördersystem ermittelten Differenz zwischen einem ersten geförderten Kraftstoffvolumen und einem zweiten geförderten Kraftstoffvolumen unter Zuhilfenahme von Kennfeldern eine Temperaturveränderung und/oder eine Veränderung des Ethanolgehalts des Kraftstoffs ermittelt wird.

25 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des geförderten Volumens und der zugehörigen Drehzahl der Kraftstoffförderpumpe und dem Druck im Kraftstofffördersystem wiederholt während des Betriebs des Kraftstofffördersystems stattfindet.

30 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite geförderte Kraftstoffvolumen durch Interpolation von bereits ermittelten geförderten Kraftstoffvolumen ermittelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Er-
mittlung der Temperatur aus der Differenz zwischen dem
5 ersten geförderten Kraftstoffvolumen und dem zweiten
geförderten Kraftstoffvolumen eine mathematische Methode
verwendet wird, wobei insbesondere die Verwendung einer
Konstanten vorteilhaft ist.
- 10 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass für die
ermittelten geförderten Kraftstoffvolumen ein Erwar-
tungsbereich festgelegt ist, wobei ein ermitteltes ge-
fördertes Kraftstoffvolumen außerhalb des Erwartungsbe-
15 reichs zur Auslösung einer vorgebbaren Fehlermeldung führt.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste
Zeitpunkt unmittelbar nach einem eine vorgebbare Min-
20 destzeit anhaltenden Stillstand des Verbrennungsmotors
liegt, und der zweite Zeitpunkt nach einem vorgebbaren
Mindestzeitintervall nach einem erneuten Starten des
Verbrennungsmotors liegt.
- 25 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine
absolute Veränderung der Temperatur des Kraftstoffs
zwischen dem ersten Zeitpunkt und dem zweiten Zeitpunkt
ermittelt wird.
- 30 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Er-
mittlung des geförderten Kraftstoffvolumens der im
Kraftstofffördersystem herrschende Druck variiert wird.
- 35 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine re-

relative Veränderung des Ethanolgehalts des im Kraftstofffördersystem befindlichen Kraftstoffs zwischen dem ersten Zeitpunkt und dem zweiten Zeitpunkt ermittelt wird.

- 5 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung der relativen
Veränderung des Ethanolgehalts der erste Zeitpunkt un-
mittelbar nach dem Start des Verbrennungsmotors liegt und
ein dritter Zeitpunkt unmittelbar nach einer Betankung mit
10 neuem Kraftstoff liegt, wobei der erste Zeitpunkt und der
dritte Zeitpunkt innerhalb eines vorgebbaren Maximal-
zeitintervalls liegen.

1 / 4

Fig. 1

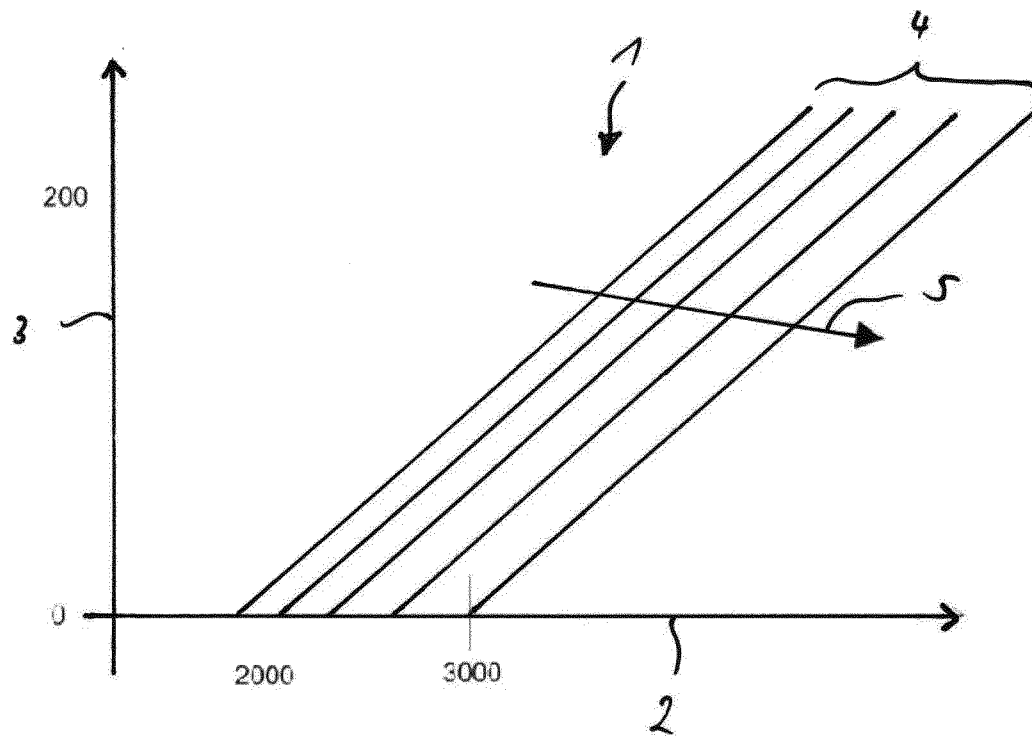
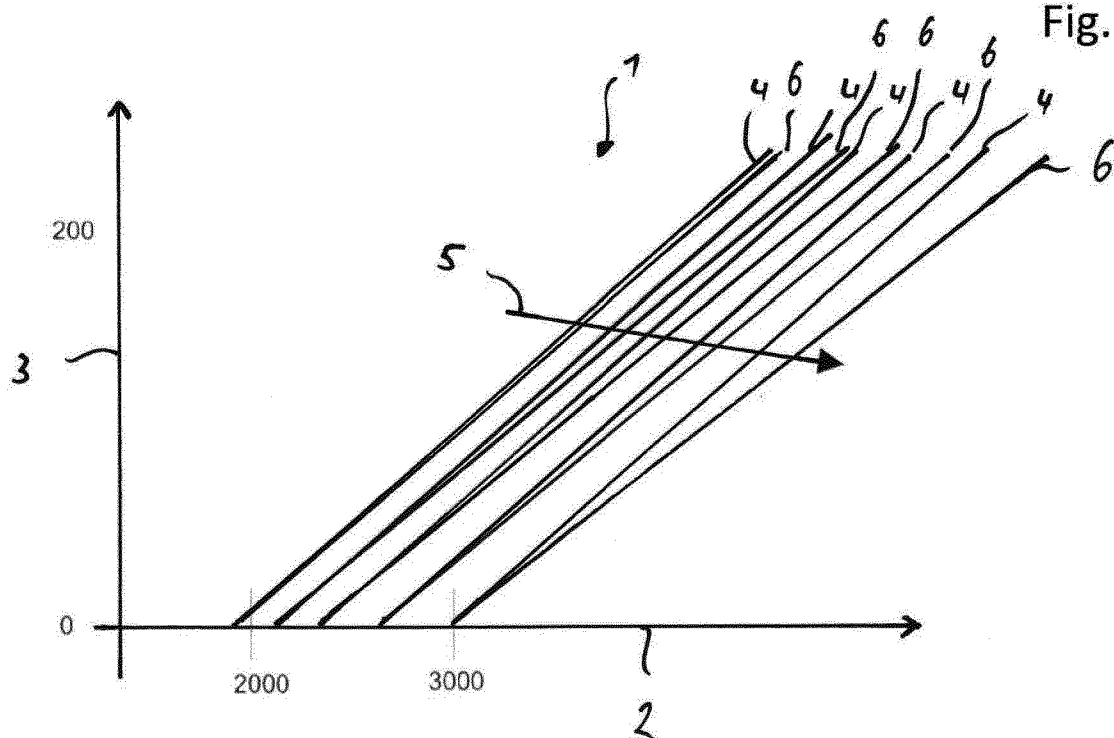


Fig. 2



2 / 4

Fig. 3

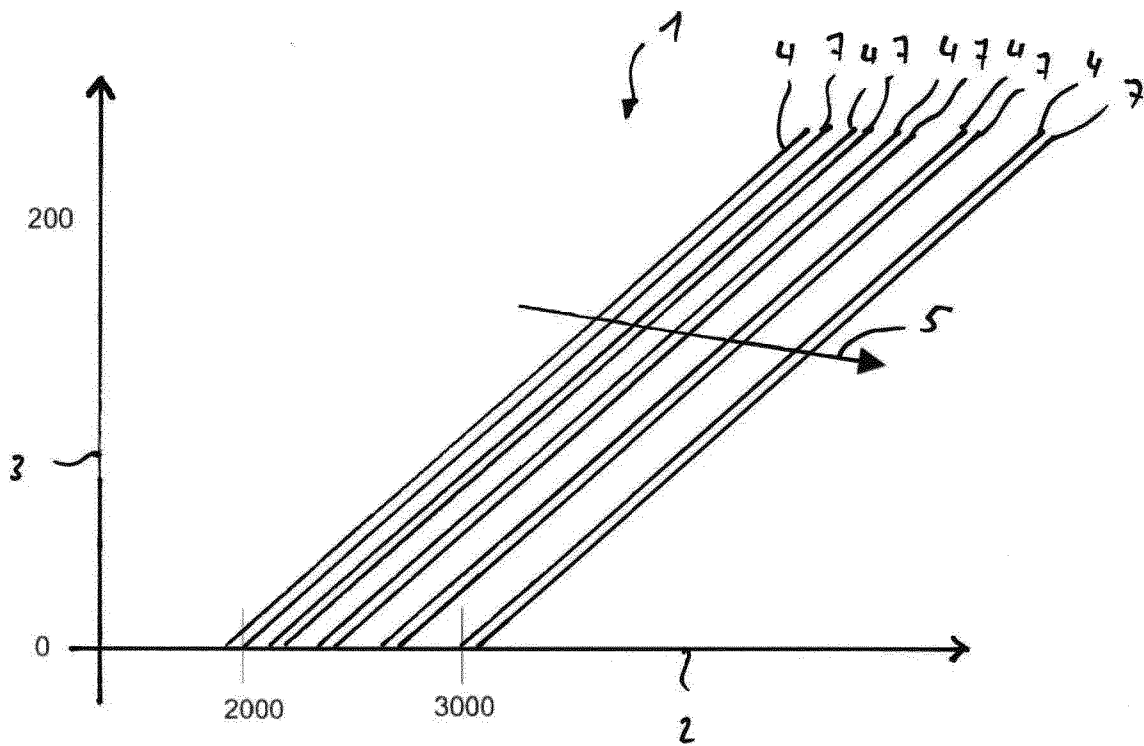
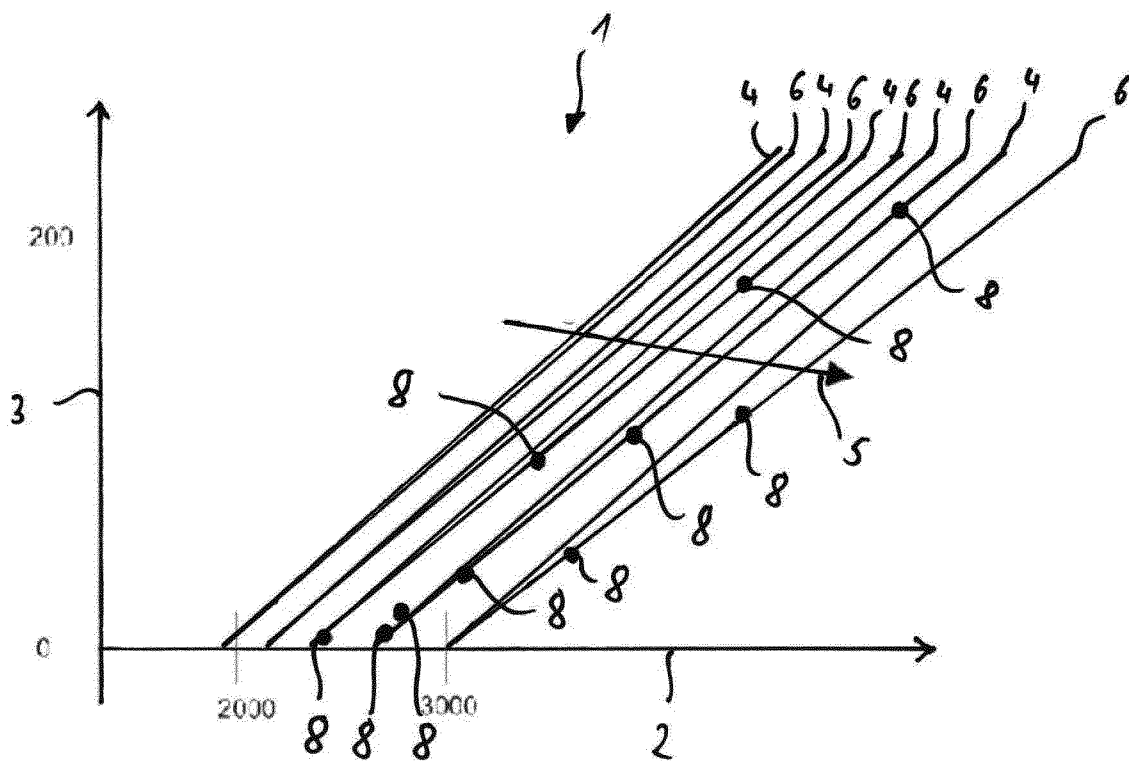


Fig. 4



3 / 4

Fig. 5

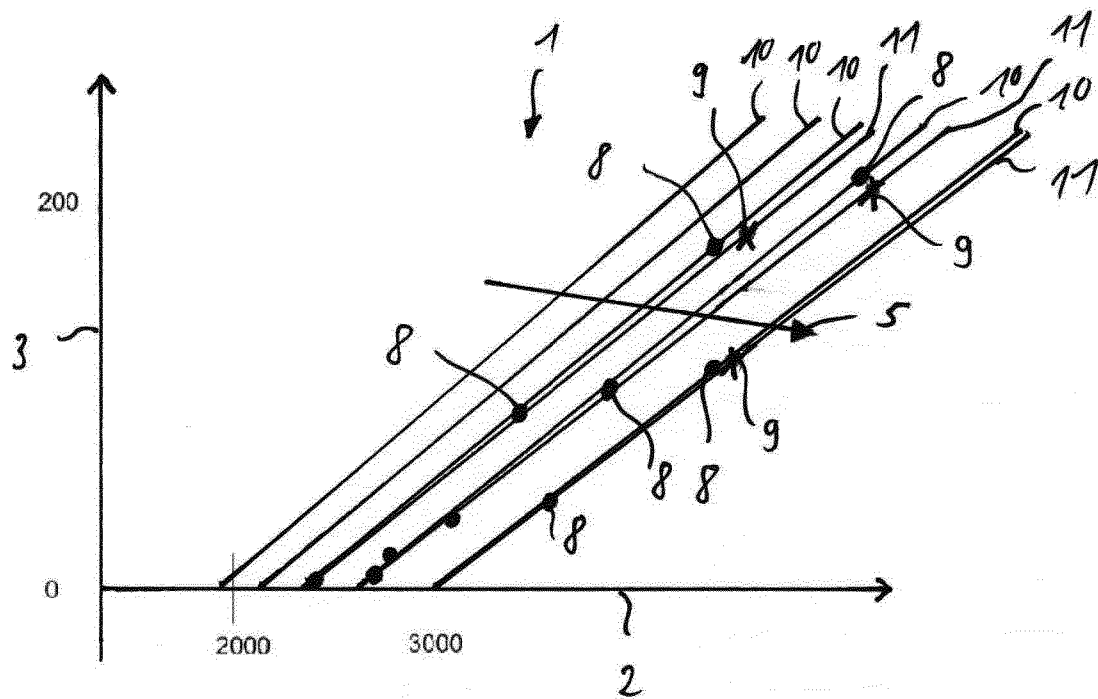
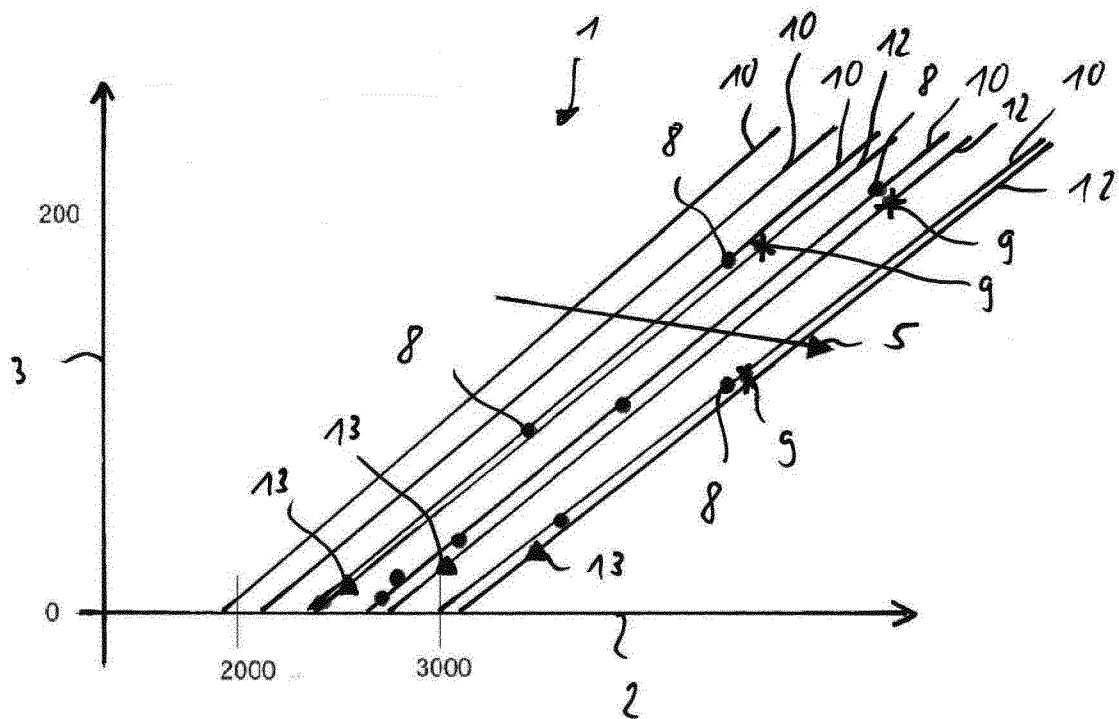


Fig. 6



4 / 4

Fig. 7

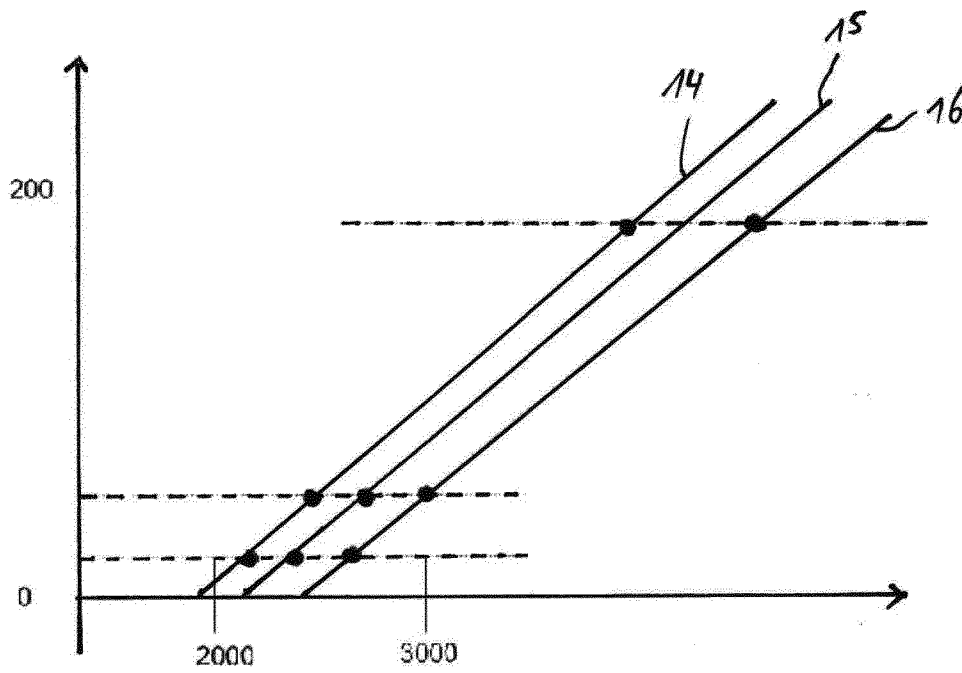
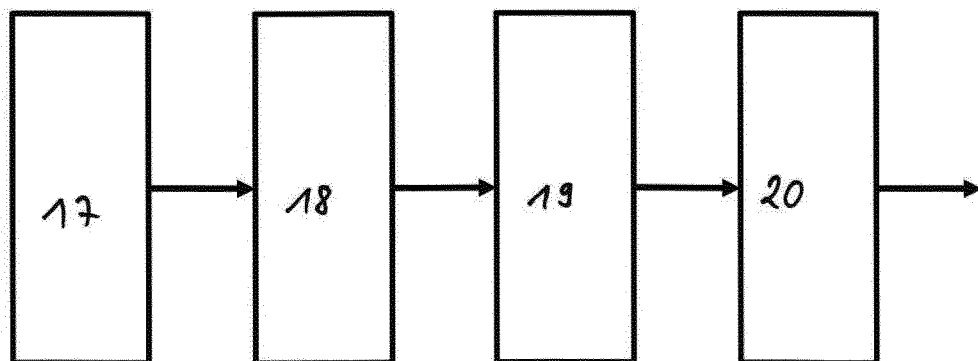


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/059044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F02D41/30
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2011 077404 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 13 December 2012 (2012-12-13) abstract figure 1 claim 6 paragraph [0013] paragraph [0039] - paragraph [0043] -----	1,2,4,5, 7,9,11, 13
Y	DE 10 2008 031535 B3 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 21 January 2010 (2010-01-21) abstract paragraph [0026] - paragraph [0028] ----- -/--	1,2,4,5, 7-9,11, 13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 July 2016

Date of mailing of the international search report

01/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kämper, Fabian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/059044

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 902 346 A (CULLEN MICHAEL J [US] ET AL) 11 May 1999 (1999-05-11) claims 1, 3, 4 column 1, line 59 - line 60 column 3, line 63 - column 4, line 28 -----	1,3,6,8, 11,13
Y	DE 10 2009 000070 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15 July 2010 (2010-07-15) abstract claims 1-3, 5, 6 paragraph [0010] - paragraph [0013] paragraph [0026] -----	1,2,5,7, 11-13
Y	DE 10 2007 037307 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 27 March 2008 (2008-03-27) abstract claims 1,2,6 paragraph [0024] - paragraph [0035] -----	1,3,5,7, 11-13
Y	DE 10 2007 029801 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 8 January 2009 (2009-01-08) paragraph [0023] -----	10
Y	DE 10 2011 106824 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 10 January 2013 (2013-01-10) paragraph [0003] - paragraph [0005] -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/059044

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011077404 A1	13-12-2012	NONE	
DE 102008031535 B3	21-01-2010	CN 102077068 A	25-05-2011
		DE 102008031535 B3	21-01-2010
		US 2011100329 A1	05-05-2011
		WO 2010000561 A2	07-01-2010
US 5902346 A	11-05-1999	NONE	
DE 102009000070 A1	15-07-2010	BR PI0904545 A2	02-07-2013
		DE 102009000070 A1	15-07-2010
DE 102007037307 A1	27-03-2008	DE 102007037307 A1	27-03-2008
		US 2008035119 A1	14-02-2008
DE 102007029801 A1	08-01-2009	NONE	
DE 102011106824 A1	10-01-2013	DE 102011106824 A1	10-01-2013
		WO 2013004338 A1	10-01-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02D41/30
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2011 077404 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 13. Dezember 2012 (2012-12-13) Zusammenfassung Abbildung 1 Anspruch 6 Absatz [0013] Absatz [0039] - Absatz [0043] -----	1,2,4,5, 7,9,11, 13
Y	DE 10 2008 031535 B3 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 21. Januar 2010 (2010-01-21) Zusammenfassung Absatz [0026] - Absatz [0028] ----- -/-	1,2,4,5, 7-9,11, 13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juli 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/08/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kämper, Fabian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 902 346 A (CULLEN MICHAEL J [US] ET AL) 11. Mai 1999 (1999-05-11) Ansprüche 1, 3, 4 Spalte 1, Zeile 59 - Zeile 60 Spalte 3, Zeile 63 - Spalte 4, Zeile 28 -----	1,3,6,8, 11,13
Y	DE 10 2009 000070 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. Juli 2010 (2010-07-15) Zusammenfassung Ansprüche 1-3, 5, 6 Absatz [0010] - Absatz [0013] Absatz [0026] -----	1,2,5,7, 11-13
Y	DE 10 2007 037307 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 27. März 2008 (2008-03-27) Zusammenfassung Ansprüche 1,2,6 Absatz [0024] - Absatz [0035] -----	1,3,5,7, 11-13
Y	DE 10 2007 029801 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 8. Januar 2009 (2009-01-08) Absatz [0023] -----	10
Y	DE 10 2011 106824 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 10. Januar 2013 (2013-01-10) Absatz [0003] - Absatz [0005] -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/059044

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011077404 A1	13-12-2012	KEINE	
DE 102008031535 B3	21-01-2010	CN 102077068 A	25-05-2011
		DE 102008031535 B3	21-01-2010
		US 2011100329 A1	05-05-2011
		WO 2010000561 A2	07-01-2010
US 5902346 A	11-05-1999	KEINE	
DE 102009000070 A1	15-07-2010	BR PI0904545 A2	02-07-2013
		DE 102009000070 A1	15-07-2010
DE 102007037307 A1	27-03-2008	DE 102007037307 A1	27-03-2008
		US 2008035119 A1	14-02-2008
DE 102007029801 A1	08-01-2009	KEINE	
DE 102011106824 A1	10-01-2013	DE 102011106824 A1	10-01-2013
		WO 2013004338 A1	10-01-2013