



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:  
02.10.2024 Patentblatt 2024/40
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):  
F02D 41/00<sup>(2006.01)</sup> F02D 19/08<sup>(2006.01)</sup>
- (21)

Anmeldenummer: 24160283.8
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
F02D 41/0025; F02D 19/084; F02D 19/088;  
F02D 2200/0611; F02D 2200/0612
- (22)

Anmeldetag: 28.02.2024

- (84)

Benannte Vertragsstaaten:  
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
BA  
Benannte Validierungsstaaten:  
GE KH MA MD TN
- (71)

Anmelder: VOLKSWAGEN AG  
38440 Wolfsburg (DE)
- (72)

Erfinder: Bippes, Michael  
38112 Braunschweig (DE)
- (30)

Priorität: 27.03.2023 DE 102023202763

(54)

VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINER VERÄNDERUNG DER ZUSAMMENSETZUNG EINES KRAFTSTOFFES IN EINER TANKVORRICHTUNG EINES KRAFTFAHRZEUGS ZUM BETREIBEN DES KRAFTFAHRZEUGS, VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES KRAFTFAHRZEUGS, TANKVORRICHTUNG, KRAFTFAHRZEUG SOWIE COMPUTERPROGRAMMPRODUKT

- (57)

Verfahren zur Bestimmung einer Veränderung der Zusammensetzung eines Kraftstoffes (14) in einer Tankvorrichtung (100) eines Kraftfahrzeugs zum Betreiben des Kraftfahrzeugs. Das Verfahren weist folgende Schritte auf:
  - (S1) Bestimmen einer Anfangszusammensetzung des Kraftstoffes (14), welcher zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren aufweist,
  - (S2) Bestimmen eines zeitlichen Verlaufs zumindest eines Betriebsparameters der Tankvorrichtung (100)
- und/oder des Kraftfahrzeugs,

- (S3) für jede der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren, Ermitteln des Verdampfungsverhaltens, und
  - (S4) Ermitteln eines zeitlichen Verlaufs der Zusammensetzung des Kraftstoffes (14) zur Bestimmung der Veränderung der Zusammensetzung,wobei das Ermitteln des zeitlichen Verlaufs der Zusammensetzung in Abhängigkeit des ermittelten Verdampfungsverhaltens und des zumindest einen bestimmten Betriebsparameters durchgeführt wird.

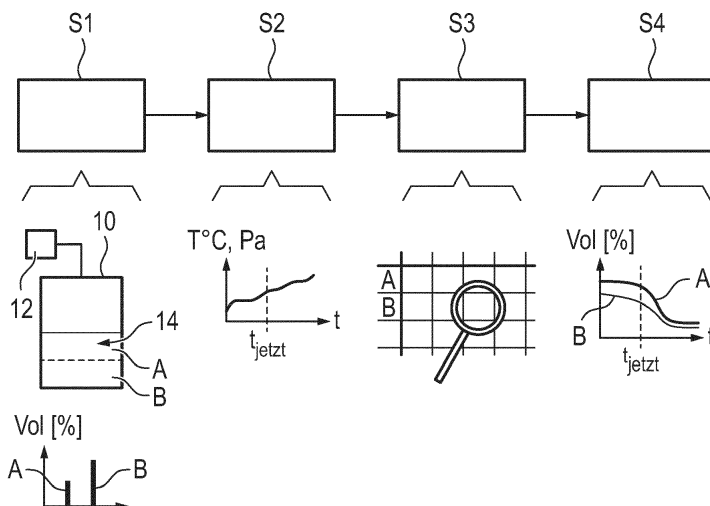


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet der Untersuchung von Kraftstoffen in Tanks von Kraftfahrzeugen. Im Speziellen betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Bestimmung einer Veränderung der Zusammensetzung eines Kraftstoffes in einer Tankvorrichtung eines Kraftfahrzeugs zum Betreiben des Kraftfahrzeugs, eine Tankvorrichtung, ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Tankvorrichtung sowie ein Computerprogrammprodukt.

**[0002]** Kraftstoffe, insbesondere Benzine, sind durch einen hohen Dampfdruck sowie einen niedrigen Siedebeginn gekennzeichnet. Durch Einwirkung von Wärme wird Verdampfungsenthalpie bereitgestellt, sodass die Kraftstoffbestandteile mit dem niedrigsten Siedebeginn zuerst verdampfen. Werden sie nicht oder nur teilweise dem Kraftstoff zugeführt, so verändern sich die Eigenschaften des Kraftstoffes. Dies geschieht zum Beispiel dann, wenn der verdampfte Kraftstoff an ein Absorptionsmaterial gebunden wird und im Rahmen von dessen Regeneration durch Spülung mit Frischluft resorbiert und der Ladeluft zugeführt wird. Dies geschieht weiterhin dann, wenn der verdampfte Kraftstoff über eine Entlastungsvorrichtung, beispielsweise ein Überdruckventil, aus dem Tank entfernt wird.

**[0003]** Zur verlässlichen Vorhersage der Eigenschaften eines Kraftstoffes, insbesondere nach längeren Verweilzeiten des Kraftstoffs im Tank, insbesondere unter höheren Temperaturen, insbesondere wenn der Tank über eine Verbindung wie etwa ein Sicherheitsventil und/oder einen Absorptionsmittelbehälter, verfügt, sind üblicherweise Laboruntersuchungen notwendig. Die genaue Kenntnis der Kraftstoffeigenschaften, wie beispielsweise Zündwilligkeit, Energiegehalt, Dichte, Siedeverhalten usw. bringt jedoch an verschiedenen Stellen gewinnbringend Nutzen.

**[0004]** Bekannten Methoden zur Untersuchung von Kraftstoffeigenschaften im Fahrzeugtank liefern keine Aussage über Parameter wie Zündwilligkeit, Dampfdruck, Dichte, Heizwert, usw. Zudem können bekannte Methoden die während der Verweildauer des im Tank befindlichen Kraftstoffs sich ändernden Parameter nicht untersuchen. Die Ermittlung dieser Parameter ist in einem betankten Fahrzeug nicht analytisch möglich. Dabei können solche Parameter für einen optimalen Motorbetrieb des Fahrzeugs einen Mehrwert liefern.

**[0005]** Derartige Methoden sind beispielsweise aus der WO2021127713A1 oder aus der EP3913207A1 bekannt.

**[0006]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung den Wissensstand des sich im Tank des Fahrzeugs befindlichen Kraftstoffes zu erhöhen.

**[0007]** Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch eine Tankvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 9, durch ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen

des Anspruchs 11 sowie durch ein Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des Anspruchs 12. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Tankvorrichtung, dem Kraftfahrzeug und/oder dem Computerprogrammprodukt und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

**[0008]** Mit Ausführungsformen der Erfindung kann in vorteilhafter Weise ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung einer Veränderung der Zusammensetzung eines Kraftstoffes in einer Tankvorrichtung eines Kraftfahrzeugs zum Betreiben des Kraftfahrzeugs bereitgestellt werden. Mit einem solchen Verfahren kann in effizienterer Weise das Kraftfahrzeug betrieben werden.

**[0009]** Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer Veränderung der Zusammensetzung eines Kraftstoffes in einer Tankvorrichtung eines Kraftfahrzeugs zum Betreiben des Kraftfahrzeugs. Das Verfahren weist folgende Schritte auf:

- Bestimmen einer Anfangszusammensetzung des Kraftstoffes, welcher zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren aufweist,
- Bestimmen eines zeitlichen Verlaufs zumindest eines Betriebsparameters der Tankvorrichtung und/oder des Kraftfahrzeugs,
- Für jede der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren, Ermitteln des Verdampfungsverhaltens, und
- Ermitteln eines zeitlichen Verlaufs der Zusammensetzung des Kraftstoffes zur Bestimmung der Veränderung der Zusammensetzung,

wobei das Ermitteln des zeitlichen Verlaufs der Zusammensetzung in Abhängigkeit des ermittelten Verdampfungsverhaltens und des zumindest einen bestimmten Betriebsparameters durchgeführt wird.

**[0010]** Mit anderen Worten wird ein Verfahren vorgeschlagen, welches eine verlässliche Bestimmung der Zusammensetzung des Kraftstoffes nach thermischer Einwirkung ermöglicht. Eine thermische Einwirkung kann sowohl im Betrieb des Kraftfahrzeugs als auch, wenn das Kraftfahrzeug stillsteht und sich nicht im Betrieb befindet, stattfinden.

**[0011]** Ein Kraftstoff besteht in der Regel aus mehreren Kraftstoffdeskriptoren. Ein Kraftstoffdeskriptor kann als Kraftstoffgruppe, gekennzeichnet durch ihre funktionale Gruppe und die Anzahl der Kohlenstoffatome, bezeichnet werden. Für jede der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren wird das Verdampfungsverhalten ermittelt. Mit anderen Worten kann für jede Kraftstoffgruppe ein Verdampfungsverhalten ermittelt werden. Hierfür können Datensätze aus ISO 22854 verwendet werden. Um die

verdampfte Menge eines jeden Kraftstoffdeskriptors ermitteln zu können, wird vorzugsweise zusätzlich zum Verdampfungsverhalten ein zeitlicher Verlauf zumindest eines Betriebsparameters der Tankvorrichtung und/oder des Kraftfahrzeugs ermittelt. Bei Betriebsparametern der Tankvorrichtung und/oder des Kraftfahrzeugs kann es sich um den Umgebungsdruck, die Umgebungstemperatur, die Tankinnentemperatur und/oder den Tankinnendruck handeln. Um den zeitlichen Verlauf des zumindest einen Deskriptor zu ermitteln, kann ein Anfangswert im Tank und/oder im Kraftfahrzeug gemessen werden. Zusätzlich wird vorzugsweise basierend auf Erfahrungswerten und/oder hinterlegten Datensätze, beispielsweise ausgehend vom Anfangswert, der zeitliche Verlauf ermittelt. Zum Beispiel kann Anhand einer geplanten hinterlegten Route des Kraftfahrzeugs und/oder Erfahrungswerten ein zeitlicher Verlauf des Umgebungsdrucks ermittelt werden. Alternativ oder zusätzlich kann basierend auf Erfahrungswerten die Tankinnentemperatur für die nächsten 5 min, für die nächsten 20 min oder für die nächste Stunde geschätzt werden.

**[0012]** Durch das Ermitteln des zeitlichen Verlaufs der Zusammensetzung des Kraftstoffes zur Bestimmung der Veränderung der Zusammensetzung kann sich eine neue Zusammensetzung der Kraftstoffdeskriptoren ergeben, d. h., neue Anteile der jeweiligen Kraftstoffdeskriptoren. Neue Anteile nach ISO 22854 können demnach ermittelt werden. Eine solche Änderung kann sich je stärker durchsetzen je niedriger die Siedelage der jeweiligen Kraftstoffdeskriptoren ist. Der Kraftstoffdeskriptor mit der niedrigsten Siedelage verdampft zuerst.

**[0013]** Bei der Zusammensetzung des Kraftstoffs, sei es bei der Anfangszusammensetzung oder bei der ermittelten (neuen) Zusammensetzung des Kraftstoffs, kann es sich um das Mischungsverhältnis, insbesondere das volumetrische Mischungsverhältnis, der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren handeln. Das Mischungsverhältnis kann dabei charakteristisch für die, insbesondere volumetrischen, Anteile und/oder Massenanteile und/oder Mengenanteile der Kraftstoffdeskriptoren zueinander sein.

**[0014]** Es sei bemerkt, dass der Kraftstoff, dessen Veränderung der Zusammensetzung mittels eines solchen Verfahrens bestimmt wird, sich vorzugsweise in einem Kraftfahrzeugtank, insbesondere in einer Tankvorrichtung eines Kraftfahrzeugs, befindet.

**[0015]** Durch ein solches Verfahren kann in zuverlässiger Weise der tatsächliche Einfluss der Verdampfung auf die Änderung der Kraftstoffzusammensetzung einbezogen werden. Ein solches Verfahren ermöglicht die gezielte Berechnung der Änderung der Zusammensetzung des Kraftstoffs nach Lagerung unter Temperatureinwirkung. Die Kenntnis der neuen Zusammensetzung des Kraftstoffs ermöglicht die Bestimmung der Eigenschaften der neuen Zusammensetzung des Kraftstoffs. Diese Eigenschaften können an alle Kraftstoff verbrauchenden Vorrichtungen des Kraftfahrzeugs sowie zugehörigen Abgasnachbehandlungsanlagen steuernde

Rechneinheiten übermittelt werden. Diese können auf Grund der nun bekannten Eigenschaften insbesondere die Brennkraftmaschine sowie die zugehörige Abgasnachbehandlungsanlage gezielt einwirken.

**[0016]** Das hier offenbarte Verfahren kann daher dazu beitragen, den Betrieb einer kraftfahrzeugseitigen Brennkraftmaschine sowie der zugehörigen Abgasnachbehandlungsanlage zu optimieren. Dabei können sowohl CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch Schadstoffemissionen optimiert werden. Durch ein solches Verfahren kann der Betrieb einer Tankvorrichtung optimiert werden. Zudem kann dadurch auch dem Fahrer des Kraftfahrzeugs in vorteilhafter Weise bessere und präzisere Informationen bezüglich der Tankvorrichtung und/oder des Kraftstoffs bereitgestellt werden.

**[0017]** Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird der zeitliche Verlauf zumindest eines Betriebsparameters der Tankvorrichtung und/oder des Kraftfahrzeugs aus bekannten Kraftfahrzeugdaten und/oder Umgebungsdaten, insbesondere mittels einer trainierten Methode, vorhergesagt. Datensätze aus ISO 22854 können als Deskriptoren für die trainierte Methode verwendet werden. Um eine Vorhersage des zumindest einen Betriebsparameters durchzuführen, kann ein virtueller Zwilling des Kraftfahrzeugs und/oder der Tankvorrichtung bereitgestellt werden und/oder verwendet werden.

**[0018]** Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird der zeitliche Verlauf der Zusammensetzung des Kraftstoffes aus zumindest dem vorhergesagten zeitlichen Verlauf des zumindest einen Betriebsparameters, insbesondere mittels einer trainierten Methode vorhergesagt. Um eine Vorhersage der Zusammensetzung des Kraftstoffs durchzuführen, kann ein virtueller Zwilling des Kraftfahrzeugs und/oder der Tankvorrichtung bereitgestellt werden und/oder verwendet werden.

**[0019]** Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird basierend auf dem ermittelten zeitlichen Verlauf der Zusammensetzung des Kraftstoffs, insbesondere aus dem vorhergesagten zeitlichen Verlauf der Zusammensetzung des Kraftstoffs, zumindest eine Kraftstoffeigenschaft bestimmt. Mit anderen Worten kann basierend auf der ermittelten Veränderung der Zusammensetzung des Kraftstoffs eine Veränderung zumindest einer Kraftstoffeigenschaft bestimmt werden. Bei der Kraftstoffeigenschaft kann es sich um die Zündwilligkeit, den Energiegehalt, den Dampfdruck, den Heizwert, die Dichte und/oder das Siedeverhalten handeln. Bei der Kraftstoffeigenschaft kann es sich generell um eine physiko-chemische Kraftstoffeigenschaft handeln. Eine Änderung der Anteile nach ISO 22854, d. h., der Kraftstoffdeskriptoren, führt zu einer Änderung zumindest einer Kraftstoffeigenschaft.

**[0020]** Dadurch kann in vorteilhafter Weise die gezielte Berechnung der neuen zumindest einen Kraftstoffeigenschaften nach Änderung der Zusammensetzung des Kraftstoffs durchgeführt werden.

**[0021]** Es sei bemerkt, dass auch ein zeitlicher Verlauf der zumindest einen Kraftstoffeigenschaft bestimmt wer-

den kann. Es ist denkbar, eine Änderung der zumindest einen Kraftstoffeigenschaft vorherzusagen.

**[0022]** Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird als die zumindest eine Kraftstoffeigenschaft die Zündwilligkeit und/oder der Energiegehalt bestimmt.

**[0023]** Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird beim Ermitteln des Verdampfungsverhaltens für jede der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren ein Toleranzbereich um den Siedepunkt bestimmt. Beim Toleranzbereich kann es sich um einen Siedebereich handeln. Dadurch, dass die Inhaltstoffe des Kraftstoffs nach Kraftstoffgruppen, bzw. Kraftstoffdeskriptor, klassiert oder unterteilt sind, kann der betroffene Kraftstoffdeskriptor schon zum Teil vor einem bestimmten Siedepunkt verdampfen. Um dies zu berücksichtigen kann es sich als vorteilhaft erweisen anstatt einen diskreten Siedepunkt für jeden Kraftstoffdeskriptor einen Siedebereich für jeden Kraftstoffdeskriptor, d. h., einen Toleranzbereich um den Siedepunkt, zu ermitteln

**[0024]** Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens entspricht der Toleranzbereich einer Verteilungskurve um den Siedepunkt. Dadurch kann eine statistische Verteilung um den Siedepunkt berücksichtigt werden. Bei der Verteilungskurve kann es sich beispielsweise um eine Gauß-Kurve handeln.

**[0025]** Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs. Das Kraftfahrzeug wird über eine Steuereinheit der Tankvorrichtung und/oder des Kraftfahrzeugs basierend auf der Veränderung der Zusammensetzung des Kraftstoffs in der Tankvorrichtung betrieben. Die Veränderung der Zusammensetzung des Kraftstoffs in der Tankvorrichtung wird nach einem Verfahren, wie voranstehend und nachfolgend beschrieben, bestimmt. Mit anderen Worten können Veränderungsdaten, z. B. der Zusammensetzung des Kraftstoffs und/oder einer Eigenschaft des Kraftstoffs, in vorteilhafter Weise dem Kraftfahrzeug zur Verfügung gestellt werden. Das Kraftfahrzeug kann sodann entsprechend gesteuert werden, um einen effizienteren Betrieb z. B. des Verbrennungsmotors, zu ermöglichen.

**[0026]** Die Vorteile, welche in Bezug zum ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung erläutert worden sind, gelten gleichermaßen für das Verfahren gemäß dem zweiten Aspekt.

**[0027]** Denkbar ist ebenso, dass die Steuereinheit der Tankvorrichtung und/oder des Kraftfahrzeugs basierend auf eine Veränderung des zumindest einen Betriebsparameters der Tankvorrichtung und/oder des Kraftfahrzeugs das Kraftfahrzeug steuert.

**[0028]** Ein dritter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Tankvorrichtung. Die Tankvorrichtung weist einen Tank und eine Steuereinheit auf. Die Steuereinheit ist dabei dazu ausgelegt ein Verfahren, wie voranstehend und nachfolgend beschrieben, durchzuführen und/oder ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs, wie voranstehend beschrieben, durchzuführen.

**[0029]** Die Vorteile, welche in Bezug zum ersten und

zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung erläutert worden sind, gelten gleichermaßen für die Tankvorrichtung gemäß dem dritten Aspekt.

**[0030]** Gemäß einer Ausführungsform der Tankvorrichtung ist die Steuereinheit weiter dazu ausgelegt, einen Zulauf von Fluid, insbesondere zumindest eines Deskriptoren, in und/oder aus dem Tank zu steuern.

**[0031]** Ein vierter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug aufweisend eine Tankvorrichtung, wie voranstehend und nachfolgend beschrieben.

**[0032]** Ein fünfter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei einer Ausführung durch eine Steuereinheit, insbesondere durch die Steuereinheit der Tankvorrichtung, wie voranstehend und nachfolgend beschrieben, die Steuereinheit veranlassen, ein Verfahren, wie voranstehend und nachfolgend beschrieben, auszuführen.

**[0033]** Sämtliche Offenbarungen, welche voranstehend und nachfolgend in Bezug auf einen Aspekt der vorliegenden Erfindung beschrieben sind, gelten gleichermaßen für alle weiteren Aspekte der vorliegenden Erfindung.

**[0034]** Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben.

Figur 1 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 2 zeigt eine Graphik einer beispielhaften Zusammensetzung eines Kraftstoffs,

Figur 3 zeigt eine Tankvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel, und

Figur 4 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

**[0035]** Ähnliche, ähnlich wirkende, gleiche oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit ähnlichen oder gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren sind lediglich schematisch und nicht maßstabsgetreu.

**[0036]** Fig. 1 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Bestimmung einer Veränderung der Zusammensetzung eines Kraftstoffes 14 in einer Tankvorrichtung 100 eines Kraftfahrzeugs zum Betreiben des Kraftfahrzeugs gemäß eines Ausführungsbeispiels. In einem ersten Verfahrensschritt S1 wird eine Anfangszusammensetzung des Kraftstoffes 14, welche zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren A, B aufweist, bestimmt. Die Anfangszusammensetzung kann beispielsweise mittels eines Füllstandsensors 16 bestimmt werden. Die Anfangszusammensetzung bezeichnet vorzugsweise die Zusammensetzung des Kraftstoffes 14 zum Zeitpunkt des Befüllens der Tankvorrichtung 100 des Kraftfahrzeugs. Mit anderen Worten wird die Anfangszusammensetzung des Kraftstoffes 14 in Kraftstoffgruppen, gekennzeichnet durch ihre funktionale Gruppe und die Anzahl der Koh-

lenstoffatome, unterteilt und der volumetrische Anteil der Kraftstoffgruppen bestimmt. In einem zweiten Verfahrensschritt S2 wird ein zeitlicher Verlauf zumindest eines Betriebsparameters der Tankvorrichtung 100 und/oder des Kraftfahrzeugs bestimmt. Um den zeitlichen Verlauf des zumindest einen Betriebsparameters zu bestimmen, können Erfahrungswerte, hinterlegte Daten, wie etwa eine geplante hinterlegte Route, und/oder eine trainierte Methode verwendet werden. In einem dritten Verfahrensschritt S3, welcher gleichwohl gleichzeitig zum zweiten Verfahrensschritt S2 durchgeführt werden kann, wird für jede der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren das Verdampfungsverhalten ermittelt. Dabei wird vorzugsweise pro Kraftstoffdeskriptor der Siedepunkt in Abhängigkeit zumindest eines Betriebsparameters ermittelt. Zur Bestimmung oder Ermittlung des Verdampfungsverhaltens können unterschiedlicher Methoden in Betracht kommen. Hierfür kann der rechnerische Mittelwert der tatsächlich vorkommenden Isomere des Kraftstoffdeskriptors, der Mittelwert zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert der Isomere des Kraftstoffdeskriptors und/oder eine Analyse von tatsächlichen Inhaltstoffen des Kraftstoffdeskriptors verwendet werden. Zudem kann eine Verwendung von Simulationsergebnissen typischer Vorhersagesysteme wie ChemCAD oder Aspen-Plus zur Ermittlung des Verdampfungsverhaltens für jede der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren in Betracht gezogen werden.

**[0037]** Nachdem ein Kraftstoffdeskriptor mehrere chemische Inhaltstoffe aufweisen kann, handelt es sich beim Siedepunkt des Kraftstoffdeskriptors nicht um den Siedepunkt eines chemisch fest definierten Inhaltstoffs, sondern lediglich um den Siedepunkt einer Kraftstoffgruppe. Deshalb kann gleichwohl von einem Siedebereich geredet werden. Denn der Siedepunkt des Kraftstoffdeskriptors bezeichnet vorzugsweise nicht einen diskreten Wert, sondern vielmehr einen kontinuierlichen Bereich. Zur Durchführung des dritten Verfahrensschritts S3 kann vorzugsweise auf die ISO 22854 zurückgegriffen werden.

**[0038]** In einem vierten Verfahrensschritt S4, welcher vorzugsweise unmittelbar nach dem zweiten Verfahrensschritt S2 und/oder dritten Verfahrensschritt S3 durchgeführt wird, wird ein zeitlicher Verlauf der Zusammensetzung des Kraftstoffs 14 zur Bestimmung der Veränderung der Zusammensetzung ermittelt. Dabei wird sowohl der bestimmte zeitliche Verlauf des zumindest einen Betriebsparameters als auch das ermittelte Verdampfungsverhalten jeder der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren verwendet.

**[0039]** In Fig. 1 ist jeder Verfahrensschritt S1, S2, S3, S4 mit einer schematischen beispielhaften Darstellung des Schritts begleitet. Diese schematischen Darstellungen dienen lediglich dem Erklärungs zweck und sind keinesfalls einschränkend.

**[0040]** Die Verfahrensschritte S1, S2, S3, S4 können in vordefinierten Zeitabständen und/oder in periodischen

Zeitabständen wiederholt werden. Insbesondere kann es sich als vorteilhaft erweisen, die Verfahrensschritte S1 bis S4 in regelmäßigen oder unregelmäßigen Zeitabständen durchzuführen und zu wiederholen, wenn das Kraftfahrzeug stillsteht. Mit anderen Worten wird das Verfahren vorzugsweise während einer Stillstandzeit des Kraftfahrzeugs durchgeführt. Wird das Kraftfahrzeug nach einer Stillstandzeit wieder in Betrieb genommen, so kann bei der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeugs zumindest eine Kraftstoffeigenschaft basierend auf dem ermittelten zeitlichen Verlauf, insbesondere während der Stillstandzeit, der Zusammensetzung des Kraftstoffs 14 ermittelt werden.

**[0041]** Demnach kann in einem weiteren optionalen Verfahrensschritt zumindest eine Kraftstoffeigenschaft basierend auf dem ermittelten zeitlichen Verlauf der Zusammensetzung des Kraftstoffs 14 ermittelt werden. Insbesondere kann dadurch, etwa mittels einer trainierten Methode, eine Kraftstoffeigenschaft des Kraftstoffs 14 vorhergesagt werden.

**[0042]** Fig. 2 zeigt eine Graphik, insbesondere ein Balkendiagramm, einer beispielhaften Zusammensetzung eines Kraftstoffs 14. Auf der x-Achse, bzw. der horizontalen Achse, sind in Balken die verschiedenen Kraftstoffdeskriptoren aufgelistet. Auf der y-Achse, bzw. der vertikalen Achse, ist der volumetrische Anteil der jeweiligen Kraftstoffdeskriptoren dargestellt. Je kleiner der Balken des Kraftstoffdeskriptors ist desto weniger ist von diesem einen Kraftstoffdeskriptor im Kraftstoff 14 verhältnismäßig enthalten. Die beispielhafte Zusammensetzung der Graphik der Fig. 2 stellt demnach einen Kraftstoff 14 dar, welcher vier Kraftstoffdeskriptoren A, B, C, D aufweist.

**[0043]** Fig. 3 zeigt eine Tankvorrichtung 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Tankvorrichtung 100 wurde bereits mit dem Kraftstoff 14 befüllt. Die Tankvorrichtung 100 weist unter anderem einen Füllstandsensor 16 und einen Temperatursensor 18 auf. Zudem ist die Tankvorrichtung 100 mit einer Steuereinheit 12 gekoppelt oder datenkommunizierend verbunden. Mit einem solchen Füllstandsensor 16 und/oder Temperatursensor 18 und/oder einem weiteren vorliegend nicht dargestellten Sensor der Tankvorrichtung 100 kann der zumindest eine Betriebsparameter ermittelt werden. Insbesondere kann ein Anfangswert des zumindest einen Betriebsparameters ermittelt werden. Der zeitliche Verlauf des zumindest einen Betriebsparameters kann mittels Erfahrungswerte oder einer trainierten Methode ermittelt oder vorhergesagt werden. Die Tankvorrichtung 100 der Fig. 3 weist zudem vorzugsweise einen Drucksensor 17 auf, welcher dazu eingerichtet ist, den Tankinnendruck zu erfassen, insbesondere kontinuierlich oder in vordefinierten Zeitabständen zu erfassen.

**[0044]** Die Steuereinheit 12 der Tankvorrichtung 100 kann datenkommunizierend mit einer Steuereinheit 12 des Kraftfahrzeugs verbunden sein.

**[0045]** Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Das Verfahren zum Be-

treiben eines Kraftfahrzeugs weist vorzugsweise die Verfahrensschritte S1, S2, S3, S4 eines Verfahrens zur Bestimmung einer Veränderung der Zusammensetzung eines Kraftstoffes 14 in einer Tankvorrichtung 100 eines Kraftfahrzeugs auf. In einem ersten Verfahrensschritt S1 wird eine Anfangszusammensetzung des Kraftstoffes 14, insbesondere in der Tankvorrichtung 100, bestimmt. Dabei wird die Tankvorrichtung 100 vorerst befüllt. Sobald der Kraftstoff 14 sich in der Tankvorrichtung 100, bzw. im Tank, befindet, wird es einer Druckeinwirkung und/oder einer Wärmeeinwirkung untersetzt. Beispielsweise wird das Kraftfahrzeugs in Betrieb genommen, weshalb die Temperatur in der Tankvorrichtung 100 und/oder der Druck in der Tankvorrichtung 100 sich ändern kann. Es wird deshalb ein zeitlicher Verlauf vom Druck in der Tankvorrichtung 100 und von der Temperatur in der Tankvorrichtung 100 ermittelt, beispielweise basierend auf einem Anfangswert kombiniert mit Erfahrungswerten oder mit einem Anfangswert mit einer trainierten Methode. In einem Verfahrensschritt wird für jede der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren ein Verdampfungsverhalten ermittelt. Der Begriff Verdampfungsverhalten kann unter dem Begriff Kraftstoffdaten fallen. Mittels des Ermitteln eines zeitlichen Verlaufs der Zusammensetzung des Kraftstoffes 14 kann eine verdampfte Menge je Deskriptor ermittelt werden. Demnach kann auch eine Neuberechnung des jeweiligen Anteils des Deskriptors durchgeführt werden. Mit anderen Worten wird die Veränderung der Zusammensetzung des Kraftstoffes 14 ermittelt. Anschließend kann eine neue Berechnung oder Ermittlung zumindest einer Eigenschaft des veränderten Kraftstoffes 14 durchgeführt werden. Basierend darauf können nun neue Daten für eine Steuereinheit 12, insbesondere für die Steuereinheit 12 der Tankvorrichtung 100, bereitgestellt werden. Basierend auf diesen Daten kann die Steuereinheit 12 der Tankvorrichtung 100 einen Zulauf von Fluid, insbesondere von einem bestimmten Fluid, in und/oder aus dem Tank steuern.

**[0046]** Mit anderen Worten kann das Verfahren zur Bestimmung einer Veränderung der Zusammensetzung eines Kraftstoffes 14 in einer Tankvorrichtung 100 eines Kraftfahrzeugs zum Betreiben des Kraftfahrzeugs wie folgt zusammengefasst werden. Datensätze aus ISO 22854 kann als Deskriptoren für einen machine learning Algorithmus verwendet werden. Der Wert der Deskriptoren kann aus den Anteilen, vorzugsweise den wie in ISO 22854 ermittelten volumetrischen Anteilen, bestimmt werden. Als Ergebnis kann jeweils der gewünschte Parameter der zutreffenden Norm herangezogen werden (eine Vollanalyse nach z. B. EN 228). Mit einer Anzahl an Trainingsdatensätzen kann ein Algorithmus trainiert werden und für den jeweiligen Zielwert eine Ableitungsfunktion in Abhängigkeit von den in ISO 22854 ermittelten Parameters erzeugt werden. Um die Verfahrensschritte S1, S2, S3, S4 noch effizienter durchzuführen ist es denkbar, mehrere Kraftstoffdeskriptoren als eine neuen Kraftstoffgruppe zu betrachten. Dadurch kann den Datenaufwand reduziert werden.

## Bezugszeichenliste

### [0047]

|    |           |                           |
|----|-----------|---------------------------|
| 5  | 100       | Tankvorrichtung           |
|    | 12        | Steuereinheit             |
|    | 14        | Kraftstoff                |
|    | 16        | Füllstandsensor           |
|    | 17        | Drucksensor               |
| 10 | 18        | Temperatursensor          |
|    | A, B, C D | Kraftstoffdeskriptor      |
|    | S1        | erster Verfahrensschritt  |
|    | S2        | zweiter Verfahrensschritt |
|    | S3        | dritter Verfahrensschritt |
| 15 | S4        | Vierter Verfahrensschritt |

## Patentansprüche

- 20 1. Verfahren zur Bestimmung einer Veränderung der Zusammensetzung eines Kraftstoffes (14) in einer Tankvorrichtung (100) eines Kraftfahrzeugs zum Betreiben des Kraftfahrzeugs, das folgende Schritte aufweist:

- 25
- (S1) Bestimmen einer Anfangszusammensetzung des Kraftstoffes (14), welcher zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren (A, B) aufweist,
  - (S2) Bestimmen eines zeitlichen Verlaufs zumindest eines Betriebsparameters der Tankvorrichtung (100) und/oder des Kraftfahrzeugs,
  - (S3) Für jede der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren, Ermitteln des Verdampfungsverhaltens, und
  - 35 • (S4) Ermitteln eines zeitlichen Verlaufs der Zusammensetzung des Kraftstoffes (14) zur Bestimmung der Veränderung der Zusammensetzung,

- 40 wobei das Ermitteln des zeitlichen Verlaufs der Zusammensetzung in Abhängigkeit des ermittelten Verdampfungsverhaltens und des zumindest einen bestimmten Betriebsparameters durchgeführt wird.

- 45 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der zeitliche Verlauf zumindest eines Betriebsparameters der Tankvorrichtung (100) und/oder des Kraftfahrzeugs aus bekannten Kraftfahrzeugdaten und/oder Umgebungsdaten, insbesondere mittels einer trainierten Methode, vorhergesagt wird.

- 50 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der zeitliche Verlauf der Zusammensetzung des Kraftstoffes (14) aus zumindest dem vorhergesagten zeitlichen Verlauf des zumindest eines Betriebsparameters, insbesondere mittels einer trainierten Methode, vorhergesagt wird.

- nierten Methode, vorhergesagt wird.
4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,** 5  
**dass** basierend auf dem ermittelten zeitlichen Verlauf der Zusammensetzung des Kraftstoffs (14), insbesondere aus dem vorhergesagten zeitlichen Verlauf der Zusammensetzung des Kraftstoffs (14), zumindest eine Kraftstoffeigenschaft bestimmt wird 10 (S5).
  5. Verfahren nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** als die zumindest eine Kraftstoffeigenschaft 15 die Zündwilligkeit und/oder der Energiegehalt bestimmt wird.
  6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,** 20  
**dass** beim Ermitteln des Verdampfungsverhaltens für jede der zumindest zwei Kraftstoffdeskriptoren ein Toleranzbereich um den Siedepunkt bestimmt wird. 25
  7. Verfahren nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Toleranzbereich einer Verteilungskurve um den Siedepunkt entspricht. 30
  8. Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Kraftfahrzeug über eine Steuereinheit 35 (12) der Tankvorrichtung (100) und/oder des Kraftfahrzeugs basierend auf der Veränderung der Zusammensetzung des Kraftstoffs (14) in der Tankvorrichtung (100) betrieben wird,  
wobei die Veränderung der Zusammensetzung 40 des Kraftstoffs (14) in der Tankvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 bestimmt wird.
  9. Tankvorrichtung (100), aufweisend einen Tank und eine Steuereinheit (12), 45  
wobei die Steuereinheit (12) dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 durchzuführen und/oder ein Verfahren nach Anspruch 8 durchzuführen. 50
  10. Tankvorrichtung (100) nach Anspruch 9,  
wobei die Steuereinheit (12) weiter dazu ausgelegt ist, einen Zulauf von Fluid in und/oder aus dem Tank zu steuern. 55
  11. Kraftfahrzeug aufweisend eine Tankvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 9 und 10.
  12. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei einer Ausführung durch eine Steuereinheit (12), insbesondere durch die Steuereinheit (12) der Tankvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 9 und 10, die Steuereinheit (12) veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

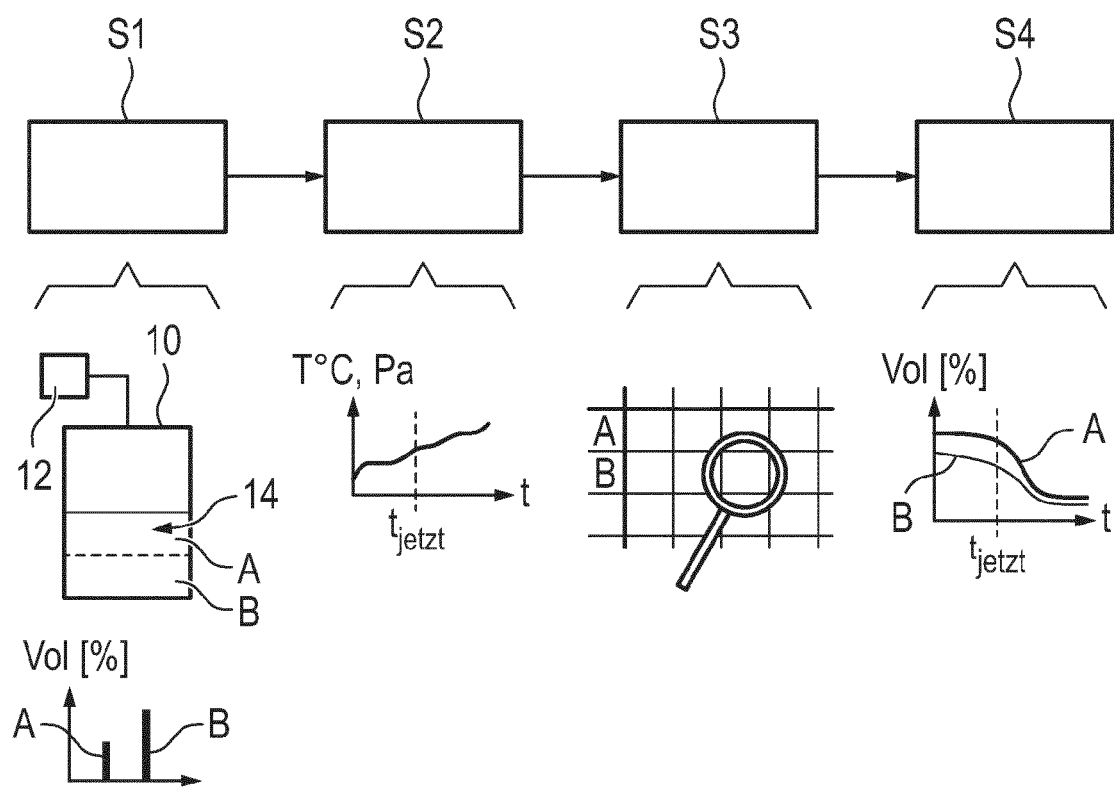


Fig. 1

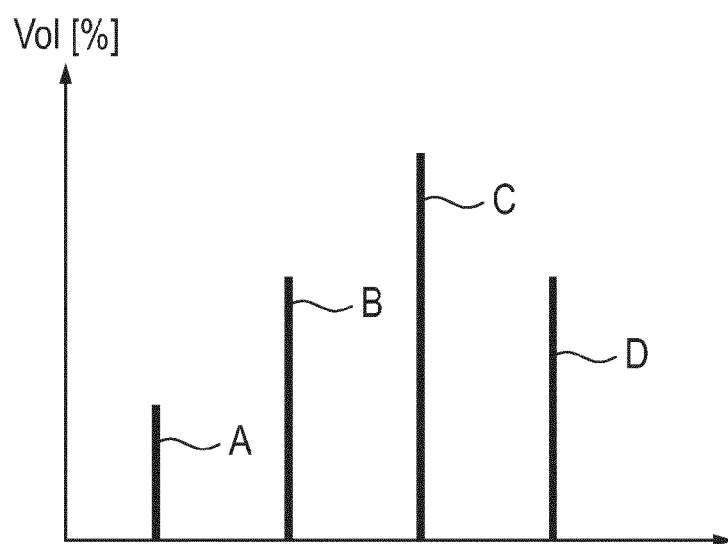
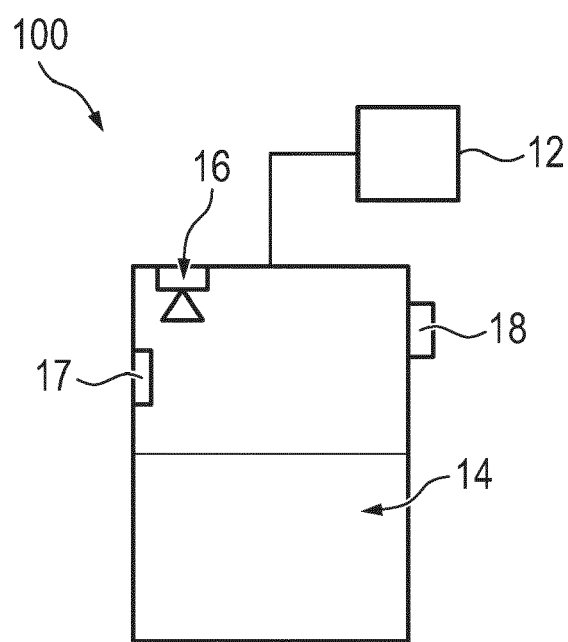


Fig. 2



**Fig. 3**

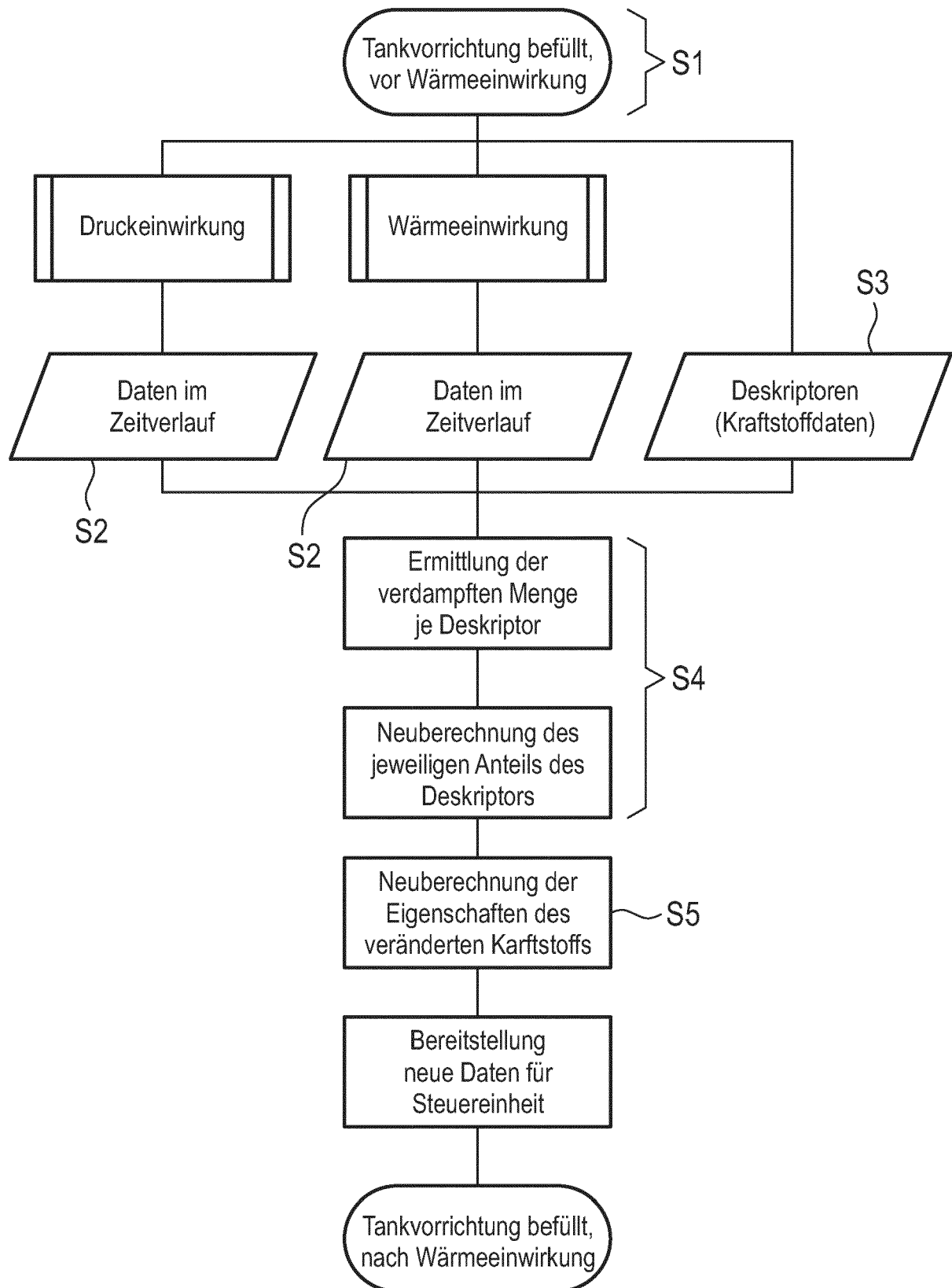


Fig. 4



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 16 0283

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                             |                                                     |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                         | Betrifft Anspruch                                   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2018 128917 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE])<br>20. Mai 2020 (2020-05-20)<br>* Zusammenfassung *<br>* Absatz [0001] *<br>* Absatz [0012] *<br>* Absatz [0027] *<br>* Absatz [0030] - Absatz [0032] *<br>-----                  | 1-12                                                | INV.<br>F02D41/00<br>F02D19/08          |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2013 203804 A1 (FORD MOTOR CO AUSTRALIA LTD [AU])<br>12. September 2013 (2013-09-12)<br>* Zusammenfassung; Abbildung 5 *<br>* Absatz [0002] *<br>* Absatz [0006] *<br>* Absatz [0032] *<br>* Absatz [0038] *<br>----- | 1-9,11,12                                           |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2020 214891 A1 (VITESCO TECH GMBH [DE]) 2. Juni 2022 (2022-06-02)<br>* Zusammenfassung *<br>* Absatz [0028] - Absatz [0030] *<br>* Absatz [0037] - Absatz [0039] *<br>-----                                           | 1-9,11,12                                           | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>F02D |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                             |                                                     |                                         |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                             | Abschlußdatum der Recherche<br><b>22. Juli 2024</b> | Prüfer<br><b>Van der Staay, Frank</b>   |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                                                                                             |                                                     |                                         |

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 16 0283

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-07-2024

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|    | DE 102018128917 A1                                  | 20-05-2020                    | DE 102018128917 A1                | 20-05-2020                    |
|    |                                                     |                               | EP 3880952 A1                     | 22-09-2021                    |
|    |                                                     |                               | WO 2020099468 A1                  | 22-05-2020                    |
| 15 | -----                                               | -----                         | -----                             | -----                         |
|    | DE 102013203804 A1                                  | 12-09-2013                    | CN 103306831 A                    | 18-09-2013                    |
|    |                                                     |                               | DE 102013203804 A1                | 12-09-2013                    |
|    |                                                     |                               | RU 2013110052 A                   | 20-09-2014                    |
|    |                                                     |                               | US 2013238217 A1                  | 12-09-2013                    |
| 20 |                                                     |                               | US 2014379240 A1                  | 25-12-2014                    |
|    | -----                                               | -----                         | -----                             | -----                         |
|    | DE 102020214891 A1                                  | 02-06-2022                    | DE 102020214891 A1                | 02-06-2022                    |
|    |                                                     |                               | WO 2022111979 A1                  | 02-06-2022                    |
|    | -----                                               | -----                         | -----                             | -----                         |
| 25 |                                                     |                               |                                   |                               |
|    |                                                     |                               |                                   |                               |
| 30 |                                                     |                               |                                   |                               |
|    |                                                     |                               |                                   |                               |
| 35 |                                                     |                               |                                   |                               |
|    |                                                     |                               |                                   |                               |
| 40 |                                                     |                               |                                   |                               |
|    |                                                     |                               |                                   |                               |
| 45 |                                                     |                               |                                   |                               |
|    |                                                     |                               |                                   |                               |
| 50 |                                                     |                               |                                   |                               |
|    |                                                     |                               |                                   |                               |
| 55 |                                                     |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2021127713 A1 [0005]
- EP 3913207 A1 [0005]