



(11) **EP 2 031 043 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**08.01.2014 Patentblatt 2014/02**

(51) Int Cl.:  
**C10L 1/02<sup>(2006.01)</sup> C10L 1/06<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **08011970.4**

(22) Anmeldetag: **03.07.2008**

(54) **Kraftstoffzusammensetzung**

Fuel composition

Composition de carburant

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR**

(30) Priorität: **28.07.2007 DE 102007035500**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.03.2009 Patentblatt 2009/10**

(60) Teilanmeldung:  
**13005474.5**

(73) Patentinhaber: **Andreas Stihl AG & Co. KG**  
**71336 Waiblingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schweiger, Stefan, Dr.**  
**73732 Esslingen (DE)**

- **Wedel, Christina, Dr.**  
**74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**
- **Ehmann, Konrad**  
**73630 Remshalden (DE)**
- **Lochmann, Holger, Dr.**  
**71334 Waiblingen (DE)**

(74) Vertreter: **Wasmuth, Rolf et al**  
**Patentanwalt W. Jackisch & Partner**  
**Menzelstrasse 40**  
**70192 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**FR-A- 1 415 911 GB-A- 1 293 085**  
**US-A1- 2006 131 209**

**EP 2 031 043 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffzusammensetzung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

**[0002]** Aus der GB 465,459 ist eine Kraftstoffzusammensetzung bekannt, die ausschließlich aus Alkanen besteht. Kraftstoffe, die weitgehend aus Alkanen bestehen, werden beispielsweise im Forstbereich eingesetzt. Normalbenzin enthält neben Alkanen erhebliche Anteile an Aromaten, Oxigenaten, Olefinen und Naphthenen. Auch weitere Bestandteile können enthalten sein. Kraftstoffe, die überwiegend oder vollständig aus Alkanen bestehen, führen im Betrieb in einem Verbrennungsmotor zu einem gegenüber Normalbenzin verschlechterten Beschleunigungsverhalten. Auch beim Verzögern aus Volllast, dem sogenannten "Rich Come Down", ergeben sich Nachteile.

**[0003]** Die GB 1 293 085 offenbart eine Kraftstoffzusammensetzung, bei der 30 Vol.-% oberhalb von 113,5 °C siedend. Die Kraftstoffzusammensetzung enthält 3,9 Vol.-% C4- und C5-Isoalkane und 0,28 Vol.-% C5- und C6-Alkane.

**[0004]** Die FR 1.415.911 offenbart eine erste Kraftstoffzusammensetzung A, bei der 30 % oberhalb von 113,3 °C siedend und die einen Anteil von C4- und C5-Isoalkanen von 3,6 Gew.-% besitzt. Bei einer zweiten Kraftstoffzusammensetzung C siedend 30 % oberhalb von 110,5 °C. Die Kraftstoffzusammensetzung C enthält 12,7 Gew.-% C4- und C5-Isoalkane.

**[0005]** Die US 2006/0131209 A1 offenbart als Beispiel 7 eine Kraftstoffzusammensetzung, bei der 50 Gew.-% oberhalb von 111 °C siedend. Die Kraftstoffzusammensetzung enthält 3,6 % C4-Alkane und keine C5-Alkane.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kraftstoffzusammensetzung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, mit der ein gutes Beschleunigungsverhalten und ein gutes Rich Come Down-Verhalten eines Verbrennungsmotors erreicht wird.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch eine Kraftstoffzusammensetzung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Bekannte Kraftstoffzusammensetzungen mit einem hohen Alkananteil weisen eine von Normalbenzin abweichende Siedelinie auf. Ab etwa 100°C verläuft die Siedelinie von bekannten Kraftstoffzusammensetzungen mit hohem Alkananteil sehr flach, da diese Kraftstoffe üblicherweise einen Isooktananteil von über 70 % aufweisen. Die Siedelinie von Normalbenzin steigt dagegen auch oberhalb von 100°C weiter an. Unterhalb von 100°C verläuft die Siedelinie von Kraftstoffen mit hohem Alkananteil dagegen steiler als die Siedelinie von Normalbenzin.

**[0009]** Es hat sich gezeigt, dass sich durch geeignete Anpassung der Siedelinie von Kraftstoffzusammensetzungen mit hohem Alkananteil an die Siedelinie von Normalbenzin das Betriebsverhalten eines mit dieser Kraftstoffzusammensetzung betriebenen Verbrennungsmo-

tors deutlich verbessern lässt.

**[0010]** Um insbesondere beim Verzögern des Verbrennungsmotors aus Volllast, also beim "Rich Come Down", ein verbessertes Betriebsverhalten zu erreichen, ist vorgesehen, dass mindestens 25 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen oberhalb von 110°C verdampfen. Dabei wird der Destillationsverlauf nach DIN EN ISO 3405 bestimmt. Der Destillationsverlauf soll dabei im Rahmen der mit dem angegebenen Verfahren erzielbaren Messgenauigkeit den angegebenen Wert erreichen. Diese gegenüber bekannten Kraftstoffzusammensetzungen mit hohem Alkananteil höhere Temperatur liegt näher an der für Normalbenzin geltenden Temperatur. So lässt sich ein verbessertes Betriebsverhalten erreichen.

**[0011]** Insbesondere verdampfen mindestens 30 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen oberhalb von 110°C. Alle Angaben über die Verdampfung der Kraftstoffzusammensetzung beziehen sich dabei auf eine Bestimmung des Destillationsverlaufs nach DIN EN ISO 3405.

**[0012]** Vorteilhaft verdampfen mindestens 20 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen oberhalb von 130°C, insbesondere bei mindestens 140°C. Zweckmäßig verdampfen mindestens 10 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen oberhalb von 165°C. Bei bekannten Kraftstoffzusammensetzungen mit hohem Alkananteil sind keine oder kaum Komponenten enthalten, die oberhalb von 165°C siedend. Durch die Auslegung der Siedelinie derart, dass mindestens 10 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen oberhalb von 165°C verdampfen, lässt sich das Betriebsverhalten des Verbrennungsmotors deutlich verbessern.

**[0013]** Um das Beschleunigungsverhalten eines mit der Kraftstoffzusammensetzung betriebenen Verbrennungsmotors zu verbessern, ist vorgesehen, dass mindestens 20 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen unterhalb von 70°C, insbesondere bei Temperaturen unterhalb von 65°C verdampfen. Zweckmäßig verdampfen mindestens 30 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen unterhalb von 85°C.

**[0014]** Um den Einsatz der Kraftstoffzusammensetzung beispielsweise auch im Forstbereich zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass der Isoalkananteil der Kraftstoffzusammensetzung mehr als 85 Vol.-% beträgt. Vorteilhaft enthält die Kraftstoffzusammensetzung bis zu etwa 97 Vol.-% C4- bis C14-Isoalkane.

**[0015]** Zur Anpassung der Siedelinie ist vorgesehen, dass die Kraftstoffzusammensetzung etwa 7 Vol.-% bis etwa 57 Vol.-%, insbesondere etwa 12 Vol.-% bis etwa 45 Vol.-%, zweckmäßig etwa 18 Vol.-% bis etwa 30 Vol.-%, vorteilhaft etwa 25 Vol.-% C10- bis C14-Alkane enthält. Bei einem Anteil von etwa 7 Vol.-% bis etwa 57 Vol.-% C10- bis C14-Alkanen, insbesondere Isoalkanen ist das Rich Come Down-Verhalten gegenüber bekannten Kraftstoffen mit hohem Isoalkananteil verbessert. Zu-

sätzlich ein verbessertes Beschleunigungs- und Startverhalten lassen sich insbesondere bei einem C10- bis C14-Alkananteil von etwa 18 Vol.-% bis etwa 30 Vol.-% erreichen. C10- bis C14-Alkane sind dabei Alkane mit 10 bis 14 Kohlenstoffatomen. Zur Anpassung der Siedelinie im unteren Bereich ist vorgesehen, dass die Kraftstoffzusammensetzung 15 Vol.-% bis 25 Vol.-%, insbesondere etwa 20 Vol.-% C4- und C5-Isoalkane enthält. C4- und C5-Alkane sind dabei Alkane mit 4 oder 5 Kohlenstoffatomen, also Butane und Pentane. Gegenüber bekannten Kraftstoffzusammensetzungen mit hohem Alkananteil ist der Anteil der C4- und C5-Alkane erhöht. Dadurch siedet ein größerer Teil der Kraftstoffzusammensetzung bereits bei niedrigeren Temperaturen. Dadurch lässt sich ein verbessertes Startverhalten und Beschleunigungsverhalten erreichen.

**[0016]** Es ist vorgesehen, den Anteil der C6- bis C9-Alkane zu Gunsten der höher siedenden C10- bis C14-Alkane und zu Gunsten der niedrig siedenden C4- und C5-Alkane zu verringern. Vorteilhaft enthält die Kraftstoffzusammensetzung nicht mehr als 60 Vol.-% C6- bis C9-Alkane. C6- bis C9-Alkane sind dabei Alkane mit 6 bis 9 Kohlenstoffatomen, also Hexane, Heptane, Oktane und Nonane. Vorteilhaft enthält die Kraftstoffzusammensetzung etwa 30 Vol.-% bis etwa 60 Vol.-%, insbesondere etwa 40 Vol.-% bis etwa 55 Vol.-% C6- bis C9-Alkane. Bei einem C6- bis C9-Alkananteil ergibt sich ein gutes Rich Come Down-Verhalten und bei einem C6- bis C9-Alkananteil von etwa 40 Vol.-% bis etwa 55 Vol.-% ist auch das Beschleunigungs- und Startverhalten weiter verbessert. Die C6- bis C9-Alkane sind vorteilhaft Isoalkane.

**[0017]** Es kann vorteilhaft sein, dass die Kraftstoffzusammensetzung bis zu etwa 20 Vol.-% sauerstoffhaltige organische Verbindungen enthält. Dadurch kann der Anteil biogener Substanzen, also der Substanzen biologischen oder organischen Ursprungs an der Kraftstoffzusammensetzung bis zu etwa 20 Vol.-% betragen. Zweckmäßig beträgt der Anteil der sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen bis zu etwa 10 Vol.-%, insbesondere bis zu etwa 6 Vol.-%. Bei einem Anteil sauerstoffhaltiger organischer Verbindungen von bis zu etwa 6 Vol.-% ergibt sich eine vergleichsweise geringe Abmagerung des Kraftstoff/Luft-Gemischs, das im Betrieb eines Verbrennungsmotors aus der Kraftstoffzusammensetzung und Verbrennungsluft gebildet wird. Gleichzeitig steigt durch den Anteil sauerstoffhaltiger organischer Komponenten die Oktanzahl der Kraftstoffzusammensetzung. Bei einem Anteil sauerstoffhaltiger organischer Komponenten von etwa 6 Vol.-% bis etwa 10 Vol.-% steigt die Oktanzahl weiter an. Gleichzeitig magert das Kraftstoff/Luftgemisch weiter ab. Dies führt zu einer erhöhten Betriebstemperatur des Verbrennungsmotors, so dass bei einer Erhöhung des Anteils sauerstoffhaltiger organischer Komponenten geeignete Maßnahmen getroffen werden müssen, um eine zu hohe Betriebstemperatur des Verbrennungsmotors zu vermeiden.

**[0018]** Die sauerstoffhaltigen organischen Verbindun-

gen können dabei Methanol, Ethanol, Ethyltertiärbutylether (ETBE), Methyltertiärbutylether (MTBE) und/oder Butanol umfassen. Es ist vorgesehen, dass der Anteil der C6- bis C9-Alkane zu Gunsten der sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen verringert wird. Der Anteil der C6- bis C9-Alkane und der sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen an der Kraftstoffzusammensetzung beträgt zusammen vorteilhaft etwa 30 Vol.-% bis etwa 60 Vol.-%, insbesondere etwa 40 Vol.-% bis etwa 55 Vol.-%.

**[0019]** Um Selbstzündungen des Kraftstoffs im Betrieb zu vermeiden, ist vorgesehen, dass die Kraftstoffzusammensetzung eine MotorOktanzahl von mehr als 87, insbesondere von mehr als 90 aufweist. Es ist vorgesehen, dass die Kraftstoffzusammensetzung für einen Zweitaktmotor oder für einen gemischgeschmierten Viertaktmotor geeignet ist. Die Kraftstoffzusammensetzung enthält Zweitaktöl zur Schmierung des Zweitaktmotors oder gemischgeschmierten Viertaktmotors. Der Anteil des Zweitaktöls beträgt dabei 1 Vol.-% bis 3 Vol.-%, insbesondere etwa 2 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung.

**[0020]** Vorteilhaft enthält die Kraftstoffzusammensetzung weniger als etwa 5 Vol.-%, insbesondere weniger als etwa 1 Vol.-% Aromaten. Es ist vorgesehen, dass die Kraftstoffzusammensetzung vorteilhaft weniger als etwa 0,2 Vol.-%, insbesondere weniger als etwa 0,1 Vol.-% Benzol enthält. Zweckmäßig enthält die Kraftstoffzusammensetzung weniger als etwa 5 Vol.-%, insbesondere weniger als etwa 1 Vol.-% Olefine. Vorteilhaft enthält die Kraftstoffzusammensetzung weniger als etwa 5 Vol.-%, insbesondere weniger als etwa 1 Vol.-% Naphthene enthalten sind.

**[0021]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm, das die Siedelinie unterschiedlicher Kraftstoffzusammensetzungen zeigt,

Fig. 2 das Beschleunigungsverhalten eines Verbrennungsmotors mit einer herkömmlichen Kraftstoffzusammensetzung und mit einer Kraftstoffzusammensetzung nach der Erfindung,

Fig. 3 das Rich Come Down-Verhalten eines Verbrennungsmotors mit einer herkömmlichen Kraftstoffzusammensetzung und mit einer Kraftstoffzusammensetzung nach der Erfindung.

**[0022]** In Fig. 1 ist die Siedelinie unterschiedlicher Kraftstoffzusammensetzungen gezeigt. Dabei ist die Temperatur T in °C über dem bei dieser Temperatur verdampften Kraftstoffanteil V in Vol.-% aufgetragen. Die Siedelinie ist dabei gemäß DIN EN ISO 3405 gemessen und aufgetragen. Kurve 1 zeigt die Siedelinie von Normalbenzin. Die Siedelinie steigt vergleichsweise konstant an. Es sind Komponenten enthalten, die auch oberhalb von 180°C verdampfen. Die Kurve 2 zeigt die Sie-

delinie für herkömmlichen Sonderkraftstoff, der einen hohen Anteil von Alkanen enthält. Die Siedelinie dieses Kraftstoffes verläuft bis unterhalb von 100°C steiler als die Siedelinie von Normalkraftstoff und besitzt dann einen sehr flachen Verlauf. Kurve 3 zeigt eine exemplarische Siedelinie für die neue Kraftstoffzusammensetzung. Der Verlauf der Siedelinie ist dem Verlauf der Siedelinie von Normalbenzin angeglichen. Bis etwa 100°C ist der Verlauf der Siedelinie flacher als der Verlauf der Kurve 2 von herkömmlichem Sonderkraftstoff, also Kraftstoff, der einen hohen Isoalkananteil aufweist und der beispielsweise im Forstbereich einsetzbar ist. Der anschließende Verlauf der Siedelinie ist erheblich steiler als bei herkömmlichem Sonderkraftstoff. Die neue Kraftstoffzusammensetzung umfasst auch höher siedende Komponenten.

**[0023]** Die Siedelinie der neuen Kraftstoffzusammensetzung ist so ausgelegt, dass mindestens 25 Vol.-%, insbesondere mindestens 30 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen T oberhalb von 110°C verdampfen. Der Punkt der Siedelinie, bei dem 70 Vol.-% einer Probe verdampft sind, liegt bei etwa 116°C bis etwa 125°C. Mindestens 20 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung verdampfen bei Temperaturen T oberhalb von 130°C, insbesondere bei mindestens 140°C. Der Punkt der Siedelinie, bei dem 80 Vol.-% einer Probe verdampft sind, liegt bei etwa 140°C bis etwa 152°C. 10 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung verdampfen bei Temperaturen T oberhalb von 165°C. Der Punkt der Siedelinie, zu dem 90 Vol.-% einer Probe verdampft sind, liegt bei etwa 168°C bis etwa 178°C. Das Siedeende liegt bei etwa 200°C. Im niedrig siedenden Bereich ist vorgesehen, dass mindestens 20 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen T unterhalb von etwa 70°C, insbesondere bei Temperaturen T von unter 65°C verdampfen. Der Punkt der Siedelinie, zu dem 20 Vol.-% einer Probe verdampft sind, liegt bei etwa 59°C bis etwa 68°C. Der Punkt der Siedelinie, bei dem 30 Vol.-% einer Probe verdampft sind, liegt bei etwa 65°C bis etwa 85°C.

**[0024]** Um diesen Verlauf der Siedelinie zu erreichen, wird der Anteil der C10- bis C14-Alkane zu Lasten des Anteils der C6- bis C9-Alkane erhöht. Außerdem wird der Anteil der C4- bis C5-Alkane zu Lasten des Anteils der C6- bis C9-Alkane erhöht. Eine vorteilhafte Kraftstoffzusammensetzung, die eine der Kurve 3 entsprechende Siedelinie aufweist, besitzt etwa 5 Vol.-% C4-Alkane, etwa 20 Vol.-% C5-Alkane, etwa 48 Vol.-% C8-Alkane, etwa 6 Vol.-% C11-Alkane und etwa 17 Vol.-% C12-Alkane. Im Einzelnen kann der Kraftstoff etwa 4,8 Vol.-% n-Butan, etwa 19,7 Vol.-% 2-Methylbutan, etwa 32,5 Vol.-% 2,2,4-Trimethylpentan, etwa 1 Vol.-% 2,2-Dimethylhexan, etwa 1,5 Vol.-% 2,2,3-Trimethylpentan, etwa 1,4 Vol.-% 2,4-Dimethylhexan, etwa 6,2 Vol.-% 2,3,4-Trimethylpentan, etwa 3,3 Vol.-% 2,3,3-Trimethylpentan, etwa 1,5 Vol.-% 2,3-Dimethylhexan, etwa 17,2 Vol.-% C12-Iso-Paraffin sowie insgesamt etwa 6 Vol.-% unterschiedlicher Isomere von C11-Iso-Paraffin und etwa 2 % Zwei-

taktöl enthalten. Weitere Bestandteile, deren Anteil an der Kraftstoffzusammensetzung weniger als 1 Vol.-% beträgt, sind nicht im Einzelnen aufgeführt. Der Anteil von Aromaten, Olefinen und Naphthenen beträgt jeweils unter 1 Vol.-%. Der Anteil von Benzol beträgt unter 0,1 Vol.-%. Hier kann ein Anteil von 0,5 Vol.-% Aromaten und 0,05 Vol.-% Benzol vorgesehen sein. Der Anteil von Olefinen kann etwa 0,2 Vol.-% betragen und der Anteil von Naphthenen etwa 0,1 Vol.-%. In dieser ersten Kraftstoffzusammensetzung sind keine sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen enthalten.

**[0025]** Eine zweite Kraftstoffzusammensetzung, die sauerstoffhaltige organische Verbindungen enthält, kann folgendermaßen zusammengesetzt sein: 4,0 Vol.-% n-Butan, 21,1 Vol.-% 2-Methylbutan, 38,8 Vol.-% 2,2,4-Trimethylpentan, 7,1 Vol.-% 2,3,4-Trimethylpentan, 5,2 Vol.-% 2,3,3-Trimethylpentan, 18,2 Vol.-% C12-Iso-paraffin und 5,5 Vol.-% Ethanol.

**[0026]** Eine dritte Kraftstoffzusammensetzung enthält ebenfalls zusätzlich sauerstoffhaltige organische Verbindungen. Der Anteil der C6- bis C9-Alkane ist entsprechend reduziert. Die dritte Kraftstoffzusammensetzung enthält 23,1 Vol.-% 2-Methylbutan, 51,3 Vol.-% 2,2,4-Trimethylpentan, 18,1 Vol.-% C12-Isoparaffin, 5,5 Vol.-% Ethanol und 2 Vol.-% Methyltertiärbutylether (MTBE).

**[0027]** Eine vierte, nicht erfindungsgemäße Kraftstoffzusammensetzung, die keine sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen enthält, kann 29,9 Vol.-% 2-Methylbutan, 57,3 Vol.-% 2,2,4-Trimethylpentan, 3,0 Vol.-% Isoundekan, 6,2 Vol.-% Isododekan sowie 3,6 Vol.-% p-Xylol enthalten.

**[0028]** Eine fünfte, nicht erfindungsgemäße Kraftstoffzusammensetzung enthält 11,2 Vol.-% 2-Methylbutan, 30,2 Vol.-% 2,2,4-Trimethylpentan, 45 Vol.-% Isodekan, 2,0 Vol.-% Zweitaktöl, beispielsweise HP Super von Fa. Stihl, 2,5 Vol.-% Ethanol, 2,0 Vol.-% MTBE, 4,8 Vol.-% p-Xylol und 2,3 Vol.-% Cyclopentan.

**[0029]** Die Darstellung in Figur 2 zeigt das Beschleunigungsverhalten einer vorgeschlagenen neuen Kraftstoffzusammensetzung mit angepasster Siedelinie gegenüber einem bisherigen Sonderkraftstoff mit hohem Alkananteil. Dabei ist die Drehzahl n über der Zeit t aufgetragen. Kurve 4 zeigt das Beschleunigungsverhalten von herkömmlichem Sonderkraftstoff. Wie die Darstellung zeigt, erhöht sich die Drehzahl n nicht gleichmäßig, sondern steigt zunächst auf ein Plateau, von dem aus die Drehzahl n zunächst langsam bis zur Maximaldrehzahl ansteigt. Bei der neuen, durch Kurve 5 dargestellten Kraftstoffzusammensetzung wird ein gleichmäßiges Beschleunigen bis auf die Maximaldrehzahl erreicht. Die Maximaldrehzahl wird früher erreicht als bei herkömmlichem Sonderkraftstoff.

**[0030]** Beim Verzögerungsvorgang, wenn die Drosselklappe im Ansaugkanal des Verbrennungsmotors schlagartig geschlossen wird, also dem sogenannten Rich Come Down, erfolgt eine starke Anfechtung des Kraftstoff/Luft-Gemisches im Verbrennungsmotor.

**[0031]** Dies bewirkt einen sehr starken Drehzahlabfall.

Bei der neuen Kraftstoffzusammensetzung ist der Drehzahlabfall weniger stark als bei herkömmlichen Sonderkraftstoffen. Dies ist in Figur 3 gezeigt. Hier ist die Drehzahl  $n$  über Zeit  $t$  aufgetragen. Der Drehzahlverlauf bei herkömmlichen Sonderkraftstoffen ist durch die Kurve 6 gezeigt. Beim plötzlichen Schließen der Drosselklappe sinkt die Drehzahl  $n$  sehr stark auf eine minimale Drehzahl  $n_0$ , die weit unterhalb der Leerlaufdrehzahl  $n_L$  liegt. Anschließend steigt die Drehzahl  $n$  wieder bis auf die Leerlaufdrehzahl  $n_L$  an. Der Drehzahlverlauf bei der neuen Kraftstoffzusammensetzung ist durch die Kurve 7 wiedergegeben. Beide Kurven 6 und 7 geben dabei lediglich den grundsätzlichen Verlauf der Drehzahl  $n$  an. Mit der neuen Kraftstoffzusammensetzung ist der Drehzahlabfall weniger stark. Die Drehzahl  $n$  sinkt auf eine minimale Drehzahl  $n_1$ , die zwar noch unter der Leerlaufdrehzahl  $n_L$ , die Drehzahl  $n_1$  liegt jedoch erheblich oberhalb der Drehzahl  $n_0$ . Das Überschwingen des Drehzahlverlaufs wird durch die neue Kraftstoffzusammensetzung erheblich abgemildert. Nach Erreichen der minimalen Drehzahl  $n_1$  steigt die Drehzahl  $n$  auch mit der neuen Kraftstoffzusammensetzung wieder auf die Leerlaufdrehzahl  $n_L$ .

**[0032]** Der erhöhte Anteil der niedrig siedenden Komponenten wie C4- und C5-Alkane verbessert außerdem das Startverhalten des Motors, so dass sich ein besseres Betriebsverhalten ergibt.

**[0033]** Alle beschriebenen Kraftstoffzusammensetzungen besitzen vorteilhaft eine Motor-Oktananzahl, die größer als 87, insbesondere größer als 90 ist.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffzusammensetzung, die mindestens 75 Vol.-% C4- bis C14-Isoalkane enthält, wobei bei der Bestimmung des Destillationsverlaufes nach DIN EN ISO 3405 mindestens 25 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen (T) oberhalb von 110°C verdampfen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffzusammensetzung 15 Vol.-% bis 25 Vol.-% C4- und C5-Isoalkane enthält, dass die Kraftstoffzusammensetzung für einen Zweitaktmotor oder für einen gemischgeschmierten Viertaktmotor geeignet ist und dass die Kraftstoffzusammensetzung 1 Vol.-% bis 3 Vol.-% Zweitaktöl zur Schmierung des Zweitaktmotors oder gemischgeschmierten Viertaktmotors enthält.
2. Kraftstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens 30 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen (T) oberhalb von 110°C verdampfen, wobei insbesondere mindestens 20 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen (T) oberhalb von 130°C, insbesondere bei mindestens 140°C verdampfen, und wobei vorteilhaft mindestens 10 Vol.-%

% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen (T) oberhalb von 165°C verdampfen.

3. Kraftstoffzusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens 20 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen (T) unterhalb von 70°C, insbesondere bei Temperaturen (T) unterhalb von 65°C verdampfen, wobei vorteilhaft mindestens 30 Vol.-% der Kraftstoffzusammensetzung bei Temperaturen (T) unterhalb von 85°C verdampfen.
4. Kraftstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Alkananteil der Kraftstoffzusammensetzung mehr als 85 Vol.-% beträgt.
5. Kraftstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffzusammensetzung bis zu 97 Vol.-% C4- bis C14-Isoalkane enthält, dass die Kraftstoffzusammensetzung 7 Vol.-% bis 57 Vol.-%, vorteilhaft etwa 25 Vol.-% C10- bis C14-Alkane enthält, dass die Kraftstoffzusammensetzung vorteilhaft etwa 20 Vol.-% C4- und C5-Isoalkane enthält und dass die Kraftstoffzusammensetzung vorteilhaft nicht mehr als 60 Vol.-% C6- bis C9-Alkane, insbesondere 30 Vol.-% bis 60 Vol.-% C6-bis C9-Alkane enthält.
6. Kraftstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffzusammensetzung bis zu 20 Vol.-% sauerstoffhaltige organische Verbindungen enthält, wobei die sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen vorteilhaft Methanol, Ethanol, Ethyltertiärbutylether (ETBE), Methyltertiärbutylether (MTBE) und/oder Butanol umfassen und wobei insbesondere der Anteil C6- bis C9-Alkane und der sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen an der Kraftstoffzusammensetzung zusammen 30 Vol.-% bis 60 Vol.-% beträgt.
7. Kraftstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des Zweitaktöls an der Kraftstoffzusammensetzung 2 Vol.-% beträgt.
8. Kraftstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffzusammensetzung weniger als 5 Vol.-%, insbesondere weniger als 1 Vol.-% Aromaten enthält.
9. Kraftstoffzusammensetzung nach einem der An-

sprüche 1 bis 8,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffzusammensetzung weniger als 0,2 Vol.-%, insbesondere weniger als 0,1 Vol.-% Benzol enthält.

10. Kraftstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffzusammensetzung weniger als 5 Vol.-%, insbesondere weniger als 1 Vol.-% Olefine enthält.

11. Kraftstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffzusammensetzung weniger als 5 Vol.-%, insbesondere weniger als 1 Vol.-% Naphtene enthält.

### Claims

1. Fuel composition containing at least 75% by volume of C4 to C14 isoalkanes, wherein at least 25% by volume of the fuel composition evaporate at temperatures (T) above 110°C at the determination of the of the distillation sequence according to DIN EN ISO 3405, **characterised in that** the fuel composition contains 15% to 25% by volume of C4 and C5 isoalkanes, **in that** the fuel composition is suitable for a two-stroke engine or a mixture-lubricated four-stroke engine, and **in that** the fuel composition contains 1% to 3% by volume of two-stroke oil for the lubrication of the two-stroke engine or the mixture-lubricated four-stroke engine.
2. Fuel composition according to claim 1, **characterised in that** at least 30% by volume of the fuel composition evaporate at temperatures (T) above 110°C, wherein in particular at least 20% by volume of the fuel composition evaporate at temperatures (T) above 130°C, in particular at at least 140°C, and wherein advantageously at least 10% by volume of the fuel composition evaporate at temperatures (T) above 165°C.
3. Fuel composition according to claim 1 or 2, **characterised in that** at least 20% by volume of the fuel composition evaporate at temperatures (T) below 70°C, in particular at temperatures (T) below 65°C, wherein advantageously at least 30% by volume of the fuel composition evaporate at temperatures (T) below 85°C.
4. Fuel composition according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the alkane component of the fuel composition is more than 85% by volume.
5. Fuel composition according to any of claims 1 to 4,

**characterised in that** the fuel composition contains up to 97% by volume of C4 to C14 isoalkanes, **in that** the fuel composition contains 7% to 57% by volume, advantageously approximately 25% by volume, of C10 to C14 alkanes, **in that** the fuel composition advantageously contains approximately 20% by volume of C4 and C5 isoalkanes, and **in that** the fuel composition advantageously contains no more than 60% by volume of C6 to C9 alkanes, in particular 30% to 60% by volume of C6 to C9 alkanes.

6. Fuel composition according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** the fuel composition contains up to 20% by volume of oxygen-containing organic compounds, wherein the oxygen-containing organic compounds expediently include methanol, ethanol, ethyl tertiary butyl ether (ETBE), methyl tertiary butyl ether (MTBE) and/or butanol, and wherein in particular the C6 to C9 alkane component and the oxygen-containing organic compound component of the fuel composition together amount to 30% to 60% by volume.
7. Fuel composition according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** the two-stroke oil component of the fuel composition is 2% by volume.
8. Fuel composition according to any of claims 1 to 7, **characterised in that** the fuel composition contains less than 5% by volume, in particular less than 1% by volume, of aromatic hydrocarbons.
9. Fuel composition according to any of claims 1 to 8, **characterised in that** the fuel composition contains less than 0.2% by volume, in particular less than 0.1 % by volume, of benzene.
10. Fuel composition according to any of claims 1 to 9, **characterised in that** the fuel composition contains less than 5% by volume, in particular less than 1% by volume, of olefins.
11. Fuel composition according to any of claims 1 to 10, **characterised in that** the fuel composition contains less than 5% by volume, in particular less than 1% by volume, of naphthenes.

### Revendications

1. Composition de carburant, qui contient au moins 75% en volume d'isoalcanes en C4 à C14, dans laquelle, lors de la détermination du cours de la distillation selon la norme DIN EN ISO 3405, au moins 25% en volume de la composition de carburant sont évaporés à des températures (T) supérieures à 110°C,

- caractérisée en ce que** la composition de carburant contient 15% à 25% en volume d'isoalcanes en C4 à C5, **en ce que** la composition de carburant est appropriée pour un moteur à deux temps ou pour un moteur à quatre temps lubrifié par un mélange et **en ce que** la composition de carburant contient 1% à 3% en volume d'huile deux temps pour lubrifier le moteur à deux temps ou le moteur à quatre temps lubrifié par un mélange.
2. Composition de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins 30% en volume de la composition de carburant sont évaporés à des températures (T) supérieures à 110°C, où en particulier au moins 20% en volume de la composition de carburant sont évaporés à des températures (T) supérieures à 130°C, en particulier à au moins 140°C et où avantageusement, au moins 10% en volume de la composition de carburant sont évaporés à des températures (T) supérieures à 165°C.
  3. Composition de carburant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'**au moins 20% en volume de la composition de carburant sont évaporés à des températures (T) inférieures à 70°C, en particulier à des températures (T) inférieures à 65°C, où avantageusement, au moins 30% en volume de la composition de carburant sont évaporés à des températures (T) inférieures à 85°C.
  4. Composition de carburant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** la proportion d'alcane de la composition de carburant est supérieure à 85% en volume.
  5. Composition de carburant selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la composition de carburant contient jusqu'à 97% en volume d'isoalcanes en C4 à C 14, **en ce que** la composition de carburant contient de 7% en volume à 57% en volume, avantageusement environ 25% en volume d'alcanes en C10 à C14, **en ce que** la composition de carburant contient avantageusement environ 20% en volume d'isoalcanes en C4 à C5 et **en ce que** la composition de carburant contient avantageusement pas plus de 60% en volume d'alcanes en C6 à C9, en particulier 30% en volume à 60% en volume d'alcanes en C6 à C9.
  6. Composition de carburant selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la composition de carburant contient jusqu'à 20% en volume de composés organiques contenant de l'oxygène, dans laquelle les composés organiques contenant de l'oxygène com-
- prennent avantageusement du méthanol, de l'éthanol, de l'éthylbutyléther tertiaire (ETBE), du méthylbutyléther tertiaire (MTBE) et/ou du butanol et dans laquelle en particulier la proportion d'alcanes en C6 à C9 et des composés organiques contenant de l'oxygène dans la composition de carburant est conjointement de 30% en volume à 60% en volume.
7. Composition de carburant selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la proportion d'huile deux temps dans la composition de carburant est de 2% en volume.
  8. Composition de carburant selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** la composition de carburant contient moins de 5% en volume, en particulier moins de 1% en volume de composés aromatiques.
  9. Composition de carburant selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** la composition de carburant contient moins de 0,2% en volume, en particulier moins de 0,1 % en volume de benzène.
  10. Composition de carburant selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** la composition de carburant contient moins de 5% en volume, en particulier moins de 1 % en volume d'oléfines.
  11. Composition de carburant selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** la composition de carburant contient moins de 5% en volume, en particulier moins de 1 % en volume de naphène.

Fig. 1

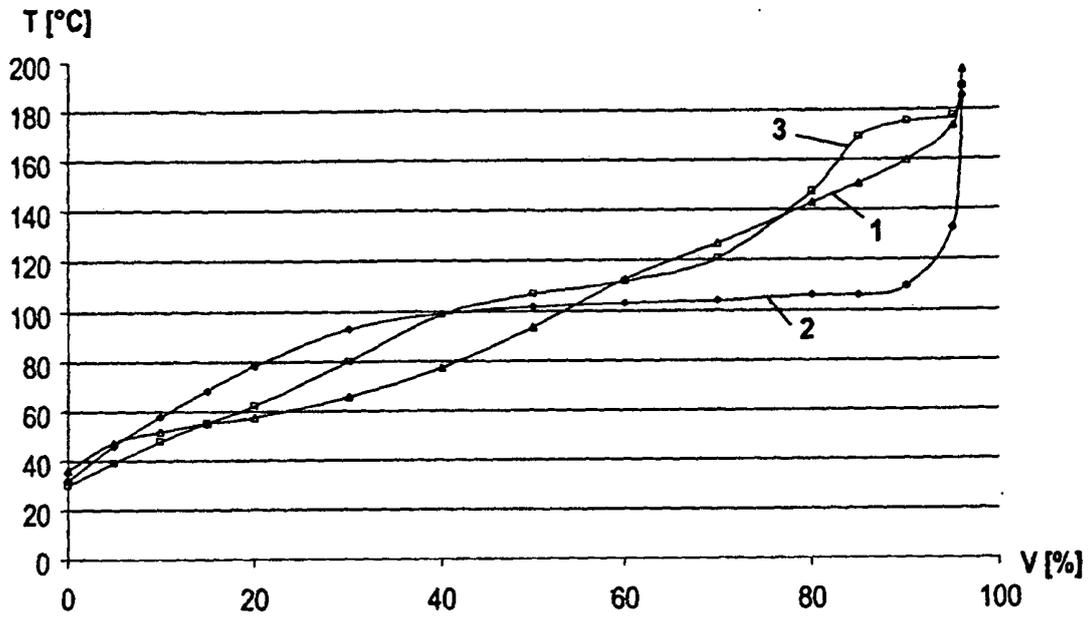


Fig. 2

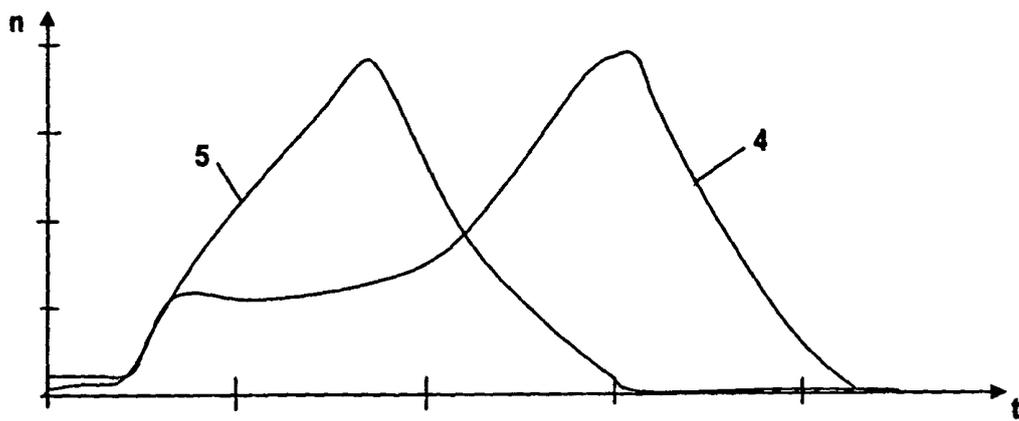
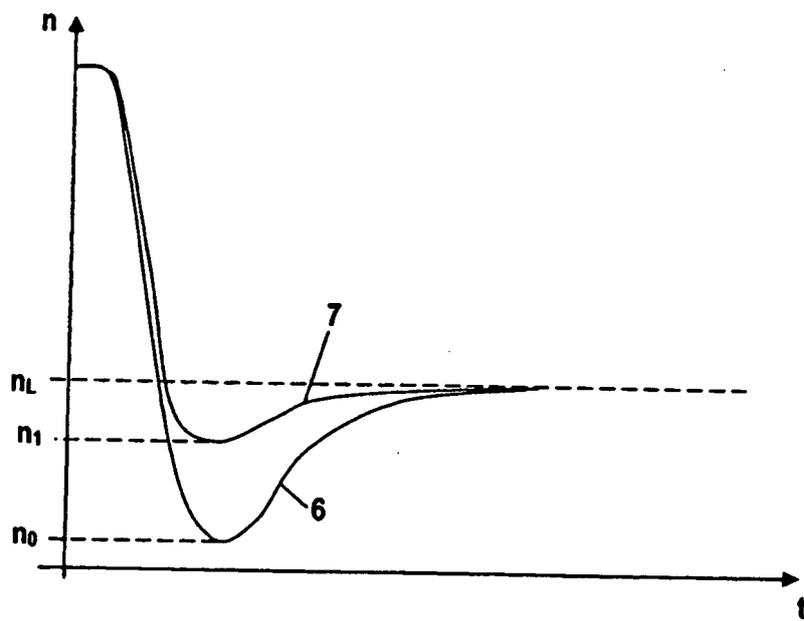


Fig. 3



**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**

- GB 465459 A [0002]
- GB 1293085 A [0003]
- FR 1415911 [0004]
- US 20060131209 A1 [0005]