



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 134 628.2**

(22) Anmeldetag: **17.12.2019**

(43) Offenlegungstag: **17.06.2021**

(51) Int Cl.: **F02B 43/12 (2006.01)**

F02D 19/06 (2006.01)

F02D 41/38 (2006.01)

(71) Anmelder:
MAN Energy Solutions SE, 86153 Augsburg, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2016 120 190 A1

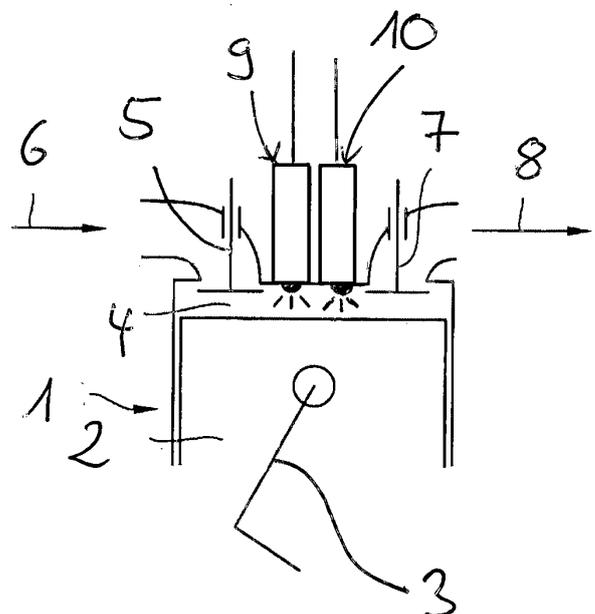
(72) Erfinder:
Kunkel, Christian, 86161 Augsburg, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Steuergerät zum Betreiben eines als Gasmotor oder Dual-Fuel-Motor ausgebildeten Motors**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betreiben eines als Gasmotor oder Dual-Fuel-Motor ausgebildeten Motors, mit mindestens einem Zylinder (1), wobei in einer Brennkammer (4) des mindestens einen Zylinders (1) ein zündunwilliger Kraftstoff verbrannt und hierzu mit Hilfe eines zündwilligen Kraftstoffs gezündet wird. Der zündunwillige Kraftstoff wird über eine Haupteinspritzung zeitgleich zu einer Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs und/oder zeitlich nach der Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer des jeweiligen Zylinders eingebracht. Der zündunwillige Kraftstoff wird über mindestens eine Zusatzeinspritzung auch zeitlich vor der Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer des jeweiligen Zylinders eingebracht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Steuergerät zum Betreiben eines als Gasmotor oder Dual-Fuel-Motor ausgebildeten Motors.

[0002] Aus der Praxis sind Motoren bekannt, zum Beispiel Gasmotoren sowie Dual-Fuel-Motoren, in welcher ein an sich zündunwilliger Kraftstoff verbrannt wird, der mithilfe eines zündwilligen Kraftstoffs für die Verbrennung gezündet wird. Dabei kann es sich beim Motor sowohl um einen Viertakt-Motor als auch um einen Zweitakt-Motor handeln. Mit zunehmend strengeren Emissionsvorschriften besteht Bedarf daran, einen solchen Motor mit höherem Wirkungsgrad unter Reduzierung von Emissionen, insbesondere von NO_x-Emissionen, zu betreiben.

[0003] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein neuartiges Verfahren und eine neuartige Steuerungseinrichtung zum Betreiben eines als Gasmotor oder Dual-Fuel-Motor ausgebildeten Motors zu schaffen, um den Motor effizienter unter Reduzierung von Emissionen betreiben zu können. Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betreiben eines als Gasmotor oder Dual-Fuel-Motor ausgebildeten Motors gemäß Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird der zündunwillige Kraftstoff über eine Haupteinspritzung zeitgleich zu einer Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs und/oder zeitlich nach der Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer des jeweiligen Zylinders eingebracht. Ferner wird der zündunwillige Kraftstoff über mindestens eine Zusatzeinspritzung auch zeitlich vor der Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer des jeweiligen Zylinders eingebracht.

[0004] Durch die mindestens eine Zusatzeinspritzung des zündunwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer des jeweiligen Zylinders kann eine Verdampfungsenthalpie des zündunwilligen Kraftstoffs genutzt werden, das Temperaturniveau im Zylinder zu senken. Durch die Senkung des Temperaturniveaus im Zylinder kann die Verbrennung des Kraftstoffs effizienter unter Reduzierung von Emissionen erfolgen, insbesondere unter Reduzierung von NO_x-Emissionen.

[0005] Die Haupteinspritzung und die mindestens eine Zusatzeinspritzung bestimmen in Summe 100% der je Arbeitsspiel in den jeweiligen Zylinder eingebrachten Menge an zündunwilligem Kraftstoff, wobei hiervon zwischen 10% und 80%, vorzugsweise zwischen 30% und 50%, über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder eingebracht wird. Diese Vorgehensweise ist besonders bevorzugt, um NO_x-Emissionen zu reduzieren.

[0006] Vorzugsweise ist die Menge an zündunwilligem Kraftstoff, die je Arbeitsspiel über die mindestens

eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder eingebracht wird, derart von der Last des Motors abhängig, dass mit zunehmender Last des Motors die Menge des über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder eingebrachten zündunwilligen Kraftstoffs abnimmt. Dies ist bevorzugt, um einerseits NO_x-Emissionen und andererseits die Klopfneigung des Motors zu reduzieren.

[0007] Vorzugsweise ist eine Anzahl der Zusatzeinspritzungen je Arbeitsspiel von der Menge an zündunwilligem Kraftstoff, die je Arbeitsspiel über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder eingebracht wird, derart abhängig, dass mit zunehmender Menge des über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder eingebrachten zündunwilligen Kraftstoffs die Anzahl der Zusatzeinspritzungen zunimmt. Hiermit kann verhindert werden, dass Wände der Brennkammer mit zündunwilligem Kraftstoff benetzt werden. Auch dies ist zur Steigerung der Effizienz sowie zur Reduzierung von NO_x-Emissionen bevorzugt.

[0008] Vorzugsweise ist der zündunwillige Kraftstoff ein Ottokraftstoff und der zündwillige Kraftstoff ein Dieselmotorkraftstoff. Besonders bevorzugt ist der zündunwillige Kraftstoff ein Alkoholkraftstoff, insbesondere ein mit Wasser gemischter Methanol-Kraftstoff oder Ethanol-Kraftstoff. Die Verwendung eines mit Wasser gemischten Alkoholkraftstoffs als zündunwilligen Kraftstoff ist besonders bevorzugt, um durch Ausnutzen der Verdampfungsenthalpie das Temperaturniveau im Zylinder abzusenken.

[0009] Die Steuerungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in Anspruch 11 definiert.

[0010] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Motors;

Fig. 2 ein Diagramm zur Verdeutlichung der Erfindung;

Fig. 3 ein weiteres Diagramm zur Verdeutlichung der Erfindung.

[0011] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines als Gasmotor oder Dual-Fuel-Motor ausgebildeten Motors.

[0012] Fig. 1 zeigt stark schematisiert einen Ausschnitt aus einem als Gasmotor oder Dual-Fuel-Motor ausgebildeten Motor im Bereich eines Zylinder **1**, wobei vom Zylinder **1** ein Kolben **2** gezeigt ist, der über ein Pleuel **3** an eine nicht gezeigte Kurbelwelle

le gekoppelt ist. Der Kolben **2** bewegt sich in einer Brennkammer **4** des Zylinders **1** auf und ab.

[0013] Der in **Fig. 1** gezeigte Zylinder **1** verfügt über ein einlassseitiges Gaswechselventil **5** zum Einbringen von Verbrennungsluft **6** in die Brennkammer **4** des Zylinders **1** sowie über ein auslassseitiges Gaswechselventil **7**, über welches Abgas **8** aus der Brennkammer **4** des Zylinders **1** abgeführt werden kann.

[0014] In der Brennkammer **4** des in der **Fig. 1** gezeigten Zylinders **1** wird ein zündunwilliger Kraftstoff verbrannt, der über eine erste Einspritzeinrichtung **9** für den zündunwilligen Kraftstoff vorzugsweise direkt in die Brennkammer **4** des Zylinders **1** eingespritzt wird.

[0015] Um den zündunwilligen Kraftstoff, der über die erste Einspritzeinrichtung **9** in die Brennkammer **4** des Zylinders **1** eingebracht wird, für die Verbrennung zu zünden, wird über eine zweite Einspritzeinrichtung **10** ein zündwilliger Kraftstoff ebenfalls vorzugsweise direkt in die Brennkammer **4** des Zylinders **1** eingebracht. Über den zündwilligen Kraftstoff kann der zündunwillige Kraftstoff gezündet werden.

[0016] Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass der zündunwillige Kraftstoff einerseits über eine Haupteinspritzung zeitgleich zu einer Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs und/oder zeitlich nach der Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer **4** des Zylinders **1** eingebracht wird, und dass der zündunwillige Kraftstoff andererseits zusätzlich über mindestens eine Zusatzeinspritzung auch zeitlich vor der Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer **4** des Zylinders **1** eingebracht wird.

[0017] Bei der Einbringung des zündunwilligen Kraftstoffs kann die Verdampfungsenthalpie des über die Zusatzeinspritzung in die Brennkammer **4** des Zylinders **1** eingebrachten, zündunwilligen Kraftstoffs genutzt werden, das Temperaturniveau im Zylinder **1** zu senken, und so den Kraftstoff unter Verringerung von NOx-Emissionen effizient zu verbrennen.

[0018] Der zündunwillige Kraftstoff wird demnach über die Haupteinspritzung, die zeitlich parallel und/oder zeitlich nach der Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs erfolgt, und die mindestens eine Zusatzeinspritzung, die zeitlich vor der Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs erfolgt, in die Brennkammer **4** des jeweiligen Zylinders **1** eingebracht, nämlich eingespritzt, wobei die Haupteinspritzung und die mindestens eine Zusatzeinspritzung in Summe 100% der je Arbeitsspiel in den jeweiligen Zylinder eingebrachten Menge an zündunwilligem Kraftstoff bestimmen. Zwischen 10% und 80%, vorzugsweise zwischen 30% und 50%, dieser Gesamtmenge an zündunwilli-

gem Kraftstoff, die je Arbeitsspiel in den Brennkammer **4** des jeweiligen Zylinders **1** eingebracht wird, wird über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder **1** eingebracht.

[0019] Dabei ist vorgesehen, dass die Menge an zündunwilligem Kraftstoff, die je Arbeitsspiel über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in die Brennkammer **4** des jeweiligen Zylinders **1** eingebracht wird, von der Last des Motors abhängig ist. Mit zunehmender Last des Motors nimmt die Menge des über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder eingebrachten zündunwilligen Kraftstoffs ab. Je geringer die Last ist, desto mehr kann zündunwilliger Kraftstoff über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den Zylinder **1** eingebracht werden. Dies ist bevorzugt, um die Klopfneigung des Motors zu reduzieren und gleichzeitig Emissionen gering zu halten.

[0020] Die Anzahl der Zusatzeinspritzungen je Arbeitsspiel beträgt insbesondere zwischen 1 und 5 und ist vorzugsweise von der Menge an zündunwilligem Kraftstoff abhängig, die je Arbeitsspiel über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder eingebracht wird. Insbesondere ist diese Abhängigkeit derart ausgeprägt, dass mit zunehmender Menge des über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder **1** eingebrachten zündunwilligen Kraftstoffs die Anzahl der Zusatzeinspritzungen zunimmt.

[0021] Soll zum Beispiel im Vollastbetrieb des Verbrennungsmotors eine geringe Menge an zündunwilligem Kraftstoff über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den Zylinder **1** eingebracht werden, so ist die Anzahl der Zusatzeinspritzungen typischerweise gering. Soll hingegen in einem Teillastbetrieb viel zündunwilliger Kraftstoff über die mindestens eine Zusatzeinspritzung in den jeweiligen Zylinder **1** eingebracht werden, so ist die Anzahl der Zusatzeinspritzungen vorzugsweise hoch.

[0022] Bei dem in **Fig. 1** schematisch gezeigten Zylinder **1** handelt es sich um einen Zylinder eines Viertakt-Motors. **Fig. 2** visualisiert ein Arbeitsspiel **11** eines Zylinders **1** eines Viertakt-Motors, wobei das Arbeitsspiel **11** einen Ansaugtakt **12** für Verbrennungsluft **6**, einen Verdichtungstakt **13**, einen Arbeitstakt **14** und einen Ausstoßtakt **15** für Abgas **8** umfasst. Diese vier Takte, **12**, **13**, **14** und **15** des Arbeitsspiels **11** eines Zylinders **1** eines Viertakt-Motors sind dem hier angesprochenen Fachmann grundsätzlich bekannt und bedürfen daher keiner näheren Erläuterung.

[0023] In **Fig. 2** ist ferner eine Haupteinspritzung **16** für den zündunwilligen Kraftstoff in den Zylinder **1** gezeigt, ebenso wie eine Einspritzung **17** des zündunwilli-

gen Kraftstoffs, welcher der Zündung des zündunwilligen Kraftstoffs dient.

[0024] Die Haupteinspritzung **16** des zündunwilligen Kraftstoffs erfolgt in **Fig. 2** einerseits zeitgleich zu der Einspritzung **17** des zündwilligen Kraftstoffs und andererseits auch zeitlich nach der Einspritzung des zündwilligen Kraftstoffs in den Zylinder **1**.

[0025] Dabei erfolgt die Einspritzung **17** des zündwilligen Kraftstoffs exemplarisch im Verdichtungstakt **13** am Ende desselben, die Haupteinspritzung **16** erfolgt sowohl im Verdichtungstakt **13** als auch im Arbeitstakt **14**. Typischerweise erfolgt die Haupteinspritzung **16** in einem Kurbelwellenwinkelbereich zwischen 25° Kurbelwellenwinkel vor Zünd-OT und 35° Kurbelwellenwinkel nach Zünd-OT.

[0026] In **Fig. 2** wird der zündunwillige Kraftstoff zusätzlich zur Haupteinspritzung **16** über eine einzige Zusatzeinspritzung **18** zeitlich vor der Einspritzung **17** des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer **4** des Zylinders **1** eingebracht. Dies erfolgt in **Fig. 2** während des Ansaugtakts **12** des Arbeitsspiels **11**. Die Ausprägung der Erfindung gemäß **Fig. 2** wird insbesondere dann genutzt, wenn der Motor im Volllastbetrieb oder nahe des Volllastbetriebs bei einer hohen Last des Motors betrieben wird.

[0027] **Fig. 3** zeigt ein Abwandlung der Erfindung, die insbesondere dann zum Einsatz kommt, wenn der Motor in Teillast betrieben wird, wobei in **Fig. 3** für das Arbeitsspiel **11** des jeweiligen Zylinders **1** wiederum der Ansaugtakt **12**, der Verdichtungstakt **13**, der Arbeitstakt **14** und der Ausstoßtakt **15** des Arbeitsspiels **11** gezeigt sind.

[0028] In **Fig. 3** erfolgt die Haupteinspritzung **16** des zündunwilligen Kraftstoffs ausschließlich im Arbeitstakt **14** zeitlich nach der Einspritzung **17** des zündwilligen Kraftstoffs, die während des Verdichtungstakts **13** erfolgt. In **Fig. 3** erfolgt zusätzlich zur Haupteinspritzung **16** die Einbringung des zündunwilligen Kraftstoffs über mehrere, in **Fig. 3** über vier, nacheinander folgende Zusatzeinspritzungen **18**, wobei die Zusatzeinspritzungen **18** sich über den Ansaugtakt **12** und den Verdichtungstakt **13** verteilen. Eine erste der Zusatzeinspritzungen **18** kann mit Beginn des Ansaugtakts **12** beginnen. Die letzte der Zusatzeinspritzungen **18** endet längstens bzw. spätestens 50° Kurbelwellenwinkel vor Zünd-OT.

[0029] Beim zündunwilligen Kraftstoff handelt es sich um einen Otto-Kraftstoff und beim zündwilligen Kraftstoff um einen Diesel-Kraftstoff.

[0030] Als zündunwilliger Kraftstoff kommt vorzugsweise ein Alkohol-Kraftstoff zum Einsatz, bevorzugt ein mit Wasser gemischter Methanol-Kraftstoff oder ein mit Wasser gemischter Ethanol-Kraftstoff.

[0031] Ein solcher mit Wasser gemischter Alkohol-Kraftstoff verfügt über eine besonders bevorzugte Verdampfungsenthalpie, die zur Reduzierung der Temperatur im jeweiligen Zylinder **1** genutzt werden kann, um so den Kraftstoff effizienter mit geringeren Emissionen, insbesondere mit geringeren NOx-Emissionen, zu verbrennen. Der Wirkungsgrad des Motors kann besonders vorteilhaft gesteigert werden, Emissionen können besonders vorteilhaft reduziert werden.

[0032] Mit der Erfindung kann demnach das Temperaturniveau in dem jeweiligen Zylinder **1** gesenkt werden. Ein Teil des Kraftstoffs wird homogen und ein anderer Teil des Kraftstoffs diffusiv verbrannt. NOx-Emissionen können durch die Erfindung vorteilhaft reduziert werden. Durch eine Verringerung des diffusiven Verbrennungsanteils zugunsten eines höheren Anteils an homogener Verbrennung werden Emissionen reduziert. Durch die Gleichzeitigkeit von diffusiver Verbrennung und homogener Verbrennung erfolgt die Verbrennung schneller mit höherem Wirkungsgrad.

[0033] In **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3** wurde die Erfindung für einen Viertakt-Motor beschrieben. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Viertakt-Motoren beschränkt. Die Erfindung kann auch bei einem Zweitakt-Motor zum Einsatz kommen, dessen Arbeitsspiel einen Ansaug- und Verdichtungstakt sowie einen Arbeits- und Ausstoßtakt umfasst. Hierbei wird die mindestens eine Zusatzeinspritzung im Ansaug- und Verdichtungstakt frühestens mit Schließen von Auslassventilen des jeweiligen Zylinders begonnen, die mindestens eine Zusatzeinspritzung von zündunwilligem Kraftstoff endet jedoch vor dem Einbringen des zündwilligen Kraftstoffs in den jeweiligen Zylinder.

[0034] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Steuerungseinrichtung zum Betreiben des Motors, wobei die Steuerungseinrichtung eingerichtet ist, das oben beschriebene Verfahren steuerungsseitig auszuführen.

[0035] Hierzu umfasst die Steuerungseinrichtung hardwareseitige Mittel und softwareseitige Mittel, wobei zu den hardwareseitigen Mitteln insbesondere Datenschnittstellen gehören, über welche die Steuerungseinrichtung die erste Einspritzeinrichtung **9** für den zündunwilligen Kraftstoff und die zweite Einspritzeinrichtung **10** für den zündwilligen Kraftstoff ansteuern kann, und zwar derart, dass je Arbeitsspiel **11** des jeweiligen Zylinders **1** der zündunwillige Kraftstoff über den zündwilligen Kraftstoff gezündet wird. Dabei steuert die Steuerungseinrichtung die beiden Einspritzeinrichtungen **9**, **10** im Sinne des erfindungsgemäßen Verfahrens derart an, dass über mindestens eine Zusatzeinspritzung **18** für den zündunwilligen Kraftstoff derselbe auch zeitlich vor der Einsprit-

zung **17** des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer **4** des jeweiligen Zylinders **1** eingebracht wird, also zusätzlich zu der Haupteinspritzung **16** des zündunwilligen Kraftstoffs, die zeitgleich zu der Einspritzung **17** des zündwilligen Kraftstoffs und/oder nach der Einspritzung **17** des zündwilligen Kraftstoffs erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines als Gasmotor oder Dual-Fuel-Motor ausgebildeten Motors, mit mindestens einem Zylinder (1), wobei in einer Brennkammer (4) des mindestens einen Zylinders (1) ein zündunwilliger Kraftstoff verbrannt und hierzu mit Hilfe eines zündwilligen Kraftstoffs gezündet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zündunwillige Kraftstoff über eine Haupteinspritzung (16) zeitgleich zu einer Einspritzung (17) des zündwilligen Kraftstoffs und/oder zeitlich nach der Einspritzung (17) des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer (4) des jeweiligen Zylinders (1) eingebracht wird, der zündunwillige Kraftstoff über mindestens eine Zusatzeinspritzung (18) auch zeitlich vor der Einspritzung (17) des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer (4) des jeweiligen Zylinders (1) eingebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Haupteinspritzung (16) und die mindestens eine Zusatzeinspritzung (18) in Summe 100% der je Arbeitsspiel (11) in den jeweiligen Zylinder (1) eingebrachten Menge an zündunwilligem Kraftstoff bestimmen, wobei hiervon zwischen 10% und 80%, vorzugsweise zwischen 30% und 50%, über die mindestens eine Zusatzeinspritzung (18) in den jeweiligen Zylinder (1) eingebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge an zündunwilligem Kraftstoff, die je Arbeitsspiel (11) über die mindestens eine Zusatzeinspritzung (18) in den jeweiligen Zylinder eingebracht wird, derart von der Last des Motors abhängig ist, dass mit zunehmender Last des Motors die Menge des über die mindestens eine Zusatzeinspritzung (18) in den jeweiligen Zylinder eingebrachten zündunwilligen Kraftstoffs abnimmt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Anzahl der Zusatzeinspritzungen (18) je Arbeitsspiel (11) von der Menge an zündunwilligem Kraftstoff, die je Arbeitsspiel (11) über die mindestens eine Zusatzeinspritzung (18) in den jeweiligen Zylinder eingebracht wird, derart abhängig ist, dass mit zunehmender Menge des über die mindestens eine Zusatzeinspritzung (18) in den jeweiligen Zylinder eingebrachten zünd-

unwilligen Kraftstoffs die Anzahl der Zusatzeinspritzungen (18) zunimmt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Zusatzeinspritzungen (18) je Arbeitsspiel (11) zwischen 1 und 5 beträgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Viertaktmotor, dessen Arbeitsspiel (11) einen Ansaugtakt (12), einen Verdichtungstakt (13), einen Arbeitstakt (14) und einen Ausstoßtakt (15) umfasst, die mindestens eine Zusatzeinspritzung (18) im Ansaugtakt (12) und gegebenenfalls im Verdichtungstakt (13) bis längstens oder längstens 50° vor Zünd-OT erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Zweitaktmotor, dessen Arbeitsspiel einen Ansaug- und Verdichtungstakt und einen Arbeits- und Ausstoßtakt umfasst, die mindestens eine Zusatzeinspritzung im Ansaug- und Verdichtungstakt frühestens mit Schließen von Auslassventilen des jeweiligen Zylinders beginnt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zündunwillige Kraftstoff ein Ottokraftstoff ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass als zündunwilliger Kraftstoff ein Alkoholkraftstoff, insbesondere ein mit Wasser gemischter Methanol-Kraftstoff oder Ethanol-Kraftstoff, verbrannt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zündwillige Kraftstoff ein Dieselmotorkraftstoff ist.

11. Steuerungseinrichtung zum Betreiben eines Gasmotors oder eines Dual-Fuel-Motors, mit mindestens einem Zylinder (1), wobei die Steuerungseinrichtung eine erste Einspritzeinrichtung (9) für zündunwilligen Kraftstoff und eine zweite Einspritzeinrichtung (10) für zündwilligen Kraftstoff derart ansteuert, dass je Arbeitsspiel (11) des jeweiligen Zylinders ein zündunwilliger Kraftstoff und ein zündwilligen Kraftstoff in eine Brennkammer (4) des jeweiligen Zylinders (1) einbringbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung die erste Einspritzeinrichtung (9) und die zweite Einspritzeinrichtung (10) zur Bereitstellung einer Haupteinspritzung (16) für den zündunwilligen Kraftstoff zeitgleich zu einer Einspritzung (17) des zündwilligen Kraftstoffs und/oder zeitlich nach der Einspritzung (17) des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer (4) des jeweiligen Zylinders (1) ansteuert,

die Steuerungseinrichtung die erste Einspritzeinrichtung (9) ferner zur Bereitstellung mindestens einer Zusatzeinspritzung (18) für den zündunwilligen Kraftstoff zeitlich vor der Einspritzung (17) des zündwilligen Kraftstoffs in die Brennkammer (4) des jeweiligen Zylinders (1) ansteuert.

12. Steuerungseinrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieselbe eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 steuerungsseitig auszuführen.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

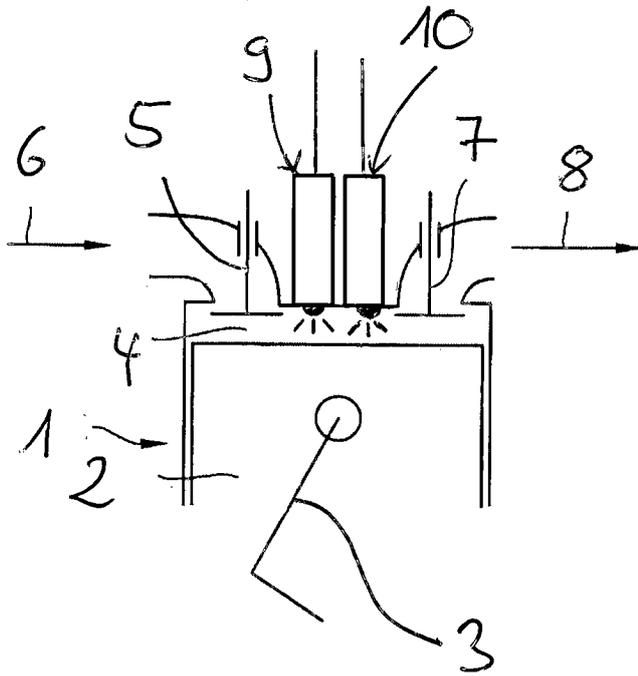


Fig. 1

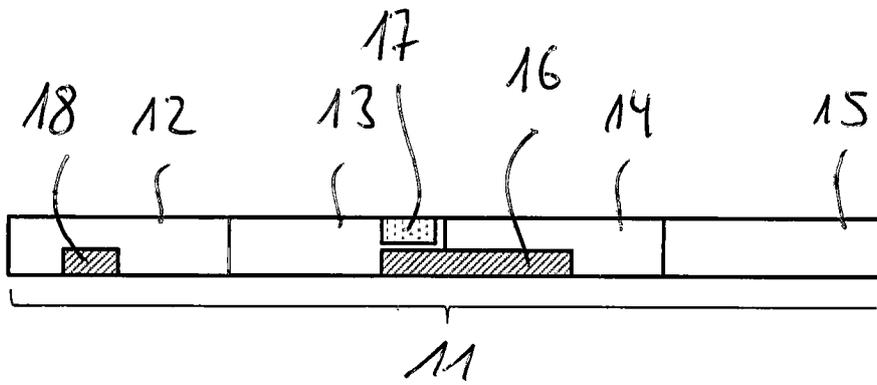


Fig. 2

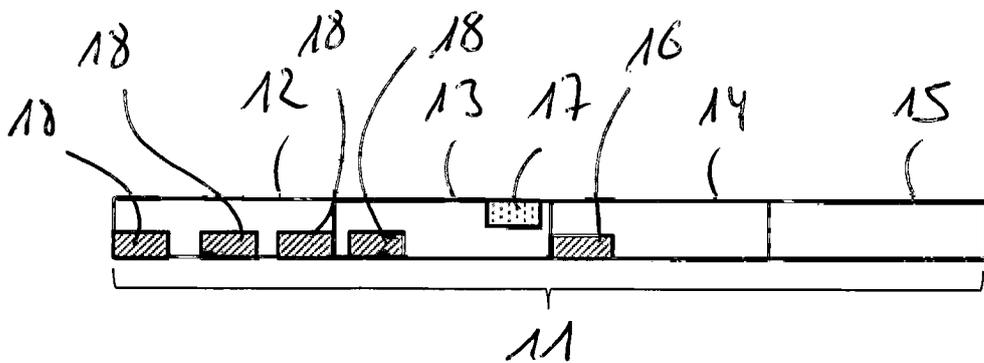


Fig. 3