



(10) **DE 10 2013 206 102 A1** 2014.10.23

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 206 102.1**

(22) Anmeldetag: **08.04.2013**

(43) Offenlegungstag: **23.10.2014**

(51) Int Cl.: **F02M 25/028** (2006.01)

F02M 57/00 (2006.01)

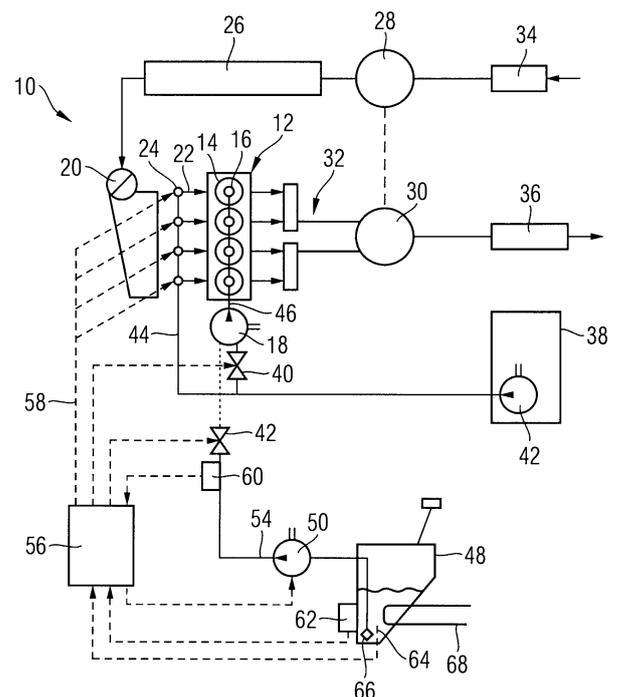
(71) Anmelder:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:
**Böhm, Martin, 82343 Pöcking, DE; Knips,
Stephan, 80637 München, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zur Wassereinspritzung für eine Verbrennungskraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Ein System zur Wassereinspritzung für eine Verbrennungskraftmaschine (12) hat erste Injektoren (16), die jeweils eine Flüssigkeit direkt in eine Brennkammer (14) der Verbrennungskraftmaschine (12) einspritzen und zweite Injektoren (24), die jeweils eine Flüssigkeit in ein Saugrohr (20) vor der Brennkammer (14) einspritzen. Es ist wenigstens ein zwischen einem Kraftstofftank (38) und den ersten und zweiten Injektoren (24) angeordnetes Kraftstoffzuleitungs-Ventil (40) und ein zwischen einem Wasservorratsbehälter (48) und den ersten Injektoren (16) angeordnetes Wasserzuleitungs-Ventil (52) vorgesehen. Die Ventile (40, 52) sind so schaltbar, dass die ersten Injektoren (16) sowohl in Strömungsverbindung mit dem Kraftstofftank (38) als auch mit dem Wasservorratsbehälter (48) und die zweiten Injektoren (24) in Strömungsverbindung mit dem Kraftstofftank (38) bringbar sind. Wasser wird nur in bestimmten Lastbereichen über die ersten Injektoren (16) in die Brennkammern (14) eingespritzt. Kraftstoff wird abhängig vom Lastbereich entweder über die ersten Injektoren (16) direkt in die Brennkammern (14) der Verbrennungskraftmaschine (12) oder über zweite Injektoren (24) in das Saugrohr (20) stromaufwärts der Brennkammern (14) eingespritzt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Wassereinspritzung für eine Verbrennungskraftmaschine.

[0002] Bei Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere bei Ottomotoren für Personenkraftfahrzeuge, kann eine Einspritzung von Wasser zusätzlich zum eigentlichen Kraftstoff die Fahreigenschaften günstig beeinflussen, indem beispielsweise eine Kühlwirkung erzielt wird. Es hat sich gezeigt, dass eine klopfende Verbrennung unterdrückt werden kann, und der Wirkungsgrad der Verbrennung und damit die Leistung gesteigert bzw. der Kraftstoffverbrauch gesenkt werden kann.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Wassereinspritzung zu optimieren.

[0004] Dies ist mit einem System zur Wassereinspritzung für eine Verbrennungskraftmaschine möglich, das erste Injektoren aufweist, die jeweils eine Flüssigkeit direkt in eine Brennkammer der Verbrennungskraftmaschine einspritzen, und zweite Injektoren, die jeweils eine Flüssigkeit in ein Saugrohr vor der Brennkammer einspritzen. Es ist wenigstens ein Kraftstoffzuleitungs-Ventil vorgesehen, das zwischen einem Kraftstofftank und den ersten und zweiten Injektoren angeordnet ist, und ein Wasserzuleitungs-Ventil, das zwischen einem Wasser-Vorratsbehälter und den ersten Injektoren angeordnet ist. Das Kraftstoff-Zuleitungsventil und das Wasser-Zuleitungsventil sind so schaltbar, dass die ersten Injektoren sowohl in Strömungsverbindung mit dem Kraftstofftank als auch mit dem Wasser-Vorratsbehälter und die zweiten Injektoren in Strömungsverbindung mit dem Kraftstofftank bringbar sind. Auf diese Weise lässt sich in bestimmten Lastbereichen oder Betriebszuständen der Verbrennungskraftmaschine Wasser zur Einspritzung direkt in die Brennkammer bereitstellen, gegebenenfalls gemischt mit Kraftstoff. Außerdem erlaubt dieses System unabhängig von der Wassereinspritzung die Kraftstoffversorgung auf zwei Arten vorzunehmen, nämlich zum einen über eine Direkteinspritzung mittels der ersten Injektoren direkt in die Brennkammer und zum anderen über eine Saugrohreinspritzung vor der Brennkammer, wobei sich der Kraftstoff mit der eingeleiteten Luft mischt. Das erfindungsgemäße System erlaubt es so, die Leistung und den Kraftstoffverbrauch über den gesamten Arbeitsbereich der Verbrennungskraftmaschine zu optimieren.

[0005] Wenn Kraftstoff über die zweiten Injektoren und Wasser über die ersten Injektoren eingespritzt wird, kann der Einspritzzeitpunkt der Wasserinjektion variiert und bezüglich des Zeitpunkts der Kraftstoffinjektion verschoben werden.

[0006] Den ersten Injektoren ist vorzugsweise eine Hochdruckpumpe vorgeschaltet, die über das Kraftstoffzuleitungs-Ventil mit dem Kraftstofftank und über das Wasserzuleitungs-Ventil mit dem Wasser-Vorratsbehälter in Strömungsverbindung bringbar ist. Die Hochdruckpumpe entspricht vorteilhaft der gewöhnlichen Kraftstoffhochdruckpumpe eines Direkteinspritzsystems, die zum Erzeugen des notwendigen Einspritzdrucks für die ersten Injektoren verwendet wird. Wasser und Kraftstoff können vor oder in der Pumpe gemischt und das Gemisch eingespritzt werden. Es ist auch möglich, wenn kein Kraftstoff über die ersten Injektoren zugeführt werden soll, nur Wasser mit der Hochdruckpumpe zu fördern.

[0007] Das Wasserzuleitungs-Ventil ist vorzugsweise ein Dosierventil, über das die Wassereinspritzung bis zu einem vorbestimmten Maximalfluss frei einstellbar ist. Auf diese Weise gewinnt man einen weiteren variablen Parameter, der zur Optimierung der Verbrennung verwendet werden kann.

[0008] Der notwendige Einspritzdruck für die zweiten Injektoren kann meist bereits von einer der Hochdruckpumpe vorgeschalteten Kraftstoff-Vorförderpumpe erreicht werden, die für gewöhnlich Teil des Direkteinspritzsystems ist.

[0009] Um das Wasser aus dem Wasser-Vorratsbehälter zu fördern, ist vorzugsweise eine zusätzliche Wasserförderpumpe zwischen dem Wasser-Vorratsbehälter und dem Wasserzuleitungs-Ventil geschaltet, die Wasser zur Hochdruckpumpe fördert.

[0010] Das Kraftstoff-Zuleitungsventil, das Wasser-Zuleitungsventil und auch die Wasserförderpumpe werden vorzugsweise von einer Steuereinheit je nach Bedarf geschaltet, wobei die Steuereinheit vorteilhaft auch die zweiten Injektoren ansteuern kann. Die Steuereinheit ist beispielsweise mit einer Motor-elektronik der Verbrennungskraftmaschine verbunden oder in diese integriert.

[0011] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Wassereinspritzung für eine Verbrennungskraftmaschine wird nur in bestimmten Lastbereichen bzw. Betriebsmodi der Verbrennungskraftmaschine Wasser über die ersten Injektoren in die Brennkammern der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt sowie Kraftstoff abhängig vom Lastbereich bzw. Betriebsmodus entweder über die ersten Injektoren direkt in die Brennkammern der Verbrennungskraftmaschine oder über die zweiten Injektoren in das Saugrohr, genauer in einen Saugrohrabschnitt direkt stromaufwärts der Brennkammern, eingespritzt. Dieses Verfahren kann gut mit einem oben beschriebenen System verwirklicht werden.

[0012] Die Kraftstoffeinspritzung erfolgt vorzugsweise entweder ausschließlich in die Brennkammer oder

ausschließlich in den Saugrohrabschnitt, aber nicht in beide Bereiche gleichzeitig. Die Wassereinspritzung hingegen erfolgt bevorzugt immer nur in die Brennkammer und nicht in den Saugrohrabschnitt, sie kann aber abhängig vom Lastbereich der Verbrennungskraftmaschine bzw. von deren Betriebsmodus ausgesetzt werden.

[0013] Beispielsweise kann in einem ersten Lastbereich bzw. Betriebsmodus der Verbrennungskraftmaschine kein Wasser eingespritzt werden, und Kraftstoff ausschließlich über die ersten Injektoren in die Brennkammern eingespritzt werden. Diese Betriebsweise ist etwa günstig bei einem Kaltstart der Verbrennungskraftmaschine oder beim Regenerieren eines Katalysators, also in Fällen, wo ein Aufheizen der Verbrennungskraftmaschine bzw. das Erzeugen einer hohen Abgastemperatur gewünscht ist.

[0014] In einem zweiten Lastbereich, der insbesondere in einem mittleren Drehzahlbereich unterhalb der Vollast liegt, wird bevorzugt kein Wasser eingespritzt, und Kraftstoff wird ausschließlich über die zweiten Injektoren in den jeweiligen Saugrohrabschnitt eingespritzt. Dieser zweite Lastbereich kann, abhängig von der Verbrennungskraftmaschine, zum Beispiel bei unter 4.000 l/min und unterhalb von etwa 200 Nm (oder unter 100 Nm/Liter Hubraum) liegen.

[0015] In einem dritten Lastbereich, der insbesondere in einem mittleren Drehzahlbereich im Wesentlichen bei Vollast liegt, wird hingegen vorzugsweise Wasser über die ersten Injektoren in die Brennkammern eingespritzt und Kraftstoff ausschließlich über die zweiten Injektoren in den Saugrohrabschnitt eingespritzt. Dieser dritte Lastbereich kann beispielsweise bei unter 4.000 l/min und ab etwa 200 Nm (oder ab etwa 100 Nm/Liter Hubraum) liegen. In diesem Bereich ist die Kühlwirkung durch eingespritztes Wasser erwünscht und sorgt z. B. für eine Leistungssteigerung der Verbrennungskraftmaschine. Der Zeitpunkt der Wassereinspritzung kann im Arbeitszyklus der Verbrennungskraftmaschine gegenüber dem Zeitpunkt der Kraftstoffeinspritzung versetzt sein.

[0016] In einem vierten Lastbereich, der insbesondere in einem hohen Drehzahlbereich im Wesentlichen bei Vollast liegt, können Wasser und Kraftstoff über die ersten Injektoren in die Brennkammern eingespritzt werden. Dieser vierte Lastbereich kann beispielsweise oberhalb von 4.000 l/min und oberhalb von ca. 150 Nm (oder etwa 75 Nm/Liter Hubraum) liegen.

[0017] Die genannten Zahlenwerte sind natürlich abhängig vom jeweiligen Motor und können von Verbrennungskraftmaschine zu Verbrennungskraftmaschine variieren. Prinzipiell empfiehlt sich die Wassereinspritzung bei hohen Drehzahlen und hohen Lastbereichen, wo eine Kühlwirkung vorteilhaft ist.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

[0019] Fig. 1 ein schematisches hydraulisches und elektronisches Schaltbild eines erfindungsgemäßen Systems zur Wassereinspritzung; und

[0020] Fig. 2 eine schematische Darstellung der Einspritzung von Wasser und Kraftstoff in verschiedenen Lastbereichen gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Wassereinspritzung.

[0021] Fig. 1 zeigt schematisch ein System **10** zur Wassereinspritzung für eine Verbrennungskraftmaschine **12**, in dem der Verbrennungskraftmaschine **12** neben konventionellem Kraftstoff auch Wasser bzw. ein Gemisch von Wasser mit anderen Flüssigkeiten zugeführt werden kann. In diesem Beispiel ist die Verbrennungskraftmaschine **12** ein Otto-Motor und bei dem Kraftstoff handelt es sich um Benzin.

[0022] Normalerweise ist die eingespritzte Wassermenge kleiner als die eingespritzte Kraftstoffmenge.

[0023] Die Verbrennungskraftmaschine **12** weist mehrere Brennkammern **14** auf, in denen jeweils ein nicht dargestellter Kolben zur Erzeugung der Antriebsenergie bewegt wird. Jede der Brennkammern **14** steht in direkter Strömungsverbindung mit einem ersten Injektor **16**, der Flüssigkeit, die von einer Hochdruckpumpe **18** geliefert wird, in die Brennkammer **14** einspritzt. Die Hochdruckpumpe **18** erzeugt beispielsweise einen Druck von 200 bis 250 bar.

[0024] Den Brennkammern **14** wird zur Verbrennung des Kraftstoffs außerdem über ein Saugrohr **20** ein Gasgemisch zugeführt, wobei ein separater Saugrohrabschnitt **22** zu jeder der Brennkammern **14** führt. An jedem der Saugrohrabschnitte **22** ist ein weiterer, zweiter Injektor **24** angeordnet, der eine Flüssigkeit in den Saugrohrabschnitt **22** vor der Brennkammer **14** einspritzen kann.

[0025] Bei dem in Fig. 1 dargestellten System **10** ist die Verbrennungskraftmaschine **12** mit einem Turbolader versehen, sodass verdichtete Luft, optional gemischt mit rückgeführtem Abgas, in das Saugrohr **20** eingebracht wird. Die verdichtete Ladeluft wird in einem Ladeluftkühler **26** gekühlt, der einem Verdichter **28** strömungsmäßig nachgeschaltet ist. Der Verdichter **28** wird von einer Turbine **30** im Abgassystem **32** angetrieben. Der Ladeluftstrom wird auf bekannte Weise durch einen Luftmassenmesser **34** gesteuert.

[0026] Im Abgassystem **32** sind hier ein oder mehrere Abgasbehandlungsanlagen **36** vorgesehen, beispielsweise herkömmliche Katalysatoren oder Ruß-

partikelfilter, die Schadstoffe aus dem Abgas aufnehmen.

[0027] Der Kraftstoff wird der Hochdruckpumpe **18** bzw. den zweiten Injektoren **24** aus einem Kraftstofftank **38** zugeführt. Eine mit dem Kraftstofftank **38** verbundene Kraftstoffleitung verzweigt sich in eine Kraftstoffleitung **44**, die zu den zweiten Injektoren **24** führt, und eine Kraftstoffleitung **46**, die zur Hochdruckpumpe **18** und zu den ersten Injektoren **16** führt. Ein Ventil **40**, das in der Kraftstoffleitung **46** stromaufwärts der Hochdruckpumpe **18** angeordnet ist, erlaubt eine Abschaltung des Kraftstoffflusses zu den ersten Injektoren **16**.

[0028] Der Einspritzdruck für die zweiten Injektoren **24** wird hier alleine über eine Kraftstoff-Vorförderpumpe **42** erzeugt, die den Kraftstoff aus dem Kraftstofftank **38** auch zur Hochdruckpumpe **18** fördert.

[0029] Die Einspritzung über die zweiten Injektoren **24** wird durch Ventile der Injektoren **24** kontrolliert. Es wäre auch möglich, in der Kraftstoffleitung **44** vom Kraftstofftank **38** zu den zweiten Injektoren **24** ein weiteres Ventil einzusetzen oder das Ventil **40** an die Verzweigung der Kraftstoffleitungen **44**, **46** zu platzieren und es beispielsweise als 3/2-Wege-Ventil auszubilden, um einen Kraftstoffzufluss wahlweise zur Hochdruckpumpe **18** oder zu den zweiten Injektoren **24** freizugeben oder zu verschließen.

[0030] Ein Wasser-Vorratsbehälter **48** ist über eine Wasserförderpumpe **50** und ein Wasserzuleitungs-Ventil **52** in einer Wasserzuleitung **54** mit der Hochdruckpumpe **18** verbunden. Das Wasserzuleitungs-Ventil **52** ist als Dosierventil ausgebildet, sodass die der Wasserfluss zur Hochdruckpumpe **18** und darüber die eingespritzte Wassermenge variiert werden kann. Der notwendige Vorförderdruck lässt sich über die Wasserförderpumpe **50** einstellen, diese kann z. B. einen Druck von etwa 1 bis 10 bar erzeugen. Der Wasser-Vorratsbehälter **48** hat beispielsweise ein Volumen von 8 bis 10 Litern.

[0031] Die Ansteuerung der zweiten Injektoren **24**, optional der ersten Injektoren **16**, des Kraftstoffzuleitungs-Ventils **40**, des Wasserzuleitungs-Ventils **52** sowie der Wasserförderpumpe **50** wird hier von einer Steuereinheit **56** übernommen, die über Steuerleitungen **58** mit diesen Komponenten kommunizieren kann (in der Fig. 1 ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nur eine der Leitungen mit einem Bezugszeichen versehen).

[0032] Die Steuereinheit **56** erhält auch Informationen von einem Drucksensor **60**, der stromaufwärts des Wasserzuleitungs-Ventils **52** in der Wasserzuleitung **54** angeordnet ist, sowie von einem Temperatursensor **62**, der die Temperatur des Wassers im Wasser-Vorratsbehälter **48** misst. Ein Füllstandsmesser **64**

überwacht den Füllstand des Wassers im Wasser-Vorratsbehälter **48** und meldet diesen ebenfalls an die Steuereinheit **56**.

[0033] Der Einlass der Wasserzuleitung **54** ist hier durch einen Filter **66** geschützt, der Verschmutzungen aus dem Wasser ausfiltert.

[0034] Optional ist eine Heizung **68** für die Beheizung des Wassers im Wasser-Vorratsbehälter **48** vorgesehen, um dieses bei niedrigen Umgebungstemperaturen am Einfrieren zu hindern bzw. bei niedrigen Umgebungstemperaturen beim Starten des Fahrzeugs aufzutauen. Die Heizung wird hier ebenfalls über die Steuereinheit **56** gesteuert.

[0035] Das System **10** kann so geschaltet werden, dass Kraftstoff wahlweise durch die ersten Injektoren **16** mit hohem Druck direkt in die Brennkammern **14** oder alternativ unter niedrigem Druck über die zweiten Injektoren **24** in die Saugrohrabschnitte **22** eingespritzt wird und von dort mit dem den Brennkammern **14** zugeführten Luftstrom in die Brennkammern **14** gelangt.

[0036] In diesem Beispiel wird Kraftstoff entweder über die ersten Injektoren **16** oder über die zweiten Injektoren **24** zugeführt. Die Wahl der Kraftstoffinjektion ist, wie im Folgenden noch beschrieben wird, abhängig vom Lastbereich oder Betriebsmodus, in dem die Verbrennungskraftmaschine **12** gerade arbeitet.

[0037] Über die Wasserzuleitung **54** kann Wasser dem über die ersten Injektoren **16** direkt in die Brennkammern **14** eingespritzten Kraftstoff beigegeben werden. Die Vermischung erfolgt hier direkt in der Hochdruckpumpe **18** oder in einer Zuleitung direkt stromaufwärts der Hochdruckpumpe **18**. Die Verschaltung ist so ausgeführt, dass Wasser auch dann zur Hochdruckpumpe **18** gelangt, wenn das Kraftstoffzuleitungs-Ventil **40** geschlossen ist und der Kraftstoff ausschließlich über die zweiten Injektoren **24** in die Saugrohrabschnitte **22** eingespritzt wird. In diesem Fall ist es auch möglich, dass Timing der Wassereinspritzung so zu wählen, dass diese nicht zeitgleich mit der Kraftstoffeinspritzung erfolgt.

[0038] Die Wassereinspritzung wird nur in bestimmten Lastbereichen zugeschaltet, in denen eine Leistungsverbesserung durch die Wasserzufuhr erreicht werden kann. Außerdem wird die Wasserzufuhr abgestellt, wenn der Füllstandsmesser **64** einen zu niedrigen Füllstand bzw. der Temperatursensor **62** eine zu niedrige Temperatur im Wasser-Vorratsbehälter **48** meldet, bei der die Gefahr des Einfrierens besteht.

[0039] In Fig. 2 ist dargestellt, wie über das System **10** die Wasser- und Kraftstoffeinspritzung in verschie-

denen Lastbereichen der Verbrennungskraftmaschine **12** variiert werden kann.

[0040] Beispielhaft sind vier Lastbereiche bzw. Betriebsmodi angeführt. Die Details der einzelnen Lastbereiche sind natürlich im Ermessen des Fachmanns variabel.

[0041] Einspritzung über die ersten Injektoren **16** ist mit einem „B“ gekennzeichnet, Einspritzung über die zweiten Injektoren **24** mit einem „S“.

[0042] In einem ersten Lastbereich bzw. Betriebsmodus I, der einem Kaltstart der Verbrennungskraftmaschine entspricht, aber auch alternativ während des Betriebs des Kraftfahrzeugs einem Zustand, in dem eine Regenerierung der Abgasbehandlungsanlagen **36** vorgenommen werden soll, wird der Kraftstoff ausschließlich über die ersten Injektoren **16** in die Brennkammern **14** eingespritzt. Es erfolgt keine Wassereinleitung. In diesen Betriebsmodi ist eine schnelle Erwärmung der Verbrennungskraftmaschine **12** bzw. eine hohe Abgastemperatur erwünscht.

[0043] In einem zweiten Lastbereich II, der in einem mittleren Drehzahlbereich und bei einem Drehmoment unterhalb der Volllast der Verbrennungskraftmaschine **12** liegt (im Beispiel der Fig. 2 unterhalb von etwa 4.000 l/min und unterhalb von etwa 200 Nm), erfolgt ebenfalls keine Wassereinspritzung, der Kraftstoff wird aber vollständig über die zweiten Injektoren **24** in die Saugrohrabschnitte **22** vor den Brennkammern **14** eingespritzt. Das Kraftstoffzuleitungs-Ventil **40** in der Kraftstoffleitung **44** ist geschlossen. Die Hochdruckpumpe **18** kann in diesem Fall abgeschaltet sein.

[0044] In einem dritten Lastbereich III, der ebenfalls in einem mittleren Drehzahlbereich, aber bei einer höheren Last, insbesondere bei Volllast liegt (im Beispiel der Fig. 2 unterhalb von etwa 4.000 l/min und bei Drehmomenten von oberhalb ca. 200 Nm), erfolgt die Kraftstoffeinspritzung weiterhin ausschließlich über die zweiten Injektoren **24** in die Saugrohrabschnitte **22** vor der Brennkammer **14**, es wird aber gleichzeitig Wasser über die ersten Injektoren **16** in die Brennkammern **14** eingespritzt. Wasser wird jetzt über die Wasserförderpumpe **50**, das Wasserzuleitungs-Ventil **52** und die Hochdruckpumpe **18** aus dem Wasservorratsbehälter **48** zu den ersten Injektoren **16** gefördert und mit hohem Einspritzdruck in die Brennkammern **14** eingespritzt. Dort kann es eine Kühlwirkung entfalten und so die Verbrennung in den Brennkammern **14** positiv beeinflussen.

[0045] In einem vierten Lastbereich IV schließlich, der hier bei hoher Drehzahl und vorzugsweise ebenfalls bei Volllast liegt (oberhalb von etwa 4.000 l/min und bei Drehmomenten oberhalb von etwa 150 Nm), wird schließlich die Wassereinspritzung über

die ersten Injektoren **16** beibehalten, die Kraftstoffeinspritzung wechselt jedoch von den zweiten Injektoren **24** auf die ersten Injektoren **16**. Kraftstoff und Wasser werden in bzw. vor der Hochdruckpumpe **18** gemischt. Die Menge des einzuspritzenden Wassers wird über Regelung des Durchflusses durch das Wasserzuleitungs-Ventil **52** durch die Steuereinheit **56** festgelegt. Das Gemisch aus Wasser und Kraftstoff wird über die ersten Injektoren **16** in die Brennkammern **14** eingespritzt.

[0046] Die einzuspritzende Wassermenge kann z. B. auch innerhalb der Lastbereiche noch in einem gewissen Rahmen variiert werden, um den Verbrennungsprozess optimal einzustellen.

Patentansprüche

1. System zur Wassereinspritzung für eine Verbrennungskraftmaschine (**12**) mit ersten Injektoren (**16**), die jeweils eine Flüssigkeit direkt in eine Brennkammer (**14**) der Verbrennungskraftmaschine (**12**) einspritzen und mit zweiten Injektoren (**24**), die jeweils eine Flüssigkeit in ein Saugrohr (**20**) vor der Brennkammer (**14**) einspritzen, mit wenigstens einem zwischen einem Kraftstofftank (**38**) und den ersten und zweiten Injektoren (**24**) angeordneten Kraftstoffzuleitungs-Ventil (**40**) und einem zwischen einem Wasservorratsbehälter (**48**) und den ersten Injektoren (**16**) angeordneten Wasserzuleitungs-Ventil (**52**), wobei das Kraftstoffzuleitungs-Ventil (**40**) und das Wasser-Zuleitungsventil (**52**) so schaltbar sind, dass die ersten Injektoren (**16**) sowohl in Strömungsverbindung mit dem Kraftstofftank (**38**) als auch mit dem Wasservorratsbehälter (**48**) bringbar sind und die zweiten Injektoren (**24**) in Strömungsverbindung mit dem Kraftstofftank (**38**) bringbar sind.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass den ersten Injektoren (**16**) eine Hochdruckpumpe (**18**) vorgeschaltet ist, die über das Kraftstoffzuleitungs-Ventil (**40**) mit dem Kraftstofftank (**38**) und über das Wasserzuleitungs-Ventil (**52**) mit dem Wasservorratsbehälter (**48**) in Strömungsverbindung bringbar ist.

3. System nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wasserzuleitungs-Ventil (**52**) ein Dosierventil ist, über das die Wassereinspritzung bis zu einem vorbestimmten Maximalfluss frei einstellbar ist.

4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Hochdruckpumpe (**18**) vorgeschaltete Kraftstoff-Vorförderpumpe (**42**) vorgesehen ist, die den Einspritzdruck für die zweiten Injektoren (**24**) erzeugt.

5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Wasserförderpumpe (50) zwischen den Wasser-Vorratsbehälter (48) und das Wasserzuleitungs-Ventil (52) geschaltet ist, die Wasser zur Hochdruckpumpe (18) fördert.

6. Verfahren zur Wassereinspritzung für eine Verbrennungskraftmaschine, insbesondere zum Betrieb eines Systems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nur in bestimmten Lastbereichen der Verbrennungskraftmaschine (12) Wasser über erste Injektoren (16) in Brennkammern (14) der Verbrennungskraftmaschine (12) eingespritzt wird sowie Kraftstoff abhängig vom Lastbereich entweder über die ersten Injektoren (16) direkt in die Brennkammern (14) der Verbrennungskraftmaschine (12) oder über zweite Injektoren (24) in ein Saugrohr (20) stromaufwärts der Brennkammern (14) eingespritzt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem ersten Lastbereich insbesondere beim Start der Verbrennungskraftmaschine (12) kein Wasser eingespritzt wird und Kraftstoff ausschließlich über die ersten Injektoren (16) in die Brennkammern (14) eingespritzt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem zweiten Lastbereich, der insbesondere in einem mittleren Drehzahlbereich unterhalb der Volllast liegt, kein Wasser eingespritzt wird und Kraftstoff ausschließlich über die zweiten Injektoren (24) in das Saugrohr (20) eingespritzt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem dritten Lastbereich, der insbesondere in einem mittleren Drehzahlbereich im Wesentlichen bei Volllast liegt, Wasser über die ersten Injektoren (16) in die Brennkammern (14) eingespritzt wird und Kraftstoff ausschließlich über die zweiten Injektoren (24) in das Saugrohr (20) eingespritzt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem vierten Lastbereich, der insbesondere in einem hohen Drehzahlbereich im Wesentlichen bei Volllast liegt, Wasser und Kraftstoff über die ersten Injektoren (16) in die Brennkammern (14) eingespritzt werden.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

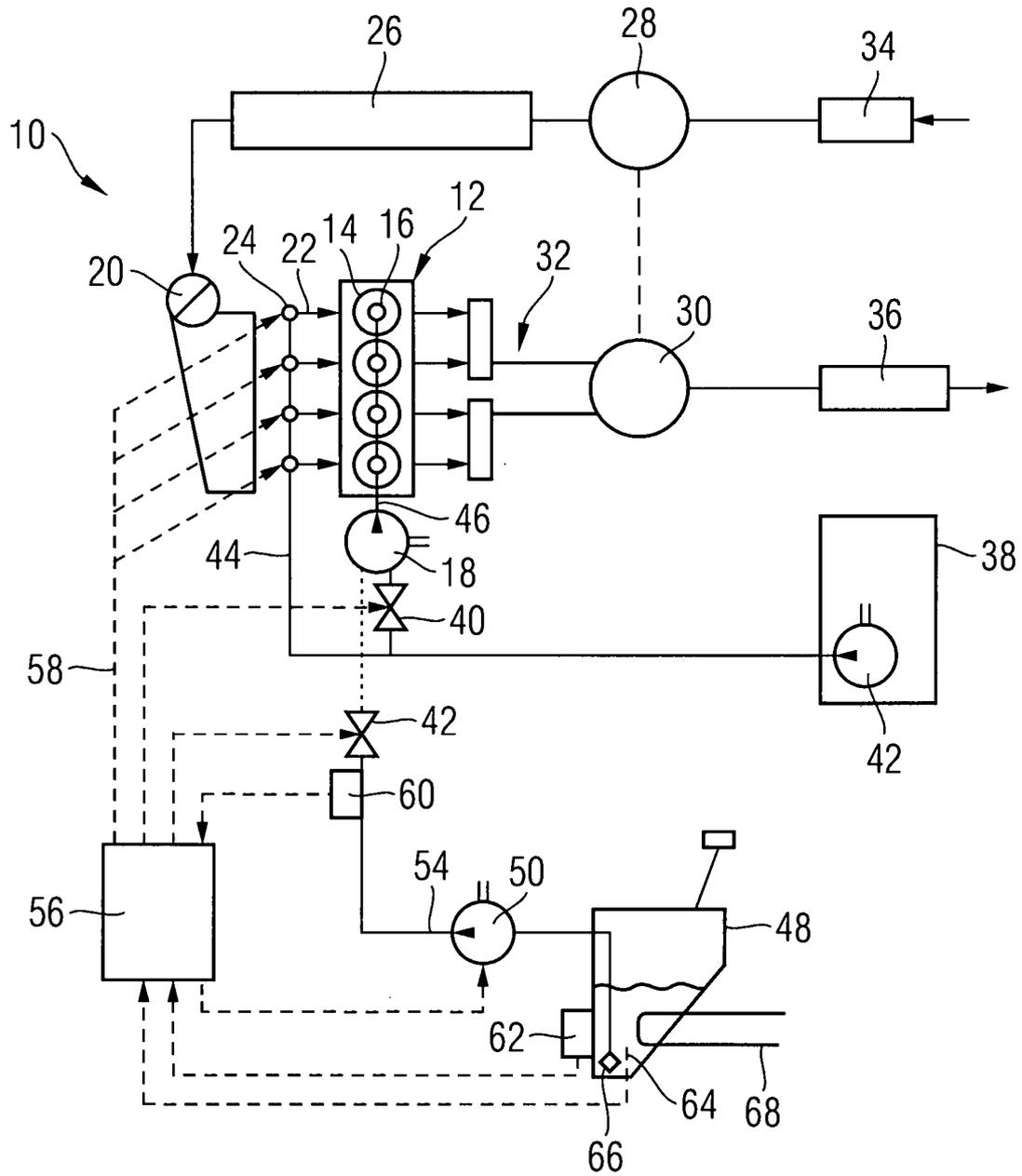


Fig. 1

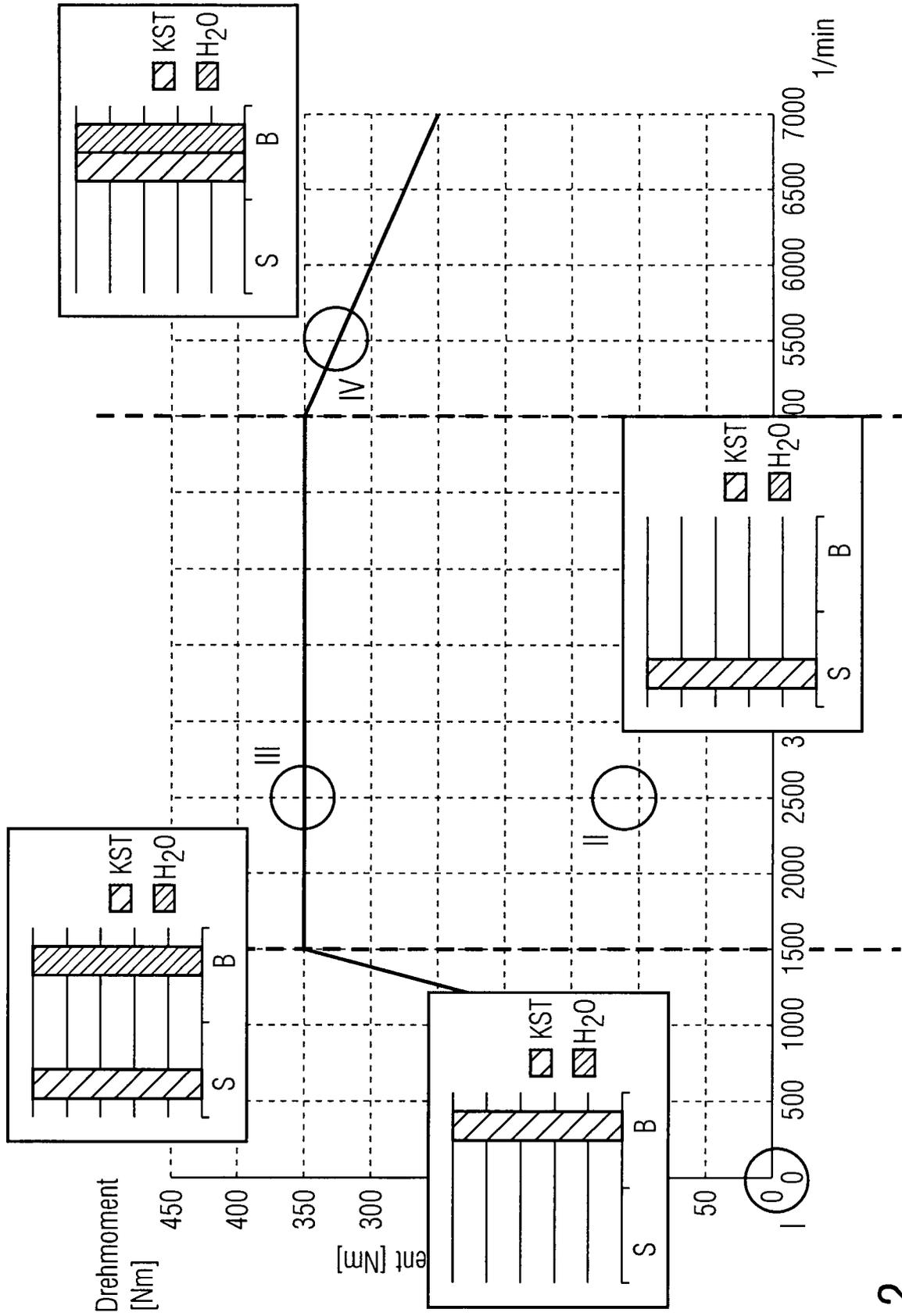


Fig. 2