



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 293 651 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.03.2003 Patentblatt 2003/12**

(51) Int Cl.7: **F01P 3/20, F01P 7/16**

(21) Anmeldenummer: **02102267.8**

(22) Anmeldetag: **02.09.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Bauer, Erwin**  
**93059, Regensburg (DE)**  
• **Kilger, Michael**  
**93326, Abensberg (DE)**  
• **Wicke, Matthias**  
**92533, Wernberg-Köblitz (DE)**

(30) Priorität: **18.09.2001 DE 10145980**

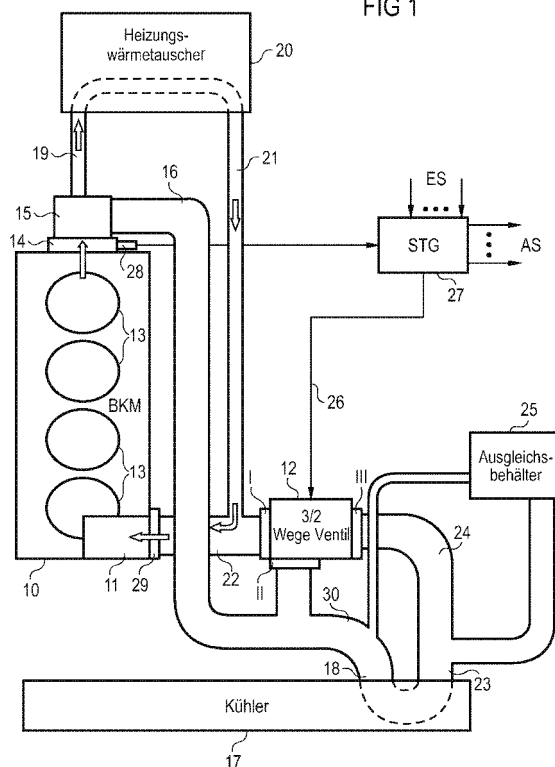
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Regelung des Kühlmittelvolumenstromes in einer Brennkraftmaschine**

(57) Am motorseitigen Kühlmittelaustritt wird der Bypassvolumenstrom der Brennkraftmaschine (10) in zwei Teilvolumenströme aufgeteilt, so dass ein erster Bypass-Volumenstrom unmittelbar zurück zu einem als 3/2-Wege-Proportionalventil ausgebildeten

Stellglied (12) geleitet wird und ein zweiter Bypass-Volumenstrom über einen Heizungswärmetauscher (20) zum Stellglied (12) geleitet wird. Dadurch wird sowohl eine schnelle Erwärmung der Brennkraftmaschine (10) als auch eine schnelle Aufheizung des Fahrgastraumes erreicht.

FIG 1



EP 1 293 651 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung des Kühlmittelvolumenstromes in einer Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 8

**[0002]** Bei der Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches treten örtlich im Brennraum einer Brennkraftmaschine Spitzentemperaturen von mehr als 2000°C auf. Um eine thermische Überlastung der eingesetzten Materialien für Zylinderkopf, Ventile, Zündkerzen, Einspritzventil, Zylinder, Kolben, Kolbenringe, Dichtungen usw. zu verhindern, muss eine Kühlung erfolgen. Dabei hat sich weitgehend die Zwangsumlaufkühlung mittels einer Kühlflüssigkeit durchgesetzt. Dabei sind Zylinder und Zylinderkopf doppelwandig ausgeführt. Der Zwischenraum ist mit einer Kühlflüssigkeit gefüllt und so ausgebildet, dass ein Kühlmittelkreislauf entsteht. Als Kühlflüssigkeit dient eine Mischung aus Wasser, Frostschutzmittel und fallspezifischen Inhibitoren.

**[0003]** Solche konventionelle Kühlsysteme beinhalten in der Regel eine entweder unmittelbar oder mittelbar über ein bewegliches Zugmittel, z.B. Keilriemen angetriebene Kühlmittelpumpe und ein Dehnstoffthermostat. Die Kühlmittelpumpe arbeitet daher motordrehzahlabhängig und ist so ausgelegt, dass in jedem Betriebszustand der Brennkraftmaschine ein ausreichender Kühlmittelstrom zur Verfügung gestellt wird. Um eine in engen Grenzen konstante Kühlmittel- und damit auch Brennkraftmaschinentemperatur zu erhalten, wird die Kühlmitteltemperatur geregelt. Hierzu ist ein temperaturabhängiger Dehnstoffregler vorgesehen, der ein Ventil betätigt, das bei sinkender Kühlmitteltemperatur einen zunehmenden Kühlmittelstrom am Kühler vorbeiführt. Dehnstoffregler und Ventil bilden eine bauliche Einheit und werden im allgemeinen als Kühlerthermostat bezeichnet.

**[0004]** Ausgehend vom kalten Betriebszustand der Brennkraftmaschine ist das Kühlerthermostat zunächst geschlossen und die Kühlmittelzirkulation findet ausschließlich in einem Bypasskreislauf der Brennkraftmaschine statt. Dies wird auch als "kleiner Kühlkreislauf" bezeichnet. Ab einer bestimmten Kühlmitteltemperatur öffnet das Kühlerthermostat und der Kühlmittelstrom fließt zum Kühler, wird dort aufgrund des Fahrtwindes und/oder des Kühlerventilators abgekühlt und wieder zur Brennkraftmaschine zurückgeleitet. Dies wird auch als "großer Kühlkreislauf" bezeichnet.

**[0005]** Im Hinblick auf eine effiziente Kraftstoffausnutzung, geringe Schadstoffemissionen und eine schnelle Fahrzeuginnenraumaufheizung ist ausgehend von Kaltstartbedingungen eine schnelle Erwärmung der Brennkraftmaschine von großen Nutzen. Bei konventionellen Fahrzeugkühlsystemen, bestehend aus mechanischer Kühlmittelpumpe und Dehnstoffthermostat, geht die Erwärmung des Fahrzeuginnenraumes direkt einher mit der Aufheizung des Kühlmittelbypassstromes der Brennkraftmaschine, was u. a. abhängig vom Volumen

des Kühlmittelbypasses relativ lange dauern kann.

**[0006]** Aus MTZ Motortechnische Zeitschrift 57 (1996) Heft 7/8, Seiten 424-428 ist ein kennfeldgesteuertes Temperaturregelsystem für Motorkühlkreisläufe bekannt, bei dem ein elektrisch regelbares Thermostatventil zum Einsatz gelangt. In Abweichung zu einem Thermostatventil in der Bauweise eines Kühlmittelthermosteinsatzes ohne Hilfsenergie wird hierbei das Regelund Stellelement zusätzlich zu der Erfassung der aktuellen Kühlmitteltemperatur die Möglichkeit der Zuführung von elektrischer Energie vorgesehen. Diese Energie wird über einen elektrischen Widerstand in Form von Wärme direkt in die temperaturempfindliche Dehnstoffmasse eingeleitet. Damit wird für das Regel- und Stellelement ein höheres Kühlmitteltemperaturniveau simuliert, woraus sich ein Temperaturkennfeld erzeugen lässt. Durch entsprechende Ansteuerung ist es möglich, jeden Betriebspunkt innerhalb dieses Temperaturfeldes der Kühlmitteltemperatur zuzuordnen. Dadurch kann ein thermisch optimaler Betriebspunkt der Brennkraftmaschine eingestellt werden.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung des Kühlmittelvolumenstromes in einer Brennkraftmaschine anzugeben, mit dem bzw. mit der einerseits eine schnelle Erwärmung der Brennkraftmaschine sichergestellt und andererseits dem Fahrzeuginnenraum eines mittels der Brennkraftmaschine angetriebenen Fahrzeugen schnell Heizleistung zur Erwärmung desselben bereitgestellt werden kann.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichnete Erfindung gelöst.

**[0009]** Durch Aufteilen des Bypassvolumenstromes der Brennkraftmaschine am motorseitigen Kühlmittelaustritt in zwei Teilvolumenströme, so dass ein erster Bypass-Volumenstrom unmittelbar zurück zu einem als 3/2-Wege-Proportionalventil ausgebildeten Stellglied geleitet wird und ein zweiter Bypass-Volumenstrom über einen Heizungswärmetauscher zum Stellglied geleitet wird, ist sowohl eine schnelle Erwärmung der Brennkraftmaschine als auch eine schnelle Aufheizung des Fahrgastraumes gewährleistet.

**[0010]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0011]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen Kühlmittelkreislauf einer Brennkraftmaschine beim Kaltstart,

Fig. 2 in schematischer Darstellung einen Kühlmittelkreislauf einer Brennkraftmaschine während des Warmlaufes und

Fig. 3 in schematischer Darstellung einen Kühlmittelkreislauf einer betriebswarmen Brennkraft-

maschine.

**[0012]** Allen Figuren ist gemeinsam, dass lediglich die zum Verständnis der Erfindung nötigen Komponenten gezeigt sind. Insbesondere ist das Kühlluftgebläse weggelassen. Der Weg des Kühlmittelstromes innerhalb des Kühlmittelkreislaufes ist jeweils mit Pfeilsymbolen eingezeichnet. Gleiche Komponenten sind in allen 3 Figuren mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und werden nur einmal erläutert.

**[0013]** Der Kühlmittelkreislauf der Brennkraftmaschine 10 weist eine Kühlmittelpumpe 11, die entweder direkt von der Brennkraftmaschine 10 angetrieben wird (mechanische Kühlmittelpumpe) oder als elektrisch angetriebene Pumpe, beispielsweise als drehzahlregelbare Radialpumpe ausgestaltet ist und anstelle des herkömmlichen Kühlerthermostates ein elektrisch ansteuerbares Stellglied 12 in Form eines 3/2 Wege-Proportionalventils auf. Mit Hilfe dieses 3/2 Wege-Proportionalventils, das drei Anschlüsse I, II, III besitzt, lässt sich der Kühlmittelvolumenstrom je nach Betriebsbereich der Brennkraftmaschine 10 aufteilen, wie später noch näher erläutert wird.

**[0014]** Die Brennkraftmaschine 10 weist einen nicht dargestellten Kühlmantel um die Zylinder 12 auf und die Kühlmittelpumpe 11 fördert das Kühlmittel in den Kühlmantel um die Zylinder 13, es umspült diese und gelangt über Durchgangsbohrungen zum Zylinderkopf. Am Zylinderkopf ist am motorseitigen Kühlmittelaustritt 14 ein Abzweig 15 vorgesehen, der einen Bypass-Volumenstrom in zwei Teilströme aufteilt. Ein erster Bypass-Volumenstrom führt über eine Leitung 16 als konventioneller Bypassstrom zurück zu dem Anschluss II des 3/2 Wege-Proportionalventils 12 und zu einem Kühlmittel-einlass 18 eines Kühlers 17.

**[0015]** Ein zweiter Bypass-Volumenstrom wird vom Abzweig 15 über eine Leitung 19 zu einem zur Beheizung des Innenraumes des Fahrzeuges dienenden Heizungswärmetauscher 20 geführt, der die im Kühlmittel enthaltene Abwärme der Brennkraftmaschine abgibt. Von dem Heizungswärmetauscher 20 fließt der Kühlmittelvolumenstrom über eine Leitung 21 zurück zu einer Einleitungsstelle einer Leitung 22, welche den Anschluss I des 3/2 Wege-Proportionalventils mit dem Einlass der Kühlmittelpumpe 11 verbindet.

**[0016]** Ein Kühlmittelauslass 23 des Kühlers 17 ist über eine Leitung 24 mit dem Anschluss III des 3/2 Wege-Proportionalventils 12 verbunden. Des Weiteren ist sowohl der Kühlmittel-einlass 18, als auch der Kühlmittelauslass 23 mit nicht näher bezeichneten Leitungen mit einem Kühlmittelausgleichsbehälter 25 verbunden.

**[0017]** Zur Regelung des Kühlmittelvolumenstromes durch entsprechende Ansteuerung mittels elektrischer Signale ist das 3/2 Wege-Proportionalventil 12 über eine Ansteuerleitung 26 mit einer Steuerungseinrichtung 27 verbunden. Solche elektronischen Steuerungseinrichtungen, die in der Regel einen oder mehrere Mikroprozessoren beinhalten und die neben der Kraftstoffe-

inspritzung noch eine Vielzahl weiterer Steuer- und Regelungsaufgaben der Brennkraftmaschine übernehmen, sind an sich bekannt, so dass im folgenden nur auf den im Zusammenhang mit der Erfindung relevanten Aufbau und dessen Funktionsweise eingegangen wird.

**[0018]** Ein Temperatursensor 28 am Abzweig 15 liefert ein der Temperatur des Kühlmittels am motorseitigen Austritt entsprechendes Signal an die Steuerungseinrichtung 27 zur bedarfsgerechten Ansteuerung des 3/2 Wege-Proportionalventils 12. Der Steuerungseinrichtung 27 werden ferner eine Vielzahl mittels entsprechender Sensorik aufgenommene Eingangssignale, in den Figuren mit dem Bezugszeichen ES bezeichnet, zugeführt. Über Ausgangssignale AS werden die einzelnen Aktoren und Komponenten angesteuert, die zum Betrieb der Brennkraftmaschine 10 notwendig sind. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Temperatursensor 28 am motorseitigen Kühlmittelaustritt 14 nicht unbedingt erforderlich ist, da diese Temperatur aus anderen Betriebsparametern der Brennkraftmaschine mit Hilfe bekannter Modelle berechnet werden kann.

**[0019]** Anhand der Figur 1 wird nun erläutert, wie beim Kaltstart der Brennkraftmaschine 10 der Kühlmittelvolumenstrom geregelt wird. Liegt der Wert der Kühlmitteltemperatur unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes, so wird auf einen Kaltstart der Brennkraftmaschine geschlossen und das 3/2 Wege-Proportionalventil 12 über ein elektrisches Signal von der Steuerungseinrichtung 27 derart angesteuert, dass die Anschlüsse II und III des 3/2 Wege-Proportionalventils 12 verschlossen sind. Dadurch zirkuliert der Kühlmittelvolumenstrom allein über den Heizungswärmetauscher 20 und nicht über die herkömmliche Bypassleitung 16 und den Kühler 17. Der Weg des Kühlmittelvolumenstromes ist mit Pfeilsymbolen in der Figur 1 eingetragen.

**[0020]** Dies führt einerseits zu einer schnellen Erwärmung der Brennkraftmaschine und andererseits wird dem Heizungswärmetauscher 20 schnell Heizleistung zur Aufwärmung des Fahrzeuginnenraumes zur Verfügung gestellt.

**[0021]** Durch eine geeignete Wahl des Querschnittes der Kühlmittelleitungen 19, 21 kann der Kühlmittelvolumenstrom entsprechend der Heizleistung des Heizungswärmetauschers 20 optimiert werden. Wird eine elektrisch ansteuerbare Kühlmittelpumpe 11 eingesetzt, so ist es möglich, den Kühlmittelvolumenstrom durch geeignete Ansteuerung der Kühlmittelpumpe 11 optimal hinsichtlich der Heizleistung des Heizungswärmetauschers 20 einzustellen. Die Zusammenhänge zwischen Querschnitt der Leitungen bzw. der Ansteuersignale werden vorzugsweise experimentell ermittelt.

**[0022]** Anhand der Figur 2 wird erläutert, wie während des Warmlaufes der Brennkraftmaschine 10 der Kühlmittelstrom geregelt wird. Liegt der Wert der Kühlmitteltemperatur unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes, der eine betriebswarme Brennkraftmaschine 10 charakterisiert, aber oberhalb des einen Kaltstart der

Brennkraftmaschine 10 charakterisierenden Schwellenwert, so wird auf den Betriebsbereich Warmlauf geschlossen und das 3/2 Wege-Proportionalventil 12 über ein elektrisches Signal von der Steuerungseinrichtung 27 derart angesteuert, dass die Anschlüsse I, II des 3/2 Wege-Proportionalventils 12 geöffnet sind und der Anschluss III verschlossen ist.

Dadurch zirkuliert der Kühlmittelvolumenstrom sowohl über den Heizungswärmetauscher 20 und der Leitung 21, als auch über die herkömmliche Bypassleitung 16. Der Weg des Kühlmittelvolumenstromes ist mit Pfeilsymbolen in der Figur 2 eingetragen. Die Aufteilung der beiden Bypass-Volumenströme kann dabei bedarfsgerecht durch Einstellung von Überlappstellungen des 3/2 Wege-Proportionalventils 12 erfolgen.

**[0023]** Hat die Brennkraftmaschine 10 ihre Betriebstemperatur erreicht, was wiederum durch Abfrage des Signals des Temperatursensors 28 und Vergleich mit einem vorgegebenen Schwellenwert erfolgen kann, so werden die Anschlüsse I, II des 3/2 Wege-Proportionalventils 12 geöffnet. Dadurch kann das Kühlmittel im Kühler 17 Wärme abgeben, wodurch eine Überhitzung der Brennkraftmaschine 10 auch bei Volllast vermieden werden kann. Der Weg des Kühlmittelvolumenstromes ist mit Pfeilsymbolen in der Figur 3 eingetragen. Die Aufteilung der beiden Bypass-Volumenströme und des Volumenstromes durch den Kühler kann dabei bedarfsgerecht durch Einstellung von Überlappstellungen des 3/2 Wege-Proportionalventils 12 erfolgen. Durch Verwendung einer elektrisch ansteuerbaren Kühlmittelpumpe 11 ergibt sich auch wie oben bereits erwähnt, ein zusätzlicher Optimierungsparameter.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Kühlmittelvolumenstromes innerhalb eines Kühlmittelkreislaufes einer Brennkraftmaschine (10), wobei

- mittels einer Kühlmittelpumpe (11) das Kühlmittel umgewälzt wird,
- abhängig vom Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (10) mittels eines elektrisch ansteuerbaren Stellgliedes (12) der Kühlmittelvolumenstrom von einem, einen Kühlmittelleinlass (29) und einen Kühlmittelauslass (14) der Brennkraftmaschine (10) verbindenden Bypass (16) zu einer durch einen Kühler (17) der Brennkraftmaschine (10) führenden Kühlmittelkreislauf (18, 24) umschaltbar ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

am Kühlmittelauslass (14) der Brennkraftmaschine (10) der Kühlmittelvolumenstrom in zwei Teilvolumenströme aufgeteilt wird, so dass ein erster Bypass-Volumenstrom unmittelbar zurück zum Stellglied (12) geleitet wird und ein zweiter Bypass-Vo-

lumenstrom über einen Heizungswärmetauscher (20) zum Stellglied (12) geleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufteilung des Kühlmittelvolumenstromes abhängig von der Temperatur des Kühlmittels erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufteilung des Kühlmittelvolumenstromes abhängig von der Temperatur der Brennkraftmaschine (10) erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufteilung des Kühlmittelstromes mittels des Stellgliedes (12) erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Kaltstart der Brennkraftmaschine (10) der gesamte Kühlmittelvolumenstrom über den Heizungswärmetauscher (29) geleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Warmlaufes der Brennkraftmaschine (10) ein Teil des Kühlmittelvolumenstromes über den Heizungswärmetauscher (29) und ein Teil des Kühlmittelvolumenstromes unmittelbar zum Stellglied geleitet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer betriebswarmen Brennkraftmaschine (10) der Kühlmittelvolumenstrom über den Kühler (17) geleitet wird.

8. Vorrichtung zur Regelung des Kühlmittelvolumenstromes innerhalb eines Kühlmittelkreislaufes einer Brennkraftmaschine (10), mit einer Kühlmittelpumpe (11), einem elektrisch regelbaren Stellglied (12) zum wahlweisen Umschalten des Kühlmittelkreislaufes von einem, einen Kühlmittelleinlass (29) und einen Kühlmittelauslass (14) der Brennkraftmaschine (10) verbindenden Bypass (16) zu einem durch einen Kühler (17) der Brennkraftmaschine (10) führenden Kühlmittelkreislauf (18, 24)

**dadurch gekennzeichnet, dass**

an einem Kühlmittelauslass (14) der Brennkraftmaschine (10) ein Abzweig (15) vorgesehen ist, von dem eine erste Bypassleitung (16) unmittelbar zu dem Stellventil (12) führt und von dem eine zweite Bypassleitung (21) über einen Heizungswärmetauscher (20) zu dem Stellglied (12) führt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (12) als ein elektrisch ansteuerbares 3/2 Wege-Proportionalventil ausgestaltet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Anschluss (I) des Stellglieds (12) über eine Leitung (22) mit der Kühlmittelpumpe (11) verbunden ist, ein zweiter Anschluss (II) sowohl mit der ersten Bypassleitung (16), als auch mit einer Leitung (30), die zum Kühlmittleinlass (18) des Kühlers (17) führt, verbunden ist und ein dritter Anschluss (III) mit einer Leitung (24) verbunden ist, die vom Kühlmittelauslass (23) des Kühlers (17) führt. 5 10
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Bypassleitung (21) zwischen dem Anschluss (I) des Stellglieds (12) und dem motorseitigen Kühlmittleinlass (29) in die Leitung (22) mündet. 15
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8-11, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Kühlmittelauslass der Brennkraftmaschine (10) ein Temperatursensor (28) vorgesehen ist, dessen Signal zur Steuerung des Stellglieds (12) herangezogen wird. 20
13. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlmittelpumpe (11) als eine von der Brennkraftmaschine (10) angetriebenen mechanische Pumpe ausgebildet ist. 25
14. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlmittelpumpe (11) als eine elektrisch angetriebene, in ihrer Drehzahl veränderliche Pumpe ausgebildet ist. 30

35

40

45

50

55

FIG 1

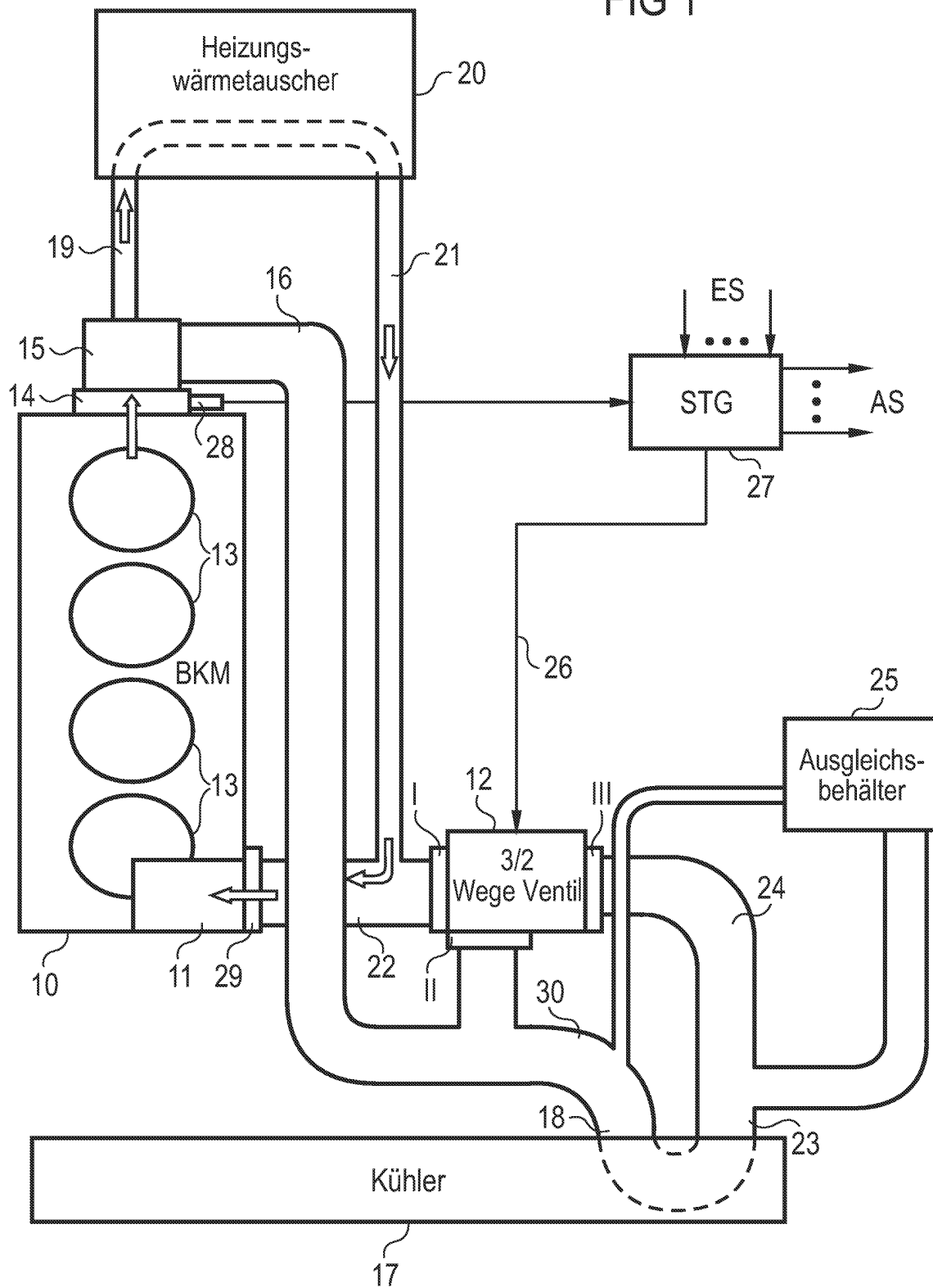


FIG 2

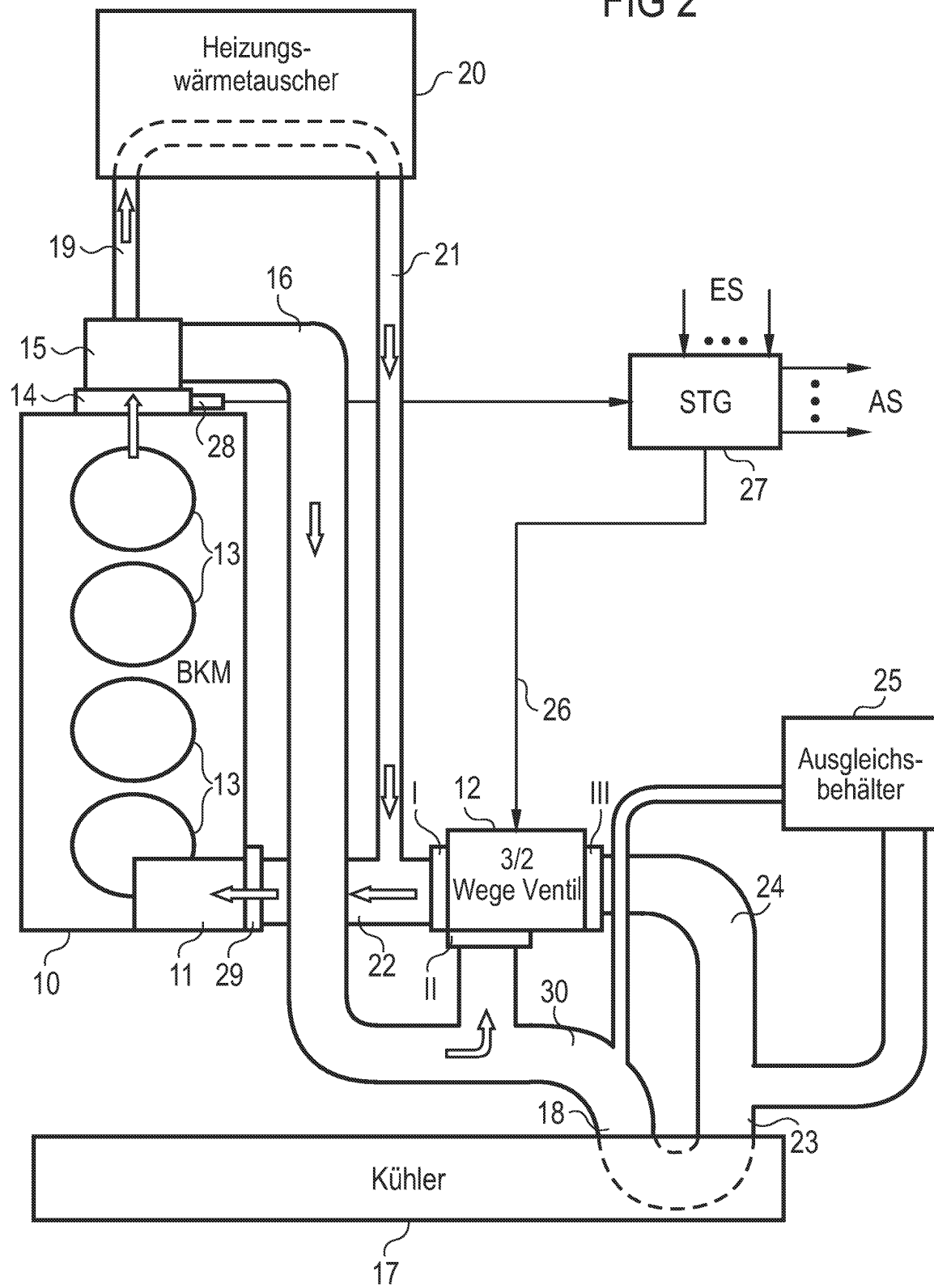


FIG 3

