



(12)

# GEBRAUCHSMUSTERSCHEIN

(21) Anmeldenummer: 755/99

(51) Int.C1.<sup>7</sup> : F02M 17/28  
F02M 19/08, 25/035, 25/07

(22) Anmeldetag: 3.11.1999

(42) Beginn der Schutzhauer: 15. 5.2001

(45) Ausgabetag: 25. 6.2001

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

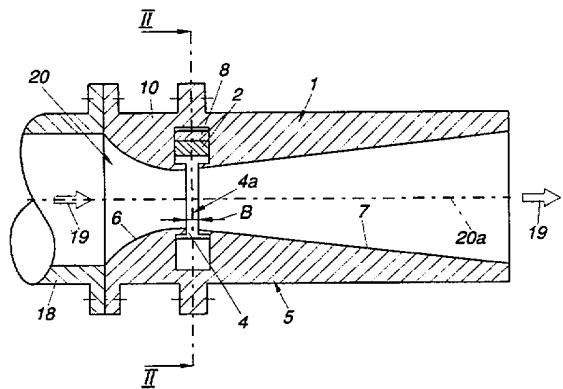
AVL LIST GMBH  
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

VIDE MARKO-DEJAN DIPLO.ING.  
GRAZ, STEIERMARK (AT).  
SCHWEINZER FRANZ DIPLO.ING.  
GRAZ, STEIERMARK (AT).  
KOSKEMEIER FRIEDRICH DIPLO.ING.  
GRAZ, STEIERMARK (AT).  
GRÄSER GÜNTHER DIPLO.ING.  
GRAZ, STEIERMARK (AT).

## (54) VERDAMPFUNGSELEMENT ZUM EINDAMPFEN EINER FLÜSSIGKEIT IN EIN GAS

(57) Die Erfindung betrifft ein Verdampfungselement (1) zum Eindampfen einer Flüssigkeit in ein Gas, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit einem in einem Strömungsweg (15, 20) angeordneten porösen Körper (2), dessen Oberfläche (3) zumindest teilweise vom Gas anströmbar ist, sowie mit einem Anschluß (11) für eine Zuführleitung (12) zur Zuführung der zu verdampfenden Flüssigkeit zu dem porösen Körper (2). Um mit möglichst geringem Aufwand hohe Verdampfungsrate zu erreichen, ist vorgesehen, daß der poröse Körper (2) im Bereich einer Querschnittsverengung (4) eines ersten Strömungsweges (20) angeordnet ist.



Die Erfindung betrifft ein Verdampfungselement zum Eindampfen einer Flüssigkeit in ein Gas, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit einem in einem Strömungsweg angeordneten porösen Körper, dessen Oberfläche zumindest teilweise vom Gas anströmbar ist, sowie mit einem Anschluß für eine Zuführleitung zur Zuführung der zu verdampfenden Flüssigkeit zu dem porösen Körper.

Bei einer Vielzahl von technischen Anwendungen ergibt sich die Notwendigkeit in ein strömendes, gasförmiges Medium eine Substanz einzubringen und dort verdampfen zu lassen. Diese Notwendigkeit besteht vornehmlich aus folgenden Gründen:

- Es wird ein Gas mit einer bestimmten chemischen Zusammensetzung benötigt. Die Komponente kann dem Gas aber erst nachträglich zugeführt werden. Die Substanz muß also durch Eindampfen dem Gas zugesetzt werden, wobei eventuell auftretende Temperaturniedrigung der Gasströmung wegen der Verdampfungswärmeverluste in Kauf genommen wird,
- dem Gas wird zum Zweck der Kühlung durch Entzug der Verdampfungswärme eine flüssige Substanz zugesetzt. Die Substanz selbst wird nicht direkt benötigt, ihr Vorhandensein in der Gasströmung ist aber auch nicht schädlich für einen eventuellen Folgeprozeß.
- Im Idealfall kann sowohl die Substanz selbst, als auch die Kühlung durch Verdampfungswärme vorteilhaft eingesetzt werden.

Es sind verschiedene Verfahren zum Zusetzen einer Flüssigkeit in ein Gas bekannt. Die Flüssigkeit kann mittels Hochdruckpumpen in die Gasströmung eingespritzt oder eingeblasen werden. Es ist auch bekannt die Flüssigkeit durch Ultraschallzerstäubung in möglichst kleine und möglichst fein verteilte Tröpfchen zu teilen und so direkt in die Gasströmung einzubringen, damit die Flüssigkeit in der Gasströmung selbst verdampfen kann.

Die einzubringende Substanz liegt prinzipiell im flüssigen Aggregatzustand vor. Das Ziel ist, einen bestimmten Dampfgehalt der einzubringenden Substanz im Gasstrom zu erreichen. Mittels Eindüsen, Einspritzen oder Ultraschallzerstäubung wird eine zwar feine, allerdings lokal sehr unterschiedliche Verteilung verschieden großer, singulärer Tröpfchen erreicht. Diese Tröpfchen verdampfen aber nur unvollständig, insbesondere falls die Temperatur der Gasströmung nur knapp die Verdampfungstemperatur der Flüssigkeit überschreitet. Dadurch ergeben sich in weiterer Folge mehr oder weniger stark ausgeprägte Unregelmäßigkeiten in der Dampfverteilung, die sich im eventuell nachfolgenden Prozeß negativ bemerkbar machen können. Durch die unregelmäßige Verteilung kann es auch zur kaum vorhersagbaren Wandablagerung der eingebrachten Substanz in flüssiger Form kommen, da sich die Tröpfchen an allen kalten Stellen der Wand wieder zu einem Flüssigkeitsfilm vereinigen. Diese Flüssigkeitsansammlungen sind meist unerwünscht und können - bei stärkerer Ausbildung - auch

prozeßgefährdet werden. Vereinzelt kann es auch vorkommen, daß größere Tröpfchen - ohne zu verdampfen - von dem Gasstrom mitgerissen werden und den Nachfolgeprozeß erreichen.

Ein weiterer Nachteil ist, daß leistungsfähigere Systeme, wie Hochdruckpumpen mit hochdrucktauglichen Zerstäubungsdüsen, nicht kontinuierlich, sondern intermittierend arbeiten. Damit wird aber die exakte Dosierung der im einzelnen Schritt zu zerstäubenden Substanzmenge zum vorrangigen Problem. Bekannte Systeme zur Zerstäubung sind daher sehr aufwendig und kostspielig.

Dazu kommt, daß für jede flüssige Substanz eigene Zerstäubungseinrichtungen konzipiert und verwendet werden müssen, da sich die Flüssigkeiten grundsätzlich in chemischer und physikalischer Hinsicht stark unterscheiden. So besitzt beispielsweise Wasser völlig andere tribologische Eigenschaften als ein Kraftstoff.

Eine Möglichkeit, die genannten Nachteile zu vermeiden, ist, die einzubringende Substanz zuerst völlig zu verdampfen und sie erst anschließend dem Gasstrom zuzumischen. Diese Lösung ist jedoch aufwendig und damit auch teuer.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Verdampfungsoberfläche im Eindampfungsbereich, beispielsweise durch Verwendung von porösen Materialien zu erhöhen.

Aus der US 4,088,104 A ist eine Einrichtung zur Erhöhung der Verdunstungsrate für Benzin bekannt, welche einen konischen, porösen Hohlkörper aufweist. Die mit Benzin angereicherte kalte Frischluft strömt dabei durch den porösen Körper. Dadurch werden geometrisch die Bedingungen zur Benzinverdunstung, die aufgrund der Strömungsgeschwindigkeit der Frischluft gegeben ist, verbessert. Wegen der tiefen Temperaturen tritt nur eine Verdunstung, aber keine Verdampfung auf. Trotzdem können aber Flüssigkeitsteilchen unverdampft in den Gasstrom gelangen.

Aus der US 4,997,598 A ist ebenfalls eine Einrichtung zur Erhöhung der Verdunstungsrate von Flüssigkeiten mit einer Düse bekannt, welche eine Wand aus porösem Material, beispielsweise aus gesintertem Bronze aufweist, durch welche die Flüssigkeit, beispielsweise ein Kraftstoff, verdunstet. Die Durchfluß- und Verdunstungscharakteristik der Flüssigkeit durch das poröse Material wird dabei durch unterschiedliche Oberflächenbehandlung definiert, was relativ aufwendig ist.

Aus der SU 1 158 889 A ist eine Verdunstungseinrichtung mit einem Kapillarrohr bekannt, welches sich in eine Kammer erweitert, in welcher poröses Material angeordnet ist, dessen an den Gasstrom grenzende Oberfläche eingebuchtet ist. Die erreichbaren Verdunstungsraten sind mit dieser Einrichtung allerdings nur sehr klein.

Aus der GB 1 496 548 A ist weiters eine Verdunstungs- bzw. Verdampfungseinrichtung für den Einlaßströmungsweg einer Brennkraftmaschine bekannt, welche im Bodenbereich eine poröse Oberfläche aufweist, welche über Asbestfasern mit einem Tank verbunden ist. Durch die Kapillarwirkung der Asbestfasern gelangt das Wasser aus dem Tank zum porösen Material, wo es verdunstet bzw. verdampft. Die Verdunstungs- bzw. Verdampfungsrate ist auch

hier relativ gering, insbesondere außerhalb des Vollastbereiches, wenn die zur Verdampfung erforderliche Ladelufttemperatur noch nicht erreicht wird. Da die Asbestfasern direkt vom Tank ausgehen, darf die Entfernung zwischen Tank und dem porösen Material nicht zu groß sein. Dadurch ergeben sich konstruktive Zwänge in der Anordnung der Verdampfungseinrichtung und des Tankes.

Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und eine Verdampfungsseinrichtung vorzuschlagen, mit welcher mit möglichst geringem Aufwand hohe Verdampfungsrationen erzielt werden können.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß der poröse Körper im Bereich einer Querschnittsverengung des ersten Strömungsweges angeordnet ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, daß die Querschnittsverengung durch eine Venturidüse mit einem konvergenten Düsenteil und einem divergenten Diffusorteil gebildet ist. Die höheren Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der Querschnittsverengung haben eine Erniedrigung des statischen Druckes der Strömung zur Folge. Dies erhöht die zumischbare Menge der verdampften Flüssigkeit.

In einer bevorzugten Ausführungsform führt im Bereich der Querschnittsverengung ein zweiter Strömungsweg zum ersten Strömungsweg, wobei vorgesehen sein kann, daß die Strömung des zweiten Strömungsweges im wesentlichen tangential in den ersten Strömungsweg einmündet. Der poröse Körper ist dabei im zweiten Strömungsweg im Bereich der Einmündung in den ersten Strömungsweg angeordnet. Dabei kann auch vorgesehen sein, daß der poröse Körper zumindest teilweise in die Gasströmung des zweiten Strömungsweges hineinragt. Eine besonders gute Verdampfung läßt sich erreichen, wenn das durch den zweiten Strömungsweg strömende Gas eine relativ hohe Temperatur aufweist, welche über der Verdampfungstemperatur der Flüssigkeit liegt. Separate Heizeinrichtungen für den porösen Körper können dann entfallen, da der poröse Körper sich in direktem Kontakt mit dem heißen Gasstrom befindet und vom heißen Gas aufgeheizt wird, welches an dessen Oberfläche entlangströmt. Ist die Gastemperatur allerdings zu niedrig, kann auch vorgesehen sein, daß der poröse Körper elektrisch beheizbar ist. Besonders hohe Verdampfungsrationen lassen sich erreichen, wenn der zweite Strömungsweg über eine zumindest teilweise ringförmig oder spiralförmig ausgebildete Kammer in den ersten Strömungsweg einmündet, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, daß die Kammer über einen Ringspalt in den ersten Strömungsweg einmündet. Der Ringspalt kann dabei eine über den Umfang konstante oder veränderliche Breite aufweisen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß der poröse Körper eine zumindest teilweise im wesentlichen spiralförmige angeströmte Oberfläche mit einem Anfangsbereich mit einem maximalen Abstand und einem Endbereich mit minimalen Abstand von der Achse des ersten Strömungsweges aufweist, wobei die Oberfläche zwischen Anfangsbereich und Endbereich stetig gekrümmmt ist. Das über den zweiten Strömungsweg tangential zuströmende Gas strömt entlang der spiralförmigen Oberfläche des porösen Körpers zur Mitte des ersten Strömungsweges, wobei gleichzeitig die verdampfende Flüssigkeit zugemischt wird. Um hohe Verdampfungsrationen zu erreichen, ist es vorteilhaft,

wenn Anfangsbereich und Endbereich der Oberfläche des porösen Körpers sich insgesamt über ein Kreissegment mit mindestens  $180^\circ$  Öffnungswinkel erstrecken. Dabei ist vorgesehen, daß der Endbereich der Oberfläche des porösen Körpers im Bereich eines Strömungseintrittes des zweiten Strömungsweges in die Kammer angeordnet ist. An den Endbereich kann eine Spiralzunge anschließen, welche vorzugsweise aus einem anderen Material wie der porösen Körper besteht.

Der poröse Körper besteht vorzugsweise aus einem porösen, metallischen Sinterkörper. Dazu eignen sich am besten Körper aus zusammengeschweißten Aluminium- oder Bronzekügelchen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der poröse Körper an einen Kapillarenkörper grenzt und der Kapillarenkörper mit dem Anschluß zur Zuführung der Flüssigkeit strömungsverbunden ist. Die Flüssigkeit kommt über eine Zuleitung von einem Außentank, welcher tiefer angeordnet sein kann als das Verdampfungselement. Durch die Kapillarenwirkung wird der Flüssigkeitsspiegel auf die Höhe des porösen Körpers angehoben und die Flüssigkeit kommt in Kontakt mit dem porösen Körper. Dabei ist es wichtig, daß der Kapillarenkörper direkt am porösen Körper anliegt. Um dies zu erreichen, ist vorgesehen, daß der Kapillarenkörper über ein Andruckelement an den porösen Körper gepreßt ist. Das Andruckelement kann dabei durch eine Wellfeder oder durch ein Maschengeflecht gebildet sein. Der poröse Körper, der eine sehr große wirksame Oberfläche besitzt, ist der eigentliche Teil, wo die Verdampfung der Flüssigkeit stattfindet. Durch den Kapillarenkörper werden auch eventuell vorhandene Druckschwankungen in der Zuführleitung soweit gedämpft und unschädlich gemacht, daß ein Überschwappen der Flüssigkeit ins Gas mit Sicherheit unterbunden wird.

Der Kapillarenkörper selbst kann aus Fasermaterial oder aus einem zweiten, sehr viel feinerem Sinterkörper als der poröse Körper bestehen, beispielsweise aus poröser Keramik mit großem Durchflußwiderstand.

Das erfindungsgemäße Verdampfungselement ist im wesentlichen selbstregelnd. Der Hauptregelparameter ist dabei die Temperatur des porösen Körpers. Je höher diese ist, desto mehr Flüssigkeit kann verdampfen. Voraussetzung für die selbstregelnde Funktion ist, daß ein Druckausgleich zwischen dem die einzudampfende Flüssigkeit enthaltenden Tank und einer Stelle hergestellt wird, wo ein höherer Druck herrscht, als im engsten Querschnitt (Ringspaltbereich) der Venturieinheit. Um dies zu erreichen, ist vorgesehen, daß in die Kammer eine Ausgleichsleitung einmündet, welche mit einem die einzudampfende Flüssigkeit enthaltenden Tank druckverbunden ist. Durch die den Druckausgleich bewirkende Ausgleichsleitung kann der Tank auch tiefer angeordnet werden als das Verdampfungselement.

Der Düsenteil und der Diffusorteil der Venturieinheit sind separat in der Weise ausgeführt, daß beim Zusammenbau der beiden Teile im Bereich des engsten Strömungsquerschnittes der Ringspalt, der in seiner Breite auch variabel gestaltet werden kann, offen bleibt. Der Ringspalt seinerseits ist zumindest teilweise von der weitgehend ringförmigen oder spiralförmigen Kammer umgeben. Über einen vorzugsweise tangential zum Außendurchmesser der Kammer liegenden Anschluß wird heißes Gas über die Kammer und den Ringspalt der Strömung im

ersten Strömungsweg gemäß dem Venturiprinzip zugemischt. Der innerhalb der Kammer angebrachte poröse, metallische Sinterkörper ist über den Kapillarenkörper und einer Zuleitung mit dem Tank der einzudampfenden Flüssigkeit verbunden.

Da innerhalb der ringförmigen oder spiralförmigen Kammer dem heißen Zumischgas eine Drehbewegung (Drall) aufgezwungen wird, wird eine möglichst große Oberfläche des porösen, metallischen Sinterkörpers überstrichen. Durch die relativ große, vom heißen Gas kontaktierte Oberfläche des porösen Körpers lassen sich hohe Verdampfungsrationen erzielen.

Bevorzugte Anwendungsbereiche des erfundungsgemäß Verdampfungselementes sind Luft- oder Abgasleitungen von Brennkraftmaschinen. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn das Verdampfungselement in der Saugleitung einer Brennkraftmaschine angeordnet ist und der zweite Strömungsweg eine Abgasrückführleitung ist, wobei vorzugsweise die eingedampfte Flüssigkeit Wasser ist. Das Verdampfungselement erfüllt dabei gleichzeitig mehrere Aufgaben. Die Venturieinheit dient als Ersatz für eine Drosselklappe und ermöglicht aufgrund der erhöhten Druckdifferenz die Zumischung von Abgas mit hohen Abgasrückführaten. Durch die Zumischung über einen Ringspalt wird eine gute Durchmischung des rückgeführten Abgases mit der Ansaugluft gewährleistet. Durch das eingedampfte Wasser wird das rückgeführte Abgas gekühlt, so daß ein separater Abgasrückführkühler entfallen kann. Die Wassereindampfung hat weiters den Vorteil, daß die Brennraumtemperaturen abgesenkt werden können und somit die Stickoxydbildung gehemmt wird, ohne daß eine separate Wassereinspritzung erforderlich wäre. Das Verdampfungselement übernimmt somit bis zu einem gewissen Grad auch die Funktion einer eventuellen Wassereinspritzvorrichtung.

In einer speziellen Ausführung kann ein Steuerventil für die Mengenregelung des Gasstromes durch den zweiten Strömungsweg direkt in das Verdampfungselement integriert sein. Der Massestrom des zweiten Strömungsweges kann damit zwischen 0% und 100% geregelt werden. In Weiterführung der Erfindung kann weiters vorgesehen sein, daß in der Zuführleitung ein Flüssigkeitsventil mit vorzugsweise zwei Stellungen angeordnet ist, welches zumindest in die Schließstellung synchron zum Steuerventil betätigbar ist, und welches vorzugsweise bei zumindest teilweise geöffnetem Steuerventil in seine Öffnungsstellung bewegbar ist. Die elektrischen Regelgrößen des Steuerventiles können dabei zur Regelung des Flüssigkeitsventiles mitverwendet werden, das sich in weiten Bereichen synchron zum Steuerventil verhalten kann. Bei geschlossenem Steuerventil ist auch das Flüssigkeitsventil geschlossen. Wird das Steuerventil etwas geöffnet, so nimmt das Flüssigkeitsventil synchron dazu seine Öffnungsstellung ein.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 das erfundungsgemäß Verdampfungselement im Längsschnitt gemäß der Linie I-I in Fig. 2, Fig. 2 das Verdampfungselement in einem Querschnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1.

Das Verdampfungselement 1 zum Eindampfen einer Flüssigkeit in ein Gas weist einen porösen Körper 2 auf, dessen Oberfläche 3 von einem Gas, beispielsweise Luft, Abgas, etc. um-

strömt wird. Der poröse Körper 2 ist im Bereich einer Querschnittsverengung 4 des ersten Strömungsweges 20 angeordnet, welche durch eine Venturieinheit 5 mit einem Düsenteil 6 und einem Diffusorteil 7 gebildet ist. Die Achse des ersten Strömungsweges 20 ist mit 20a bezeichnet. Zwischen dem Düsenteil 6 und dem Diffusorteil 7 ist bei der zusammengebauten Venturieinheit 5 ein Ringspalt 4a im Bereich des engsten Querschnittes gebildet. Die Breite B des Ringspaltes 4a muß nicht konstant sein, sondern kann entlang des Umfanges auch variabel ausgebildet sein. Hinter dem Ringspalt 4a liegt eine Ausnehmung 4c, in der der metallische, poröse Körper 2 eingebettet ist. Die Wände der Ausnehmung 4c und der spiralförmige Körper 2 bilden eine im wesentlichen ringförmige oder spiralförmige Kammer 4b aus. Das Verdampfungselement 1 weist weiters einen an den porösen Körper 2 grenzenden Kapillarenkörper 8 auf, welcher den porösen Körper 2 teilweise umgibt. Der Kapillarenkörper 8 wird durch ein Andruckelement 9, beispielsweise eine Wellenfeder oder ein Maschengeflecht, an den porösen Körper 2 gedrückt, wobei sich das Andruckelement 9 am Grundkörper 10 des Eindampflementes 1 abstützt.

Der Grundkörper 10 des Eindampflementes 1 weist einen Anschluß 11 zur Zuführung der zu verdampfenden Flüssigkeit auf. An diesen ist eine Zuführleitung 12 angeschlossen, welche von einem Tank 13 ausgeht. Der Tank 13 ist weiters über eine Ausgleichleitung 14 mit einer Stelle höheren Druckes als er im engsten Querschnitt herrscht, verbunden. Im Ausführungsbeispiel ist dies die Kammer 4b.

Im Bereich der Querschnittsverengung 4 mündet ein zweiter Strömungsweg 15, annähernd tangential, in die Kammer 4b ein, dessen Strömungseintritt mit 15a bezeichnet ist. Die Oberfläche 3 des porösen Körpers 2 weist eine im wesentlichen spiralartige Form zwischen einem Anfangsbereich 16 und einem Endbereich 17 auf, wobei sich die Oberfläche 3 zwischen dem Anfangsbereich 16 und dem Endbereich 17 allmählich dem Radius R des engsten Querschnittes 4 annähert. Die Oberfläche 3 spannt dabei zwischen dem Anfangsbereich 16 und dem Endbereich 17 einen Kreissektor mit einem Öffnungswinkel  $\alpha$  von mindestens  $180^\circ$  auf. Der Endbereich 17 ist nahe der Einmündung des zweiten Strömungsweges 15 angeordnet. An den Endbereich 17 schließt eine Spiralzunge 17a an, welche aus einem vom porösen Körper 2 unterschiedlichen Material ausgebildet sein kann.

Beim porösen Körper 2 handelt es sich um einen porösen Metallteil mit möglichst großer Oberfläche, welche beispielsweise aus gesintertem Aluminium oder Bronze besteht. Der Kapillarenkörper 8 hat die Aufgabe einerseits den Flüssigkeitsspiegel auf die Höhe des porösen Körpers 2 zu heben und andererseits eventuell vorhandene Druckschwankungen in der Zuführleitung 12 soweit zu dämpfen und somit unschädlich zu machen, daß ein Überschwappen der Flüssigkeit in die Gasströmung mit Sicherheit unterbunden wird. Der Kapillarenkörper 8 kann aus Fasermaterial, feinem Metallmaschengeflecht oder aber aus einem weiteren Sinterkörper bestehen, der viel feiner ausgebildet ist als der poröse Körper 2, beispielsweise aus poröser Keramik mit großem Durchflußwiderstand.

Die Flüssigkeit kommt über die Zuführleitung 12 vom Tank 13 in den Bereich des Kapillarenkörpers 8. Durch die Kapillarenwirkung wird der Flüssigkeitsspiegel angehoben und die

Flüssigkeit kommt in Kontakt mit dem porösen Körper 2. Dieser poröse Körper 2 besitzt eine sehr große wirksame Oberfläche und ist der eigentliche Teil, wo die Verdampfung der Flüssigkeit stattfindet. Der poröse Körper wird dabei direkt vom Gasstrom des zweiten Strömungsweges 15 aufgeheizt. Die Gastemperatur muß dabei allerdings stets über der Verdampfungstemperatur der Flüssigkeit liegen. Ist die Gastemperatur zu niedrig, so muß der poröse Körper 2 extern, beispielsweise elektrisch, beheizt werden.

Das Verdampfungselement 1 ist im wesentlichen selbstregelnd. Der Hauptregelparameter ist dabei die Temperatur des porösen Körpers 2. Je höher diese ist, desto mehr Flüssigkeit verdampft. Neben den rein konstruktiven Möglichkeiten, die maximale Durchtrittsmenge der Flüssigkeit festzulegen (Durchmesser der Zuführleitung 12, Fallhöhe des Tanks 13, Oberfläche des porösen Körpers 2, Durchflußwiderstand des Kapillarenkörpers 8, etc.) kann über folgende Parameter die Verdampfung beeinflußt werden:

- a) Temperatur des porösen Körpers 2
- b) Druck im Tank 13, etwa durch Positionierung der Ausgleichsleitung 14
- c) Drosselung der Flüssigkeitsmenge in der Zuführleitung 12 über ein Flüssigkeitsventil 23.

In das Verdampfungselement 1 kann baulich ein Steuerventil 22 integriert sein, welches den Massenstrom des zweiten Strömungsweges 15 zwischen 0% und 100% regelt. Die elektrischen Regelgrößen dieses Steuerventiles 15 können auch für das zwischen Tank 13 und dem Kapillarenkörper 8 in der Zuführleitung 12 angeordnete Flüssigkeitsventil 23 mitverwendet werden, das sich in weiten Bereichen synchron mit dem Steuerventil 22 verhalten kann. Beim Schließen des Steuerventiles 22 wird dabei auch das Flüssigkeitsventil 23 geschlossen. Das Flüssigkeitsventil 23 öffnet, sobald das Steuerventil 22 irgendeine Öffnungsstellung einnimmt.

Das beschriebene Verdampfungselement 1 ermöglicht es, einem Gas ein weiteres Gas zuzusetzen und gleichzeitig eine Flüssigkeit einzudampfen. Das Verdampfungselement 1 ist in dieser Ausführung für Brennkraftmaschinen mit Abgasrückführung geeignet, wobei die Venturieinheit 5 in das Einlaßsystem integriert und an eine Abgasrückführleitung angeschlossen wird. Das rückgeführte Abgas gelangt dabei über den zweiten Strömungsweg 15 in die Kammer 4b, wo es durch das durch die Venturieinheit 5 verursachte Druckgefälle in die Hauptgasströmung 19 des ersten Strömungsweges 20 einströmt. Das eingebrachte Abgas überströmt dabei die spiralförmige Oberfläche 3 des porösen Körpers 2 und wärmt diesen auf, wobei die über den Anschluß 11 zugeführte Flüssigkeit verdampft und vom Abgas absorbiert wird. Die Strömung des zweiten Strömungsweges 15 durch die Kammer 4b ist mit den Pfeilen 21 dargestellt. Das rückgeführte Abgas wird somit durch die verdampfende Flüssigkeit abgekühlt. Das Verdampfungselement 1 erfüllt dabei mehrere Funktionen. Die Querschnittsverengung 4 erhöht einerseits die mögliche Druckdifferenz zwischen dem zweiten Strömungsweg 15 und der Saugleitung 18 des ersten Strömungsweges 20. Dadurch sind höhere Abgasrückführraten auch ohne einer Drosselklappe in der Saugleitung 18 realisierbar. Andererseits ermöglicht die Art der Anbindung der Abgasrückführung über eine ringförmige Kammer 4b und einen Ring-

spalt 4a eine gute Durchmischung der beiden Gase, selbst bei relativ kurz ausgeführtem Difusorteil 7. Weiters wird das rückgeführte Abgas ausreichend gekühlt, so daß ein separater Abgasrückführkühler entfallen kann. Und schließlich hat die der Einlaßluft als Dampf zugeführte Wassermenge zufolge, daß die Brennraumtemperatur gesenkt und damit der NOx-Ausstoß vermindert werden kann. Eine separate Wassereinspritzung zur Senkung der Brennraumtemperaturen ist somit nicht erforderlich.

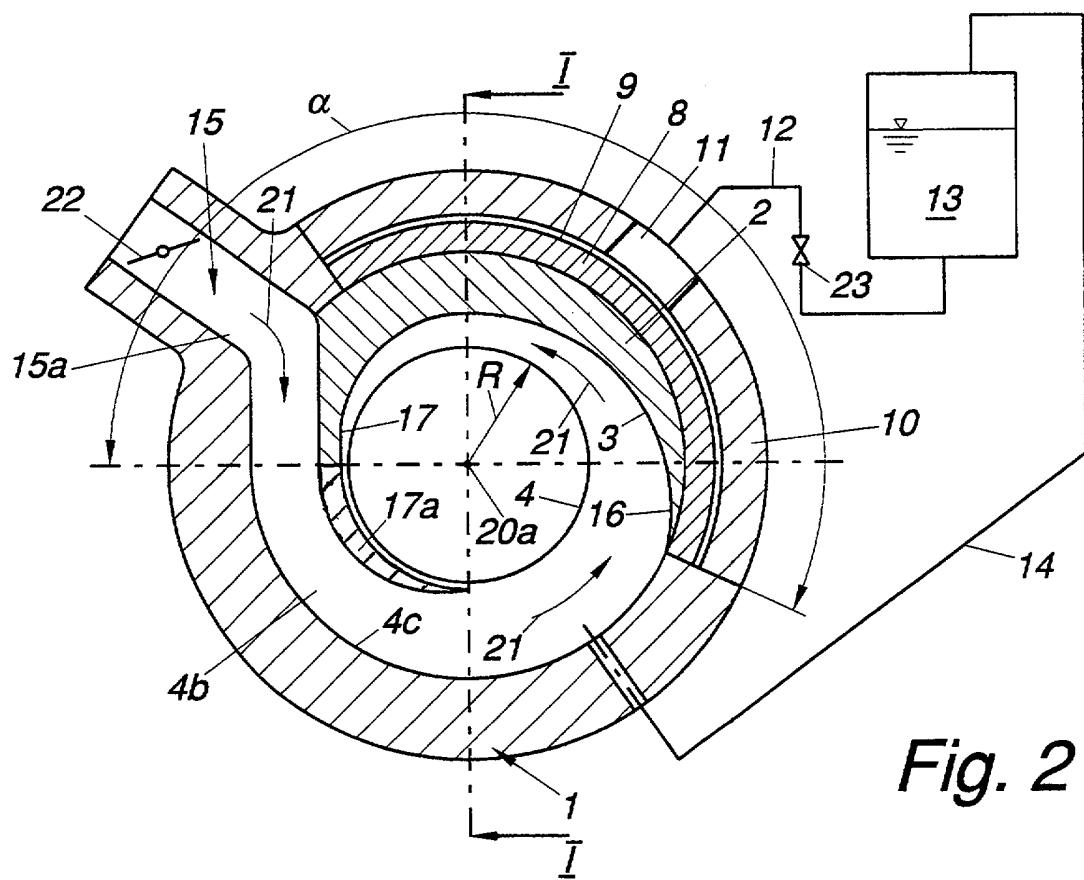
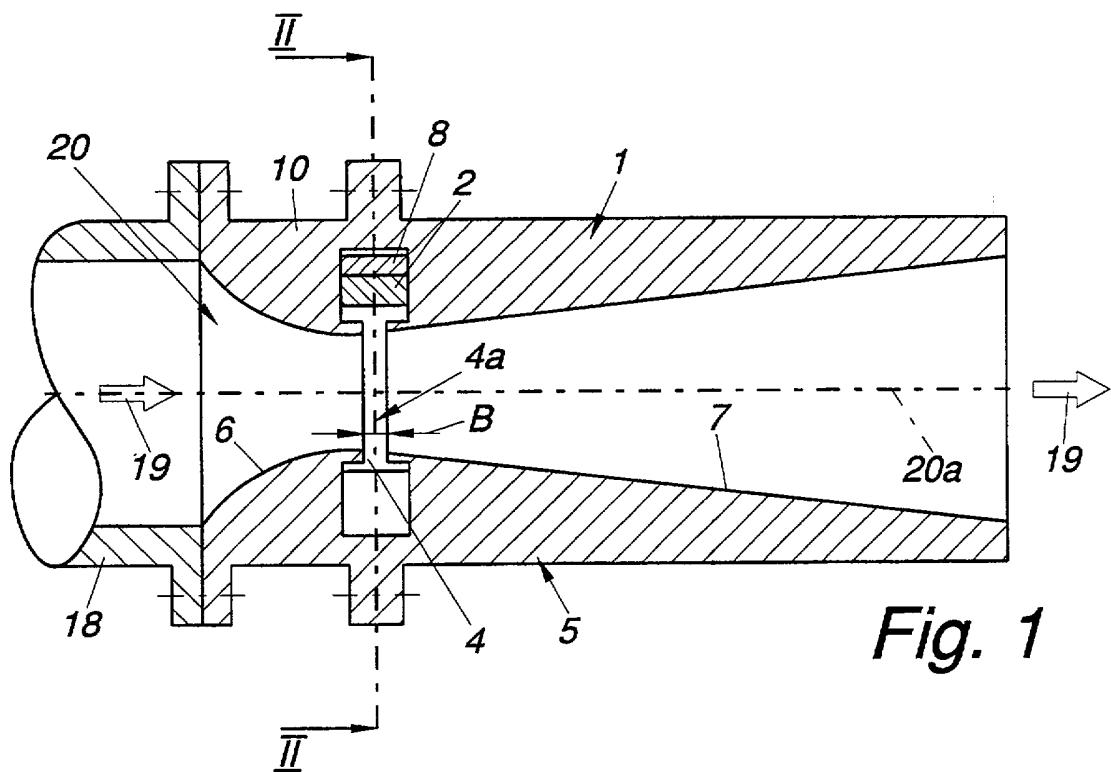
Durch die Abgasrückführung allein können die NOx-Emissionen einer Brennkraftmaschine um mehr als 50% gesenkt werden. Wird, wie im vorliegenden Fall, die rückgeführte Abgasmenge zusätzlich gekühlt (Entzug der Verdampfungswärme), ist eine weitere Reduktion der NOx-Emissionen um 10% - 20% möglich. Der vorhandene Wasserdampf im rückgeführten Abgas (ca. 5% - 20% der aktuellen Kraftstoffmasse) bewirkt neben einer weiteren Absenkung der NO<sub>x</sub>-Emissionen zusätzlich auch eine Verbesserung des Kraftstoffverbrauches im Teillastbereich um einige Prozentpunkte.

A N S P R Ü C H E

1. Verdampfungselement (1) zum Eindampfen einer Flüssigkeit in ein Gas, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit einem in einem Strömungsweg (15, 20) angeordneten porösen Körper (2), dessen Oberfläche (3) zumindest teilweise vom Gas anströmbar ist, sowie mit einem Anschluß (11) für eine Zuführleitung (12) zur Zuführung der zu verdampfenden Flüssigkeit zu dem porösen Körper (2), **dadurch gekennzeichnet**, daß der poröse Körper (2) im Bereich einer Querschnittsverengung (4) eines ersten Strömungsweges (20) angeordnet ist.
2. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Querschnittsverengung (4) durch eine Venturieinheit (5) mit einem konvergenten Düsenteil (6) und einem divergenten Diffusorteil (7) gebildet ist.
3. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der poröse Körper (2) aus gesintertem metallischen Werkstoff, vorzugsweise aus Aluminium oder Bronze, besteht.
4. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der poröse Körper (2) an einen Kapillarenkörper (8) grenzt und der Kapillarenkörper (8) mit dem Anschluß (11) zur Zuführung der Flüssigkeit strömungsverbunden ist.
5. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich der Querschnittsverengung (4) ein zweiter Strömungsweg (15) zum ersten Strömungsweg (20) führt.
6. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der poröse Körper (2) im zweiten Strömungsweg (15) im Bereich der Einmündung in den ersten Strömungsweg (20) angeordnet ist.
7. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der poröse Körper (2) zumindest teilweise in die Gasströmung des zweiten Strömungsweges (15) hineinragt.
8. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Strömung (21) des zweiten Strömungsweges (15) im wesentlichen tangential in den ersten Strömungsweg (20) einmündet.
9. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Strömungsweg (15) über eine zumindest teilweise ringförmig oder spiralförmig ausgebildete Kammer (4b) in den ersten Strömungsweg (20) einmündet.
10. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kammer (4b) über einen Ringspalt (4a) in den Strömungsweg (20) einmündet.

11. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ringspalt (4a) eine über den Umfang konstante Breite (B) aufweist.
12. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ringspalt (4a) eine über den Umfang veränderliche Breite (B) aufweist.
13. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Venturieinheit (5) zweiteilig ausgeführt ist.
14. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der poröse Körper (2) eine zumindest teilweise im wesentlichen spiralförmige angeströmte Oberfläche (3) mit einem Anfangsbereich (16) mit einem maximalen Abstand und einem Endbereich (17) mit minimalen Abstand von der Achse (20a) des ersten Strömungsweges (20) aufweist, wobei die Oberfläche (3) zwischen Anfangsbereich (16) und Endbereich (17) stetig gekrümmmt ist.
15. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß Anfangsbereich (16) und Endbereich (17) der Oberfläche (3) des porösen Körpers (2) sich insgesamt über ein Kreissegment mit mindestens  $180^\circ$  Öffnungswinkel ( $\alpha$ ) erstrecken.
16. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Endbereich (17) der Oberfläche (3) des porösen Körpers (2) im Bereich eines Strömungseintrittes (15a) des zweiten Strömungsweges (15) in die Kammer (4b) angeordnet ist.
17. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß an den Endbereich (17) eine Spiralzunge (17a) anschließt, welche vorzugsweise aus einem anderen Material als der poröse Körper (2) besteht.
18. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kapillarenkörper (8) aus Fasermaterial besteht.
19. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kapillarenkörper (8) aus einem im Vergleich zum porösen Körper (2) feinporigeren Sinterkörper, vorzugsweise aus poröser Keramik, besteht.
20. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß der poröse Körper (2) elektrisch beheizbar ist.
21. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verdampfungselement (1) in der Saugleitung (18) einer Brennkraftmaschine angeordnet ist und daß der zweite Strömungsweg (15) eine Abgasrückführung ist, wobei vorzugsweise die eingedampfte Flüssigkeit Wasser ist.
22. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Strömungsweg (20) und/oder die Kammer (4b) und/oder der zweite Strömungsweg (15), vorzugsweise über eine Ausgleichleitung (14) mit einem die einzudampfende Flüssigkeit enthaltenden Tank (13) druckverbunden ist.

23. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kapillarenkörper (8) über ein Andruckelement (9) an den porösen Körper (2) gepreßt ist.
24. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Andruckelement (9) durch eine Wellfeder oder ein Maschengeflecht gebildet ist.
25. Verdampfungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Steuerventil (22) für die Mengenregelung des Gasstromes durch die Gaszuführleitung (15) integriert ist.
26. Verdampfungselement (1) nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Zuführleitung (12) ein Flüssigkeitsventil (23) mit vorzugsweise zwei Stellungen angeordnet ist, welches zumindest in die Schließstellung synchron zum Steuerventil (22) betätigbar ist, und welches vorzugsweise bei zumindest teilweise geöffnetem Steuerventil (22) in seine Öffnungsstellung bewegbar ist.





## ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95  
 TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A  
 Postscheckkonto Nr. 5.160.000 BLZ: 60000 SWIFT-Code: OPSKATWW  
 UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

## RECHERCHENBERICHT

zu 14 GM 755/99

Ihr Zeichen: 54438e

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC<sup>7</sup> : F 02 M 17/28, 19/08, 25/035, 25/07

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): F 02 M

Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, PAJ

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 - 12 Uhr 30, Dienstag 8 bis 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Hochschülerschaft TU Wien Wirtschaftsbetriebe GmbH im Patentamt betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax. Nr. 01 / 533 05 54) oder telefonisch (Tel. Nr. 01 / 534 24 - 153) Kopien der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Anfrage gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte „Patentfamilien“ (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Auskünfte erhalten Sie unter der Telefonnummer 01 / 534 24 - 725.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich))	Betreffend Anspruch
X	US 1 857 565 A (A. PAHL, H. HEIMANN) 10. Mai 1932 (10.05.32)	1-3,13
A	gesamtes Dokument	11,21
X	US 3 352 545 A (J.F.DENINE) 14. November 1967 (14.11.67)	1-3
A	gesamtes Dokument	21,26
A	US 5 762 832 A (W.K.GLEW) 9. Juni 1998 (09.06.98) siehe Fig. 1, 2A-D, Figurenbeschreibung Spalten 3-5	1,21,22,26

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Kategorien der angeführten Dokumente (dient in Anlehnung an die Kategorien bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur raschen Einordnung des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar):

„A“ Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.

„Y“ Veröffentlichung von Bedeutung; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für den Fachmann naheliegend** ist.

„X“ Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) angesehen werden.

„P“ zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (**älteres Recht**)

„&“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben **Patentfamilie** ist.

Ländercodes:

AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland;

EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan;

RU = Russische Föderation; SU = ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA);

WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-App. Codes

Datum der Beendigung der Recherche: 25. Jänner 2001 Prüfer: Dr. Ehrendorfer



## ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95

TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A  
 Postscheckkonto Nr. 5.160.000 BLZ: 60000 SWIFT-Code: OPSKATWW  
 UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

## Folgeblatt zu 14 GM 755/99

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich))	Betreffend Anspruch
A	US 2 580 013 A (A. GAZDA) 25. Dezember 1951 (25.12.51) gesamtes Dokument	1-3,21
A	Soviet Inventions Illustrated, Sektion Gen./Mech., Woche 8747, London: Derwent Publications Ltd., Klasse Q5, AN 87-333064, SU 1302-005 A (KARAG POLY) 7. April 1987 (07.04.87)	21

Fortsetzung siehe Folgeblatt