

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. September 2005 (22.09.2005)

PCT

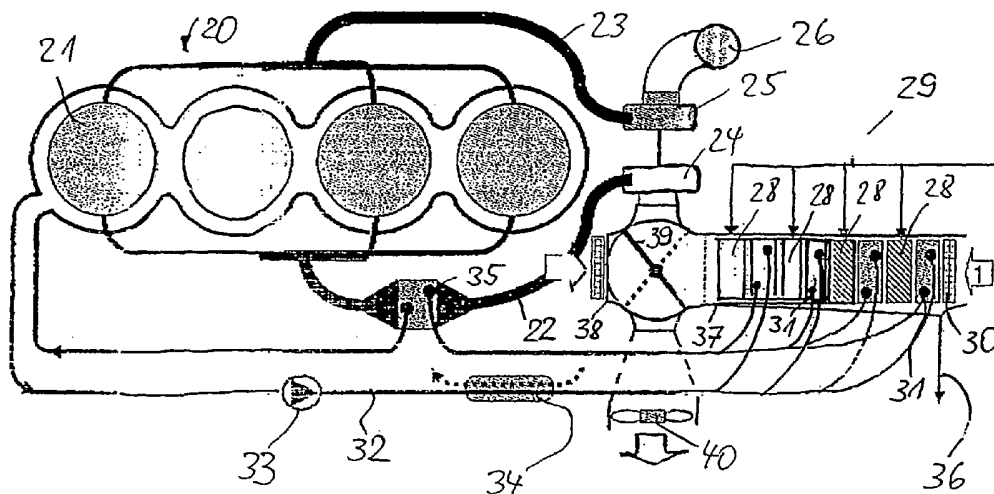
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/088113 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02M 25/028, 31/10, F02B 29/04, F01P 3/20
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000367
- (22) Internationales Anmeldedatum:
4. März 2005 (04.03.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 011 266.5 9. März 2004 (09.03.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MUNTERS EUROFORM GMBH [DE/DE]; Süsterfeldstr. 65, 52072 Aachen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WETTERGARD, Jan [SE/SE]; Rankhusvägen 27, S-196 31 Kungsängen (SE).
- (74) Anwälte: HAUCK, Hans usw.; Mörikestrasse 18, 40474 Düsseldorf (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING A HUMIDIFYING DEVICE AND A HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: BRENNKRAFTMASCHINE MIT BEFEUCHTUNGSEINRICHTUNG UND WÄRMETAUSCHER



(57) Abstract: An internal combustion engine (20) equipped with a turbocharger (24, 25) and having a coolant circuit (10) is provided with a humidifying device for humidifying intake air of the internal combustion engine. A heat exchanger (31), which is connected to a liquid circuit (32) and which serves to pre-heat the intake air, is situated, in the direction of flow of the intake air, upstream from the humidifying device (28). The coolant circuit (10) of the internal combustion engine (1) is integrated in said liquid circuit. The heat exchanger (31) serving to pre-heat the intake air is flowed through by the coolant of the internal combustion engine (20) while cooling the engine.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/088113 A1



PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Eine mit einem Turbolader (24, 25) versehene, einen Kühlmittelkreis (10) aufweisende Brennkraftmaschine (20) ist mit einer Befeuchtungseinrichtung zum Befeuchten der Einlassluft der Brennkraftmaschine versehen. In Strömungsrichtung der Einlassluft stromauf der Befeuchtungseinrichtung (28) befindet sich ein zum Vorerhitzen der Einlassluft dienender Wärmetauscher (31), der in einen Flüssigkeitskreis (32) geschaltet ist, in den der Kühlmittelkreis (10) der Brennkraftmaschine (1) integriert ist, wobei der zum Vorerhitzen der Einlassluft dienende Wärmetauscher (31) vom Kühlmittel der Brennkraftmaschine (20) durchflossen wird und dieses kühlt.

im Abgas zu reduzieren. Der der Befeuchtungseinrichtung vorgeschaltete Wärmetauscher dient zum Vorerhitzen der Einlassluft, um auf diese Weise eine optimale Befeuchtung zu erreichen. Bei dem Wärmetauscher handelt es sich um
5 einen Luft/Flüssigkeits-Wärmetauscher, der in einen Flüssigkeitskreis geschaltet ist, in welchem ein weiterer Wärmetauscher angeordnet ist, mit dem die der Brennkraftmaschine zugeführte befeuchtete und vom Kompressor komprimierte Einlassluft gekühlt wird. Bei dem weiteren Wärme-
10 tauscher handelt es sich somit um einen Ladeluftkühler.

In der vorstehend erwähnten Veröffentlichung sind zwei Ausführungsformen offenbart, bei denen die Einlassluft zwei hintereinander geschaltete Befeuchtungseinrichtungen passiert, denen jeweils ein Wärmetauscher vorgeschaltet ist.
15 Hierbei handelt es sich bei dem der zweiten Befeuchtungseinrichtung um den vorstehend beschriebenen Wärmetauscher, der von dem Flüssigkeitskreis durchflossen wird, in dem der Ladeluftkühler angeordnet ist. Der der in Strömungsrichtung
20 der Einlassluft angeordneten ersten Befeuchtungseinrichtung vorgeschaltete Wärmetauscher ist in einen Flüssigkeitskreis geschaltet, der entweder über einen weiteren Wärmetauscher zum Kühlen des im Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine fließenden Kühlmittels dient oder direkt vom Kühlmittel der
25 Brennkraftmaschine durchflossen wird. Auf diese Weise soll das heiße Kühlmittel Wärmeenergie zur Vorerhitzung der Einlassluft abgeben. Bei beiden Ausführungsformen sind somit zwei getrennte Flüssigkeitskreise vorgesehen, wobei der eine zum Kühlen der Ladeluft und der andere zum Kühlen des
30 Kühlmittels der Brennkraftmaschine dient.

Die vorstehend beschriebenen bekannten Ausführungsformen haben sich bewährt. Hiermit wird die gewünschte NO_x-Reduzierung im Abgas der Brennkraftmaschine erreicht. Es bleibt jedoch immer noch Raum, um die bekannte Vorrichtung noch
5 einfacher und wirtschaftlicher zu gestalten.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, die besonders einfach ausgebildet und wirtschaftlich
10 zu betreiben ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Brennkraftmaschine der angegebenen Art dadurch gelöst, dass der Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine in den Flüssigkreis integriert ist, wobei der zum Vorerhitzen der Einlassluft dienende Wärmetauscher vom Kühlmittel der Brennkraftmaschine durchflossen wird und dieses kühlt.
15

Die erfindungsgemäße Lösung sieht daher zum Vorerhitzen der Einlassluft für den nachfolgenden Befeuchtungsvorgang einen
20 einzigen Flüssigkeitskreis vor, in den der Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine integriert ist. Mit anderen Worten, dieser Flüssigkeitskreis enthält den eingangs erwähnten weiteren Wärmetauscher (Ladeluftkühler) und dient somit zum
25 Kühlen der Ladeluft und enthält des weiteren den Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine, so dass hierbei das Kühlmittel der Brennkraftmaschine die im Flüssigkeitskreis enthaltene Flüssigkeit bildet und den Wärmetauscher, den weiteren Wärmetauscher (Ladeluftkühler) sowie den Mantel der
30 Brennkraftmaschine zum Kühlen derselben durchströmt. Da somit nur noch ein einziger Flüssigkeitskreis vorhanden

ist, wird der Aufbau der Brennkraftmaschine vereinfacht. Des weiteren kann auf herkömmliche Kühleinrichtungen im Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise den üblichen Kühler (Radiator Kühler), verzichtet werden, da
5 das Kühlmittel im in der Befeuchtungseinrichtung vorgeschalteten Wärmetauscher in ausreichender Weise gekühlt wird. Es können daher aufwendige Gebläseeinrichtungen, wie sie bei herkömmlichen Kühlern für das Kühlmittel von Brennkraftmaschinen Verwendung finden, in Fortfall kommen.

10

So weist bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung der Flüssigkeitskreis, in den der Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine integriert ist, keinen weiteren Kühler zum Kühlen des Kühlmittels auf. Ein herkömmlicher Radiator Kühler zum Kühlen des Kühlmittels, der sehr
15 groß und aufwendig gestaltete Gebläseeinrichtungen besitzt, wird daher bei dieser Ausführungsform nicht benötigt. Die erforderliche Kühlung des Kühlmittels der Brennkraftmaschine wird allein vom Wärmetauscher der Befeuchtungseinrichtung bewirkt. Bei dieser Ausführungsform werden daher
20 zwei wesentliche Verbesserungen erreicht: Zum einen wird durch die vorgesehene Befeuchtungseinrichtung für die Einlassluft der NO_x-Anteil im Abgas gesenkt. Zum anderen sorgt der Wärmetauscher der Befeuchtungseinrichtung für die Kühlung des Kühlmittels der Brennkraftmaschine, so dass ein
25 herkömmlicher Radiator Kühler entfallen kann.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform weist der Flüssigkeitskreis, in den der Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine integriert ist, einen Hilfskühler zum Kühlen
30 des Kühlmittels auf. Ein derartiger Hilfskühler zum Kühlen

des Kühlmittels kann dem Flüssigkeitskreis auch zugeschaltet werden. Es versteht sich, dass der Hilfskühler wesentlich kleiner dimensioniert und mit wesentlich kleineren Gebläseeinrichtungen versehen sein kann als ein herkömmlicher Radiatorkühler, der ausschließlich zum Kühlen des Kühlmittels verwendet wird. Solche Hilfskühler können daher einen sehr kleinen Ventilator bzw. ein sehr kleines Gebläse besitzen, oder es kann auf bereits vorhandene Gebläseeinrichtungen zurückgegriffen werden, wie sie beispielsweise bei stationären Stromerzeugungsanlagen bereits vorhanden sind (integriertes Gebläse im Generator).

In jedem Fall übernimmt bei der erfindungsgemäßen Lösung der der Befeuchtungseinrichtung vorgeschaltete Wärmetauscher entweder vollständig oder überwiegend die Aufgabe der Kühlung des Kühlmittels der Brennkraftmaschine, und zusätzlich vorgesehene Kühleinrichtungen für das Kühlmittel haben nur Hilfsfunktionen.

In Weiterbildung der Erfindung ist ein Ölkühler im Flüssigkeitskreis, in den der Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine integriert ist, angeordnet. Bei dieser Ausführungsform übernimmt daher der Flüssigkeitskreis des Wärmetauschers der Befeuchtungseinrichtung neben der Kühlfunktion für das Kühlmittel der Brennkraftmaschine und der Kühlfunktion für die Ladeluft die Funktion einer Motor- bzw. Getriebeölkühlung.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist der zum Kompressor führende Lufteinlasskanal in zwei Zweigkanäle aufgeteilt, von denen einer die Befeuchtungseinrichtung und

den Wärmetauscher enthält und der andere direkt mit der Atmosphäre in Verbindung steht, und ist eine Schaltvorrichtung zum Verbinden des einen oder anderen Zweigkanales mit dem Kompressor vorgesehen. Diese Ausführungsform ermöglicht in bezug auf die Zuführung der Einlassluft zum Kompressor zwei Varianten. Bei der ersten Variante strömt die Einlassluft über den Wärmetauscher zum Vorerhitzen und die Befeuchtungseinrichtung zum Kompressor, wird daher vor dem Komprimieren befeuchtet. Bei der zweiten Variante strömt die Einlassluft über den anderen Zweigkanal direkt zum Kompressor und wird hierbei nicht vorerhitzt und befeuchtet. Je nach Wunsch kann daher durch Betätigung der Schaltvorrichtung (Schieber, Klappe, Ventil etc.) der eine oder andere Weg für die Einlassluft gewählt werden. Gelangt die Einlassluft über den den Wärmetauscher zum Vorerhitzen und die Befeuchtungseinrichtung enthaltenden Zweigkanal zum Kompressor, erfolgt eine Kühlung des Kühlmittels in der vorstehend beschriebenen Weise. Gelangt die Einlassluft über den anderen Zweigkanal direkt aus der Atmosphäre zum Kompressor, würde eine derartige Kühlung des Kühlmittels nicht erfolgen, da der Kompressor hierbei keine den Wärmetauscher passierende Einlassluft ansaugt. Um auch für diesen Fall eine Kühlung des Kühlmittels der Brennkraftmaschine zu erreichen (ohne dass diese einen herkömmlichen Radiatorkühler aufweisen muss), ist erfindungsgemäß ein Gebläse vorgesehen, das die Einlassluft durch den Wärmetauscher und die Befeuchtungseinrichtung fördert und wieder an die Atmosphäre abgibt. Hierbei wird somit die befeuchtete Einlassluft nicht der Brennkraftmaschine zugeführt, sondern einfach wieder an die Atmosphäre abgegeben. Durch die umgewälzte Einlassluft wird allerdings das den Wärme-

tauscher der Befeuchtungseinrichtung passierende Kühlmittel gekühlt. Das hierfür benötigte Gebläse kann wesentlich kleiner dimensioniert sein als die erwähnten herkömmlichen Gebläse von Radiatorkühlern.

5

Die zuletzt beschriebene Ausführungsform arbeitet beispielsweise bei normaler Last (>20 %) auf erfindungsgemäße Weise, gemäß der befeuchtete Einlassluft dem Kompressor zugeführt wird. Das zusätzlich vorgesehene Gebläse zur
10 Abgabe der Einlassluft an die Atmosphäre ist dabei ausgeschaltet. Bei niedriger Last (<20 %) wird über die vorhandene Schaltvorrichtung umgeschaltet, so dass der Kompressor direkt Einlassluft ohne Passieren der Befeuchtungseinrichtung über den anderen Zweigkanal ansaugt. Hierbei wird das
15 zusätzliche Gebläse eingeschaltet, so dass Luft über den Wärmetauscher und die Befeuchtungseinrichtung angesaugt und wieder zur Atmosphäre abgegeben wird, so dass auch bei niedriger Last eine Kühlung des Kühlmittels erfolgt, ohne dass hierbei auf großdimensionierte herkömmliche Gebläse-
20 kühler zurückgegriffen werden muss.

In Weiterbildung der Erfindung weist die Befeuchtungseinrichtung mehrere hintereinander geschaltete Befeuchtungseinheiten auf, denen jeweils ein Wärmetauscher vorgeschaltet ist, wobei die Wärmetauscher in den Flüssigkeitskreis
25 geschaltet sind. Dabei sind die Wärmetauscher vorzugsweise parallel zueinander in den Flüssigkeitskreis geschaltet. Der Flüssigkeitskreis hat daher bei dieser Ausführungsform Verzweigungsstellen, von denen Zweigleitungen zu den jeweiligen Wärmetauschern führen. Entsprechende Zweigleitun-
30

gen führen von den jeweiligen Wärmetauschern bis zu Verzweigungsstellen des Flüssigkeitskreises zurück.

Wie erwähnt, wird der Flüssigkeitskreis vom Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine durchflossen. Da es sich hierbei um 5 Kühlwasser mit oder ohne entsprechende Zusätze handelt, ist der Flüssigkeitskreis als Wasserkreis ausgebildet.

Einzelheiten in bezug auf die Funktionsweise der Befeuchtungseinrichtung sowie des zugehörigen Wärmetauschers (Vor- 10 erhitzers) sind in der eingangs erwähnten WO 02/075141 A1 erläutert. Die Offenbarung dieser Veröffentlichung wird daher für die vorliegende Anmeldung übernommen, ohne dass hier jede Einzelheit nochmals offenbart wird.

15

Wie erwähnt, wird die vom Kompressor kommende komprimierte und befeuchtete Einlassluft im weiteren Wärmetauscher (Ladeluftkühler) gekühlt. Eine derartige Kühlung ist erwünscht, wobei jedoch eine Kondensation der komprimierten 20 und befeuchteten Luft vermieden werden muss. Dies wird vorzugsweise so erreicht, dass der Flüssigkeitskreis ein Bypassventil und eine Bypassleitung aufweist, die eine Rückführung der vom Wärmetauscher kommenden Flüssigkeit (Kühlmittel der Brennkraftmaschine) zu demselben ohne Passieren des weiteren Wärmetauschers ermöglichen. Stellt beispielsweise ein Sensor fest, dass eine weitere Abkühlung der komprimierten und befeuchteten Einlassluft zu einer Kondensation führen würde, wird das Bypassventil geöffnet und die vom Wärmetauscher kommende Flüssigkeit zum Wärmetauscher teilweise zurückgeführt, ohne den weiteren Wärmetauscher zu passieren. Der Flüssigkeitskreis wird daher 30

teilweise kurzgeschlossen, was zur Folge hat, dass die befeuchtete und komprimierte Einlassluft im weiteren Wärmetauscher (Ladeluftkühler) weniger abgekühlt wird. Durch Schließen des Bypassventiles kann der Flüssigkeits-

5 kreis wieder im Normalbetrieb betrieben werden. Mit dem Bypassventil kann somit die Kühlung der befeuchteten und komprimierten Einlassluft reguliert werden.

Die erfindungsgemäße Lösung zeichnet sich durch einen besonders einfachen Aufbau aus, da es relativ unkompliziert ist, einen einzigen Flüssigkeitskreis vorzusehen, in den der Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine integriert bzw. an den der Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine angeschlossen ist. In diesem Kreis sind zwei (oder mehrere) im

15 Prinzip gleiche Wärmetauscher im Abstand voneinander zu installieren und über einen Flüssigkeitskreis (Wasserkreis) miteinander zu verbinden. Hierzu ist lediglich ein Flüssigkeitsrohrsystem mit einer Pumpe erforderlich.

20 Den Wärmetauschern bzw. Befeuchtungseinrichtungen können entsprechende Tropfenabscheider nachgeschaltet sein.

Bei der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine handelt es sich vorzugsweise um Dieselmotoren, die stationär oder in

25 Fahrzeugen angeordnet sind. Stationäre Anlagen werden vorzugsweise zur Stromerzeugung verwendet. Hierbei kann der ohnehin für den Generator vorgesehene Ventilator zum Kühlen der Kühlflüssigkeit der Brennkraftmaschine verwendet werden, während der großdimensionierte Radiator- bzw. Gebläse-

30 kühler entfallen kann. Dies ist auch bei Industriemotoren

oder sonstigen Motoren der Fall, so dass insgesamt eine beträchtliche Kosten- und Raumersparnis erzielt werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung im einzelnen erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines mit einem Turbolader versehenen Dieselmotors, der einen herkömmlichen Gebläsekühler für das Kühlwasser aufweist;
- Figur 2 eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Dieselmotors mit in den Flüssigkeitskreis des Wärmetauschers der Befeuchtungseinrichtung integriertem Kühlmittelkreis; und
- Figur 3 eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines mit einem Turbolader versehenen Dieselmotors, der zwei Zweigkanäle zur Einführung der Einlassluft aufweist.

25

Figur 1 zeigt in schematischer Ansicht einen herkömmlich ausgebildeten, mit einem Turbolader versehenen Dieselmotor 1. Die zur Durchführung des Verbrennungsvorganges benötigte Einlassluft gelangt über einen Luftfilter 8 und einen Ansaugkrümmer 7 in einen Kompressor 15 des Turboladers und wird dort verdichtet. Vom Kompressor 15 gelangt die kom-

30

primierte und dadurch erhitzte Einlassluft über ein Einlassrohr 3 zum Zylinderblock, wo sie den einzelnen Zylindern 2 (hier sind vier Zylinder dargestellt) zugeführt wird. Auf dem Weg zum Zylinderblock passiert die komprimierte und erhitzte Einlassluft einen Ladeluftkühler 9, in dem sie gekühlt wird. Bei dem Ladeluftkühler 9 handelt es sich um einen Luft/Flüssigkeits-Wärmetauscher, dessen Flüssigkeitskreis vom Kühlmittel des Motors durchflossen wird.

10

Die durch die Verbrennung erzeugten Abgase strömen über ein Auslassrohr 4 zu einem Auslasskrümmer 6 und werden an die Atmosphäre abgegeben. Dabei treiben sie eine Turbine 5 des Turboladers an, deren Welle den Kompressor 15 antreibt.

15

Der Kühlmittelkreis des Motors ist bei 10 nur schematisch angedeutet. In den Kühlmittelkreis ist ein üblicher Kühler 13 geschaltet, der zur Kühlung des Kühlmittels von einem Gebläse 14 beaufschlagt wird. Eine Pumpe 12 wälzt das Kühlmittel im Kühlmittelkreis um, in den des weiteren ein bei 20 11 gezeigter Ölkühler geschaltet ist.

Bei diesem herkömmlich ausgebildeten Dieselmotor wird somit das Kühlmittel durch einen aufwendig ausgebildeten Kühler mit Gebläse 14 gekühlt.

Figur 2 zeigt in schematischer Weise eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Dieselmotors 20, bei dem die Einlassluft befeuchtet wird und der keinen herkömmlich ausgebildeten Kühler mit Gebläse zum Kühlen des Kühlmittels aufweist. Bei dieser Ausführungsform passiert

30

die Einlassluft einen Luftfilter 30 und vier stufenweise hintereinandergeschaltete Befeuchtungseinheiten 28, denen jeweils ein Wärmetauscher 31 vorgeschaltet ist. Der vorgeschaltete Wärmetauscher 31 dient zum Erwärmen der Einlassluft, damit diese in der nachfolgenden Befeuchtungseinheit 28 auf optimale Weise mit Feuchtigkeit beaufschlagt werden kann. Der Aufbau einer derartigen Befeuchtungseinheit ist aus der eingangs erwähnten WO 02/075141 A1 sowie dem darin angegebenen Stand der Technik bekannt und wird daher an dieser Stelle nicht mehr im einzelnen beschrieben. Jedemfalls kann es sich hierbei um Rieselbefeuchter handeln, die von oben nach unten mit Wasser (Süßwasser, Salzwasser) durchströmt werden, wobei das Wasser über geeignete Rieselbefeuchtungseinrichtungen auf ein Füllkörperbett gesprüht wird. Der Rieselbefeuchter wird in Querrichtung von der Einlassluft durchströmt, wobei diese entsprechende Feuchtigkeit auf adiabatische Weise aufnimmt. Die Wasserzuführung für die Befeuchtungseinheiten ist bei 29 angedeutet.

Die vorerwärmte und befeuchtete Einlassluft gelangt über den Ansaugkrümmer 27 in einen Kompressor 24 eines Turboladers und wird dort komprimiert. Sie wird dann über das Einlassrohr 22 dem Zylinderblock zugeführt und auf die einzelnen Zylinder 21 verteilt. Im Einlassrohr 22 befindet sich ein Ladeluftkühler 35, bei dem es sich um einen Luft/Flüssigkeits-Wärmetauscher handelt, der vom Kühlmittel des Motors durchströmt wird.

Das vom Dieselmotor erzeugte Abgas gelangt über ein Auslassrohr 23 und eine Turbine 25 des Turboladers zu einem

Auslasskrümmer 26 und wird in die Atmosphäre abgegeben. Die Turbine 25 treibt den Kompressor 24 des Turboladers an.

Bei dieser Ausführungsform bilden der Kühlmittelkreis des Dieselmotors sowie der Flüssigkeitskreis der zum Vorerhitzen der Einlassluft dienenden Wärmetauscher 31 einen einheitlichen Kreis 32, der vom Kühlmittel (Kühlwasser) des Motors durchströmt wird. Das Kühlmittel wird dabei im Wärmetauscher 31 (den hier dargestellten vier Wärmetauschereinheiten) in ausreichender Weise abgekühlt, so dass ein zusätzlicher Kühler für das Kühlmittel nicht benötigt wird und ein herkömmlicher Kühler wie bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform entfallen kann. In diesem einzigen Kreis 32 wird das Kühlmittel mit Hilfe einer Pumpe 33 umgewälzt. In den Kreis sind der erwähnte Ladeluftkühler 35 sowie des weiteren ein Ölkühler 34 geschaltet. Die einzelnen Wärmetauschereinheiten des Wärmetauschers 31 sind parallel zueinander geschaltet.

Wenn im Betrieb des Dieselmotors vom Kompressor 24 Einlassluft angesaugt wird, passiert diese die vier Einheiten des Wärmetauschers 31 und wird dadurch erhitzt. Dabei wird dem im Kreis 32 umgewälzten Kühlmittel des Motors Wärme entzogen, so dass dieses abgekühlt wird. Das die Wärmetauschereinheiten verlassende Kühlmittel strömt durch den Ladeluftkühler 35 und entzieht dabei der befeuchteten und komprimierten Einlassluft Wärme, die abgekühlt wird. Das geringfügig erwärmte Kühlmittel gelangt dann in den Kühlmittelmantel des Motors und wird durch Aufnahme der Verbrennungswärme weiter erhitzt. Es durchströmt den Ölkühler 34, wobei nochmals eine Erhitzung folgt, bis das Kühlmittel dann in

den einzelnen Einheiten des Wärmetauschers 31 wieder abgekühlt wird.

Figur 3 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Dieselmotors. Der Grundaufbau des Motors ist der gleiche wie bei der Ausführungsform der Figur 2. Bei dieser Ausführungsform wird zwischen zwei Betriebszuständen unterschieden. Bei geringer Last (<20 %) wird die dem Motor zugeführte Einlassluft nicht befeuchtet, während sie bei Normallast (>20 %) befeuchtet wird. Um dies zu erreichen, ist der Lufteinlasskanal in zwei Zweigkanäle aufgeteilt, wobei sich an der Aufteilungsstelle eine Schalteinrichtung 39, beispielsweise ein Schieber, eine Klappe, ein Ventil etc., befindet, mit der der jeweilige Zweigkanal freigegeben und der andere Kanal gesperrt werden kann. Wenn beispielsweise der dargestellte Dieselmotor 20 unter Normallast arbeitet, hat die Schaltvorrichtung 39 die in Figur 3 mit durchgezogener Linie gezeigte Stellung, in der der sich in der Figur nach rechts erstreckende Zweigkanal für die Einlassluft mit dem Kompressor 24 des Turboladers verbunden wird. Die angesaugte Einlassluft wird daher wie bei der Ausführungsform der Figur 2 über vier Einheiten eines Wärmetauschers 31 vorerhitzt und in vier Befeuchtungseinheiten 28 befeuchtet. Die vorerhitzte und befeuchtete Einlassluft gelangt dann in den Kompressor 24 und wird dem Motor über den Ladeluftkühler 35 zugeführt. In diesem Betriebszustand funktioniert der Motor der Ausführungsform der Figur 3 daher in der gleichen Weise wie der Motor der Ausführungsform der Figur 2. Die Einheiten des Wärmetauschers 31 werden vom Kühlmittel des Motors durchströmt, das hierin abgekühlt wird, ohne

dass ein zusätzlicher Kühler für das Kühlmittel benötigt wird.

Wenn der Motor bei geringer Last arbeitet, beispielsweise
5 im Leerlauf, kann eine Befeuchtung der Einlassluft nicht erforderlich sein. In diesem Fall wird daher die Schaltvorrichtung 39 auf die in Figur 3 punktiert dargestellte Stellung umgeschaltet, so dass nunmehr der sich in der Figur nach links erstreckende Zweigkanal 38 in Verbindung
10 mit dem Kompressor 24 gebracht wird. Die Einlassluft wird daher über den Zweigkanal 38 angesaugt und gelangt ohne Erhitzung und Befeuchtung zum Kompressor 24. Der Motor arbeitet daher in diesem Betriebszustand nicht mit befeuchteter Einlassluft.

15

Bei der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform ist der Dieselmotor mit einem zusätzlichen kleindimensionierten Gebläse (Ventilator) 40 versehen, der bei der in Figur 3 gezeigten Stellung der Schaltvorrichtung 39 Einlassluft
20 durch den ersten Zweigkanal 37 zieht, welcher die entsprechenden Einheiten des Wärmetauschers 31 und Befeuchtungseinheiten 28 aufweist. Im Zustand niedriger Last wird somit Einlassluft angesaugt, jedoch nicht dem Kompressor 24 zugeführt, sondern über einen in Figur 3 gestrichelt dargestellten Zweigkanal ungenutzt zur Atmosphäre abgeführt.
25 Hierdurch wird das im Kreis 32 über die Pumpe 33 umgewälzte Kühlmittel des Motors, das die entsprechenden Einheiten des Wärmetauschers 31 passiert, gekühlt, so dass auch im Zustand niedriger Last eine Kühlmittelkühlung stattfindet,
30 wenn auch nicht in dem Ausmaß wie im Zustand normaler Last.

Ergänzend sei noch darauf hingewiesen, dass die Befeuchtungseinheiten 28 und Einheiten des Wärmetauschers 31 in einer Wanne angeordnet sind, die einen bei 36 angedeuteten Abfluss aufweist. Auf diese Weise wird überschüssige Flüssigkeit, die zum Befeuchten verwendet wird, abgeführt.

Die über den Zweigkanal 38 zugeführte Einlassluft passiert ebenfalls einen Luftfilter.

10 Insgesamt arbeitet der erfindungsgemäße Motor somit mit einem einzigen Flüssigkeitskreis, der einerseits die Aufgabe hat, die Einlassluft vorzuerwärmen, und andererseits das zum Kühlen des Motors verwendete Kühlmittel kühlt. Hierdurch kann ein aufwendig gestalteter herkömmlicher
15 Kühler mit Gebläse entfallen, so dass eine wesentliche Kostenersparnis erzielt wird. Dies schließt natürlich nicht aus, dass zusätzliche Kühler zum Kühlen des Kühlmittels vorhanden sind, die jedoch infolge der durch den Wärmetauscher 31 erreichten Kühlung geringer dimensioniert
20 werden können als bei herkömmlichen Ausführungsformen.

Wenn vorstehend von einem Kühlmittelkreis und einem Flüssigkeitskreis die Rede ist, so schließt dies natürlich nicht aus, dass die Brennkraftmaschine auch mehrere ge-
25 koppelte Kühlmittel/Flüssigkeitskreise aufweisen kann.

5

10

Patentansprüche

1. Mit einem Turbolader versehene, einen Kühlmittelkreis aufweisende Brennkraftmaschine mit einer Befeuchtungseinrichtung zum Befeuchten der Einlassluft der Brennkraftmaschine, durch die die Einlassluft und eine Befeuchtungsflüssigkeit strömen und miteinander in Kontakt treten und die in Strömungsrichtung der Einlassluft stromauf des Kompressors des Turboladers angeordnet ist, und einem in Strömungsrichtung der Einlassluft stromauf der Befeuchtungseinrichtung angeordneten, zum Vorerhitzen der Einlassluft dienenden Wärmetauscher, der von der atmosphärischen Einlassluft durchströmt wird und in einen Flüssigkeitskreis geschaltet ist, mit dem die der Brennkraftmaschine zugeführte befeuchtete und vom Kompressor komprimierte Einlassluft über einen weiteren Wärmetauscher (Ladeluftkühler) gekühlt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlmittelkreis der Brennkraftmaschine (20) in den Flüssigkeits-

kreis (32) integriert ist, wobei der zum Vorerhitzen der Einlassluft dienende Wärmetauscher (31) vom Kühlmittel der Brennkraftmaschine (20) durchflossen wird und dieses kühlt.

5

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkeitskreis (32), in den der Kühlmittelkreis integriert ist, keinen weiteren Kühler zum Kühlen des Kühlmittel aufweist.

10

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkeitskreis (32), in den der Kühlmittelkreis integriert ist, einen Hilfskühler zum Kühlen des Kühlmittels aufweist.

15

4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Flüssigkeitskreis (32), in den der Kühlmittelkreis integriert ist, ein Hilfskühler zum Kühlen des Kühlmittels zuschaltbar ist.

20

5. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Flüssigkeitskreis (32), in den der Kühlmittelkreis integriert ist, ein Ölkühler (34) angeordnet ist.

25

6. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zum Kompressor (24) führende Lufteinlasskanal in zwei Zweigkanäle (37, 38) aufgeteilt ist, von denen einer (37) die Befeuchtungseinrichtung (28) und den Wärmetauscher (31) enthält und der andere (38) di-

30

rekt mit der Atmosphäre in Verbindung steht, und dass eine Schaltvorrichtung (39) zum Verbinden des einen oder anderen Zweigkanales (37, 38) mit dem Kompressor (24) vorgesehen ist.

5

7. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Gebläse (40) aufweist, das die Einlassluft durch den Wärmetauscher (31) und die Befeuchtungseinrichtung (28) fördert.

10

8. Brennkraftmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Gebläse (40) die Einlassluft, die den Wärmetauscher (31) passiert hat, zur Atmosphäre abführt.

15

9. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Befeuchtungseinrichtung (28) mehrere hintereinander geschaltete Befeuchtungseinheiten aufweist, denen jeweils eine Einheit des Wärmetauschers (31) vorgeschaltet ist.

20

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Einheiten des Wärmetauschers (31) parallel zueinander in den Flüssigkeitskreis (32) geschaltet sind.

25

30

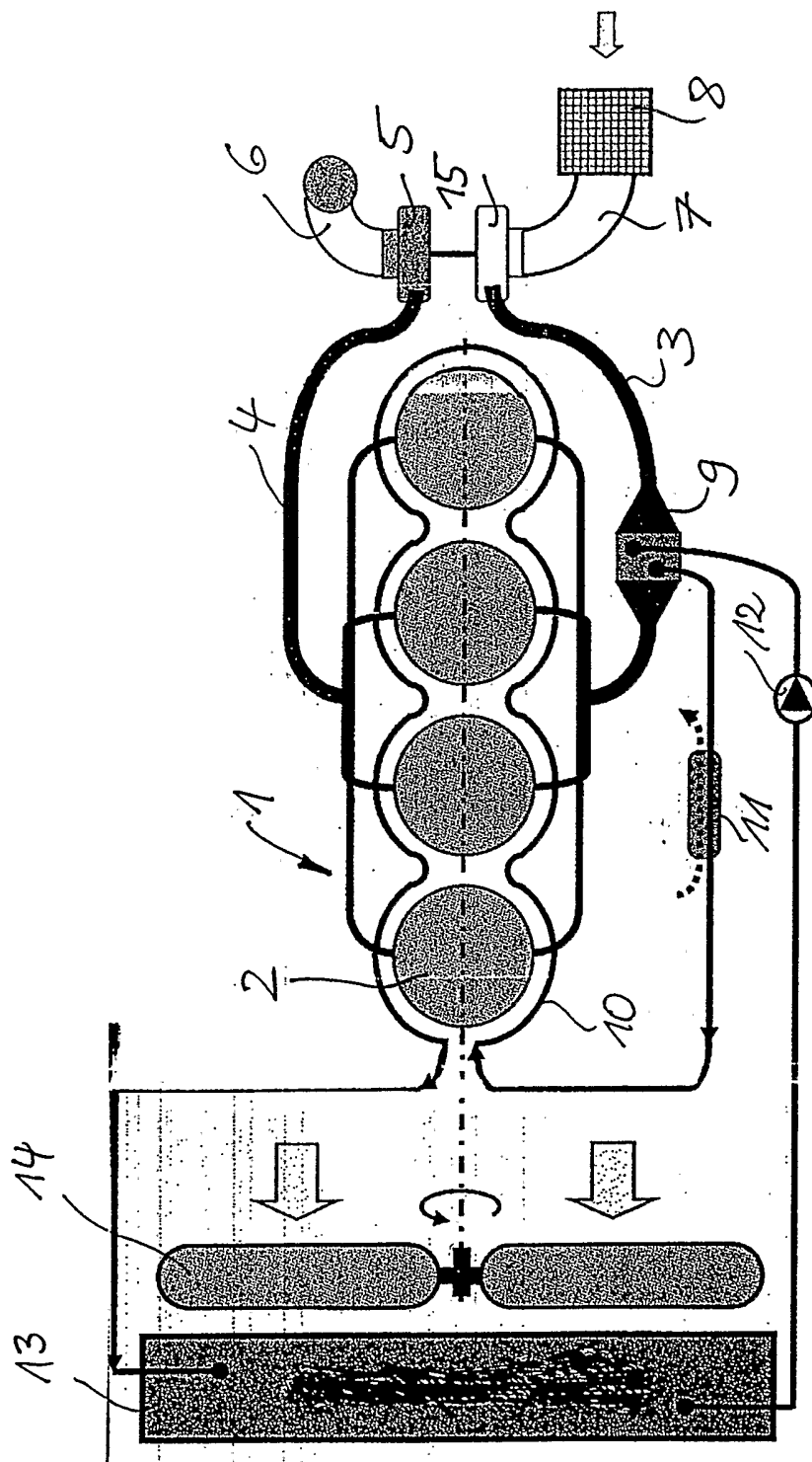


FIG. 1

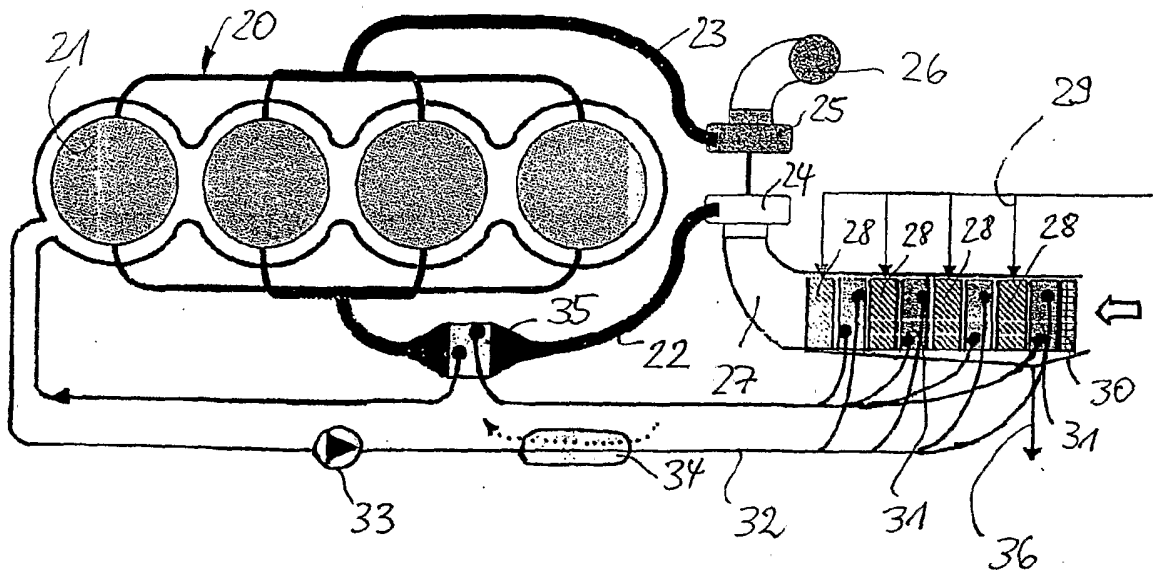


FIG. 2

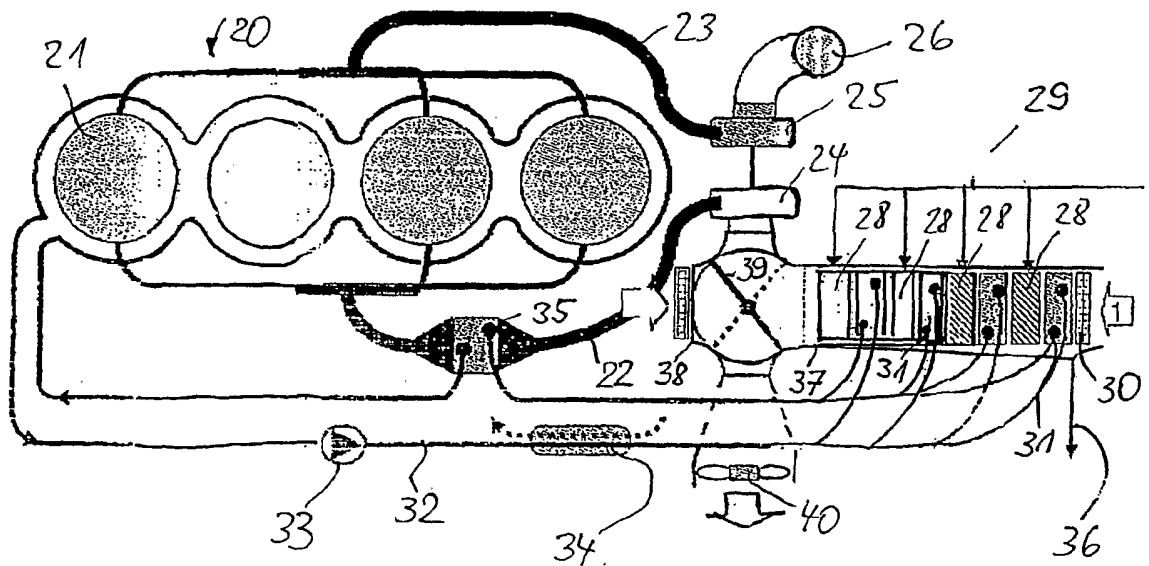


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC 7 F02M25/028 F02M31/10 F02B29/04 F01P3/20		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F02M F02B F01P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/031795 A (WÄRTSILÄ TECHNOLOGY OY AB; HÄGGLUND, THOMAS; HOLMGREN, HARRY) 17 April 2003 (2003-04-17)	1,3,4
Y	abstract; figure	2,5-7,9, 10
A	page 3, line 25 - page 6, line 2	8
Y	US 4 192 266 A (DUCKWORTH CHARLES E) 11 March 1980 (1980-03-11)	2
A	abstract; figures column 1, line 6 - line 58 column 3, line 4 - column 4, line 16 column 5, line 2 - column 7, line 7 ----- -/--	1,3-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
° Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
20 June 2005		28/06/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Döring, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000367

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02/075141 A (MUNTERS EUROFORM GMBH; WETTERGARD, JAN; BULANG, SIEGFRIED) 26 September 2002 (2002-09-26) abstract; figures	5, 9, 10
A	page 7, line 1 - page 9, last line -----	1-4, 6-8
Y	US 6 347 605 B1 (WETTERGARD JAN) 19 February 2002 (2002-02-19) abstract; figures	6
A	column 1, line 10 - line 23 column 3, line 14 - column 4, line 51 -----	1-5, 7-10
Y	DE 27 38 807 A1 (LINDER HENRY C) 15 March 1979 (1979-03-15) abstract; figures	7
A	page 13, paragraph 1 - page 14, paragraph 7 page 21, paragraph 2 - page 22, paragraph 5 -----	1-6, 8-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000367

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03031795	A	17-04-2003	FI 20011965 A	10-04-2003
			CN 1568402 A	19-01-2005
			EP 1434936 A1	07-07-2004
			WO 03031795 A1	17-04-2003
			JP 2005504918 T	17-02-2005
			US 2004244734 A1	09-12-2004
US 4192266	A	11-03-1980	NONE	
WO 02075141	A	26-09-2002	CA 2441614 A1	26-09-2002
			WO 02075141 A1	26-09-2002
			DE 10211167 A1	26-09-2002
			DE 10291086 D2	15-04-2004
			EP 1370760 A1	17-12-2003
			JP 2004525292 T	19-08-2004
			NO 20034178 A	20-11-2003
			US 2004149240 A1	05-08-2004
US 6347605	B1	19-02-2002	DE 19938356 A1	15-02-2001
			EP 1076168 A2	14-02-2001
DE 2738807	A1	15-03-1979	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/000367

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02M25/028 F02M31/10 F02B29/04 F01P3/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M F02B F01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 03/031795 A (WÄRTSILÄ TECHNOLOGY OY AB; HÄGGLUND, THOMAS; HOLMGREN, HARRY) 17. April 2003 (2003-04-17)	1,3,4
Y	Zusammenfassung; Abbildung	2,5-7,9, 10
A	Seite 3, Zeile 25 - Seite 6, Zeile 2	8
Y	US 4 192 266 A (DUCKWORTH CHARLES E) 11. März 1980 (1980-03-11)	2
A	Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 58 Spalte 3, Zeile 4 - Spalte 4, Zeile 16 Spalte 5, Zeile 2 - Spalte 7, Zeile 7	1,3-10
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juni 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31-651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Döring, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 02/075141 A (MUNTERS EUROFORM GMBH; WETTERGARD, JAN; BULANG, SIEGFRIED) 26. September 2002 (2002-09-26) Zusammenfassung; Abbildungen	5,9,10
A	Seite 7, Zeile 1 - Seite 9, letzte Zeile	1-4,6-8
Y	US 6 347 605 B1 (WETTERGARD JAN) 19. Februar 2002 (2002-02-19) Zusammenfassung; Abbildungen	6
A	Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 23 Spalte 3, Zeile 14 - Spalte 4, Zeile 51	1-5,7-10
Y	DE 27 38 807 A1 (LINDER HENRY C) 15. März 1979 (1979-03-15) Zusammenfassung; Abbildungen	7
A	Seite 13, Absatz 1 - Seite 14, Absatz 7 Seite 21, Absatz 2 - Seite 22, Absatz 5	1-6,8-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/000367

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03031795	A	17-04-2003	FI 20011965 A	10-04-2003
			CN 1568402 A	19-01-2005
			EP 1434936 A1	07-07-2004
			WO 03031795 A1	17-04-2003
			JP 2005504918 T	17-02-2005
			US 2004244734 A1	09-12-2004
US 4192266	A	11-03-1980	KEINE	
WO 02075141	A	26-09-2002	CA 2441614 A1	26-09-2002
			WO 02075141 A1	26-09-2002
			DE 10211167 A1	26-09-2002
			DE 10291086 D2	15-04-2004
			EP 1370760 A1	17-12-2003
			JP 2004525292 T	19-08-2004
			NO 20034178 A	20-11-2003
			US 2004149240 A1	05-08-2004
US 6347605	B1	19-02-2002	DE 19938356 A1	15-02-2001
			EP 1076168 A2	14-02-2001
DE 2738807	A1	15-03-1979	KEINE	