

(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
21. Dezember 2000 (21.12.2000)

PCT

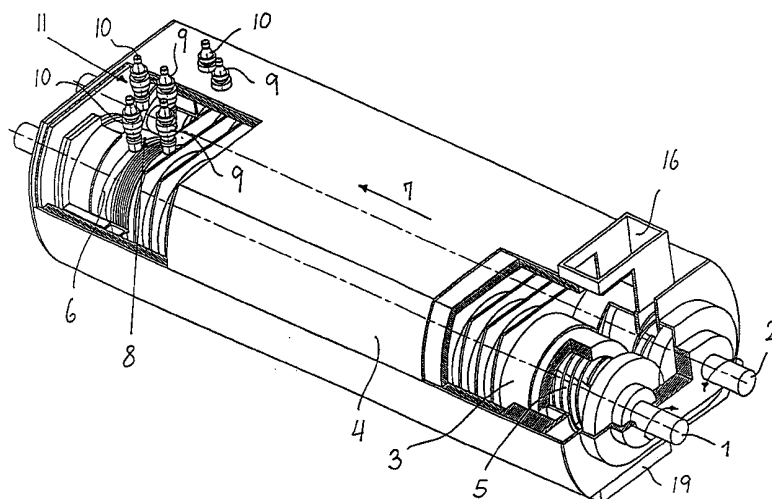
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/77363 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02B 53/00, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von F02C 3/055, F01C 1/16, 11/00 US): DIRO GMBH & CO. KG [DE/DE]; Vor den Eichen 19/23, 38471 Rühren-Brechtorf (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/01857 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 9. Juni 2000 (09.06.2000) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): TOMCZYK, Hubert [DE/DE]; Simrockstrasse 25, 40237 Düsseldorf (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwälte: BREMER, Ulrich, H. usw.; Theodor-Heuss-Strasse 1, 38122 Braunschweig (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE (Gebrauchsmuster), DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
- (30) Angaben zur Priorität: 199 26 891.6 12. Juni 1999 (12.06.1999) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A TURBOMACHINE AND CORRESPONDING TURBOMACHINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER TURBOMASCHINE UND TURBOMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a turbomachine and to a device for carrying out this method. The aim of the invention is to improve the degree of efficiency of a machine of this type. To this end, fresh air that has been drawn in by suction is isochorically heated in individual, closed off conveying and heating chambers (15), which are arranged in succession in the conveying direction (7), and then supplied to a working machine (6) in which the air is expanded and behind which the air is burnt after being mixed with fuel. The resulting combustion gases are then guided past the conveying and heating chambers (15) in the opposite direction to the conveying direction (7) of the same, in such a way that the fresh air that is drawn in by suction is successively isochorically heated in said chambers (15).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Turbomaschine sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Zur Verbesserung des Wirkungsgrades einer derartigen Maschine wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, angesaugte Frischluft in einzelnen abgeschlossenen, in Förderrichtung (7) aufeinanderfolgenden

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 00/77363 A1



KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent

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.

Förder- und Erwärmungskammern (15) isochorisch zu erwärmen und dann einer Arbeitsmaschine (6) zuzuführen, in der die Luft entspannt und hinter der die Luft nach Vermischung mit Kraftstoff verbrannt wird, wobei dann die so erzeugten Verbrennungsgase im Gegenstrom zu der Förderrichtung (7) der Förder- und Erwärmungskammern (15) an diesen so vorbeigeleitet werden, daß die angesaugte Frischluft in den genannten Kammern (15) sukzessive isochorisch erwärmt wird.

5 **Verfahren zum Betreiben einer Turbomaschine und Turbomaschine**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Turbomaschine sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

10

Bei herkömmlichen Motoren geht von der gesamten Wärmeenergie des Kraftstoffs ca. ein Drittel im Kühlwasser und ein Drittel in den Abgasen verloren. Bei einem ungekühlten Motor läßt sich die Energieausbeutung nur geringfügig von z.B. 34 % auf maximal 38,5 % steigern, aber nur unter Inkaufnahme einer Vergrößerung der Abgasverluste.

15

Es ist bekannt, zur teilweisen Rückgewinnung der Abgasenergie z.B. Turbolader vorzusehen, mit denen sich aber letztlich nur bei Kolbenmaschinen der Liefergrad vergrößern, die Abgasenergie aber nicht vollständig nutzen läßt.

20

Die CH 464 604 zeigt ein Verfahren zum Kühlen einer Schraubenkraftmaschine, bei dem Frischluft zwischen einem Verdichter und einer Brennkammer mittels Abgasen im Gegenstromverfahren erwärmt wird. Der Verdichter ist hierbei zur Erzeugung eines Druckgefälles notwendig, um die Frischluft durch einen Wärmetauscher zu befördern.

25

Die DE 94 01 804 U1 und die DD 276 512 A1 zeigen Verbrennungskraftmaschinen mit zwei parallelen kammförmig ineinandergreifenden Schraubenspindeln, durch die Frischluft zu einer Brennkammer befördert und Verbrennungsgase nachfolgend einer Expansionsstufe zugeführt werden.

30

35

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie zu dessen Durchführung eine Turbomaschine zu entwickeln, mit denen sich der genannte Wärmeverlust reduzie-

ren läßt.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens erfindungs-
gemäß dadurch gelöst, daß als Arbeitsmedium Frischluft an-
gesaugt, dann in einzelnen abgeschlossenen, in Förderrich-
5 tung aufeinanderfolgenden Förder- und Erwärmungskammern
kontinuierlich in Förderrichtung gefördert und hierbei iso-
chorisch erwärmt wird, und dann in eine Arbeitsmaschine
eingeleitet wird, in der insbesondere durch die isocho-
rische Erwärmung erzeugte Luftüberdruck durch Leistungsab-
10 gabe weitgehend abgebaut wird, wobei die Luft vor ihrer
Einleitung in die Arbeitsmaschine und/oder die aus der Ar-
beitsmaschine austretende Luft mit Kraftstoff vermischt und
eine Verbrennung eingeleitet wird, worauf die durch die
15 Verbrennung weiter erhitzten Verbrennungsgase im Gegen-
strom, also entgegen der Förderrichtung der Förder- und
Erwärmungskammern an diesen so vorbeigeleitet werden, daß
die angesaugte Frischluft bei ihrer kontinuierlichen Förde-
rung in Förderrichtung in den Förder- und Erwärmungskammern
20 sukzessive isochorisch erwärmt wird.

Erfindungsgemäß wird die vorstehend genannte Aufgabe vor-
richtungsmäßig gelöst mit zumindest zwei achsparallelen, in
entgegengesetzten Richtungen aber mit gleicher
25 Drehgeschwindigkeit antreibbaren, kammförmig ineinander-
greifenden, jeweils als Hohlwelle ausgebildeten Schraubens-
spindeln, die zusammen mit einem sie mantelseitig dicht um-
schließenden, nach außen mit einer Wärmeisolierung versehe-
nen Stator sich jeweils über einen Gewindeabschnitt er-
30 streckende, weitgehend abgeschlossene Luftkammern bilden,
die bei Drehung der Schraubenspindeln von einem Luftan-
saugstutzen in axialer Förderrichtung zu einem Luftein-
strömbereich einer drehfest mit den Schraubenspindeln ver-
bundenen Arbeitsmaschine verschoben werden, vor deren Luft-
35 eintritt und/oder nach deren Luftaustritt eine Brennkammer
vorgesehen ist, die eine Kraftstoffzufuhr- und Zündeinrich-

5 tung aufweist, wobei die Abgase über ein Abgasrohr jeweils
in das dem Luftansaugstutzen gegenüberliegende Ende eines
Wellenhohlraumes eingeleitet werden, der gegenüber den
Luftkammern als Gegenstromwärmetauscher ausgebildet ist und
im Bereich des Luftansaugstutzens in einen Auspuff mündet.

10 Erfindungsgemäß wird somit ein Teil der durch die Verbren-
nung erzeugten Wärmeenergie wieder in Druck umgewandelt,
was sich aus der isochorischen Erwärmung des in Luftkammern
eingeschlossenen Arbeitsmediums ergibt. Der so gewonnene
Luftdruck leistet dann in der Arbeitsmaschine, die z.B. in
einem dem Schraubenkompressor umgekehrten Sinne arbeiten
kann, Arbeit, wobei die dadurch erzeugte Wellendrehung in
einer bevorzugten Ausführungsform teilweise zur Luftvorver-
15 dichtung am Wellenanfang, z.B. in einem Schraubenkompres-
sor, genutzt werden kann.

20 Der Luftdruck sinkt nach der Expansion in der Arbeitsma-
schine so weit ab, wie es in dem Wärmetauscher für die
Überwindung der Strömungswiderstände erforderlich ist. Hin-
gegen sinkt die Lufttemperatur gemäß den thermodynamischen
Gesetzen für polytropische Expansion nicht so schnell ab,
so daß die weitere Lufterhitzung im Nachbrenner ausgehend
von einem bereits hohen Temperaturniveau erfolgen kann.
25 Dabei kann in dem Gegenstromwärmetauscher mit einer Tempe-
raturdifferenz von z.B. etwa 50°C - 100°C gearbeitet wer-
den.

30 Bei dem erfindungsgemäßen System entstehen in der das Sy-
stem nach außen abdeckenden Isolierung nur geringe Wärme-
verluste; auch die Abgasverluste lassen sich sehr niedrig
halten. Das erfindungsgemäße System verlangt zwar hitzebe-
ständige Materialien, jedoch werden diese nicht so stark
beansprucht wie z.B. Schaufeln in Düsenjetturbinen. Das
35 erfindungsgemäße System eignet sich daher insbesondere für
effiziente Stromerzeuger, Auto- und Schiffsmotoren und der-

gleichen.

Verfahrensmäßig ist es zweckmäßig, wenn die Temperatur der
Verbrennungsgase auf der Gegenstrom-Wärmetauscherstrecke
5 auf etwa die Temperatur der angesaugten Frischluft abge-
senkt und dadurch der Wirkungsgrad weiter erhöht wird.

Die Leistung läßt sich noch dadurch etwas steigern, daß zu-
mindest eine Kraftstoffteilmenge vor der Arbeitsmaschine in
10 die isochorisch erwärmte Frischluft eingebracht und zumin-
dest eine Teilverbrennung bereits vor der Arbeitsmaschine
eingeleitet wird. Ferner kann vorgesehen werden, daß in
zumindest einige der Förder- und Erwärmungskammern Wasser
eingesaugt oder eingespritzt wird.

Die Arbeitsmaschine kann eine Turbine sein, die mit einem
jeder Schraubenspindel vorgeschalteten Verdichter auf der
gleichen Welle arbeiten kann. Dabei kann anstelle eines
vorgeschalteten Verdichters oder aber auch zusätzlich eine
20 Verdichtung der angesaugten Frischluft dadurch erfolgen,
daß jede Schraubenspindel zumindest einen axialen Abschnitt
mit in Förderrichtung abnehmender Gewindesteigung aufweist.

Anders als in der CH 464 604 wird erfindungsgemäß die
25 Frischluft in separaten Förder- und Erwärmungskammern ge-
fördert, in denen eine Erwärmung stattfindet. Somit ist die
Verwendung eines Verdichters zur Erzeugung eines Druckge-
fälles nicht notwendig; ein Verdichter kann jedoch erfin-
dungsgemäß vorgeschaltet werden, um verdichtete Frischluft
30 zu befördern.

Anders als in der DE 94 01 804 U1 und DD 276 512 A1 wird
erfindungsgemäß der Wellenhohlraum als Gegenstromwärmetau-
scher für die Luftkammern genutzt, wodurch die erfindungs-
35 gemäße isochorische Erwärmung der einzelnen, weitgehend
abgeschlossenen Luftkammern, die in axialer Richtung zu der

Arbeitsmaschine befördert werden, ermöglicht wird.

Weitere Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der Unter-
ansprüche und werden in Verbindung mit weiteren Vorteilen
5 der Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher er-
läutert.

In der Zeichnung ist eine als Beispiel dienende
Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

10

Figur 1 in schaubildlicher Darstellung eine Turboma-
schine mit einem zur Verbesserung der Über-
sichtlichkeit teilweise aufgebrochenen Sta-
torgehäuse;

15

Figur 2 einen lotrechten Längsschnitt durch die Dar-
stellung gemäß Figur 1;

20

Figur 3 einen lotrechten Querschnitt durch das linke
Ende der Figur 2;

Figur 4 einen Horizontalschnitt durch die Turboma-
schine gemäß Figur 1;

25

Figur 5 in vergrößertem Maßstab in Draufsicht eine
Prinzipskizze von zwei miteinander kämmenden
Schraubenspindeln und

30

Figur 6 ein Temperatur- und Druckdiagramm für ein
erfindungsgemäßes Verfahren.

35

Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Tur-
bomaschine mit zwei achsparallelen, in entgegengesetzten
Richtungen aber mit gleicher Drehgeschwindigkeit antreib-
baren, kammförmig ineinandergreifenden Schraubenspindeln 1,

2, die mantelseitig von einem Stator 3 dicht umschlossen sind, der nach außen mit einer Wärmeisolierung 4 versehen ist (siehe auch Figur 5).

5 Jeder Schraubenspindel 1, 2 ist ein drehfest mit ihr verbundener Verdichter 5 vorgeschaltet und eine ebenfalls drehfest mit ihr verbundene Arbeitsmaschine 6 nachgeschaltet, die in dem dargestellten Ausführungsbeispiel schematisch als Turbine dargestellt ist. Die Förderrichtung der
10 vom Verdichter 5 angesaugten Frischluft ist durch einen Pfeil 7 gekennzeichnet.

In Förderrichtung 7 gesehen liegt vor der Arbeitsmaschine 6 für die über die Schraubenspindeln 1, 2 angeforderte Luft eine Vorbrennkammer 8, die mit einer Kraftstoff-Einspritzdüse 9 sowie einer Zündkerze 10 bestückt ist. Der Luftaustritt der Arbeitsmaschine 6 mündet in eine Nachbrennkammer 11, die ebenfalls eine Kraftstoff-Einspritzdüse 9 sowie eine Zündkerze 10 aufweist und über ein Abgasrohr 12 mit dem benachbarten Ende des Wellenhohlraumes 13 der jeweils
15 als Hohlwelle ausgebildeten Schraubenspindel 1, 2 verbunden ist.

Figur 5 läßt erkennen, daß die beiden Schraubenspindeln 1, 2 zusammen mit dem sie dicht umschließenden Stator 3 sich jeweils über einen Gewindeabschnitt 14 erstreckende, weitgehend abgeschlossene Luftkammern 15 bilden, die bei Drehung der Schrauben-

30 spindeln 1, 2 von einem Luftansaugstutzen 16 (siehe Figuren 1 und 3) in axialer Förderrichtung 7 zu einem nicht näher gekennzeichneten Lufteinströmbereich der drehfest mit der jeweiligen Schraubenspindel 1, 2 verbundenen Arbeitsmaschine 6 verschoben werden. Soll die von den Schraubenspindeln
35 1, 2 geförderte Luft auf ihrem Förderweg zusätzlich zu dem

vorgeschalteten Verdichter 5 verdichtet werden, kann für die Gewindeabschnitte 14 eine in Förderrichtung 7 abnehmende Steigung vorgesehen werden. Figur 5

5 zeigt im rechten Abschnitt der Schraubenspindel 1, 2 eine Steigung 17 und eine demgegenüber verringerte Steigung 18 im linken Abschnitt der Figur 5.

10 Der Wellenhohlraum 13 jeder Schraubenspindel 1, 2 ist gegenüber den Luftkammern 15 als Gegenstromwärmetauscher ausgebildet, der im Bereich des Luftansaugstutzens 16 in einem Auspuff 19 mündet. Dabei kann jeder Wellenhohlraum 13 mit Abgasleiteinrichtungen 20 bestückt sein, die in dem dargestellten Ausführungsbeispiel auf einer gemeinsamen Achse 21 angeordnete Leitschaukeln sind.

15

Werden über einen nicht näher dargestellten Anlasser die beiden an ihrem einen Ende mit dem Verdichter 5 und an ihrem anderen Ende mit der Arbeitsmaschine 6 bestückten Schraubenspindeln 1, 2 gegeneinander in Rotation versetzt, saugen die Verdichter 5 über den Luftansaugstutzen 16 Frischluft an, die dann nach ihrer Verdichtung dem in den Figuren 1, 2 und 4 rechten Ende der Schraubenspindeln 1, 2 zugeführt wird. Hier wird die vorverdichtete Frischluft sozusagen portionsweise nacheinander in die in axialer Förderrichtung 7 vorwandernden Luftkammern 15 eingespeist, in denen die vorverdichtete Frischluft auf ihrem Förderweg zu der Arbeitsmaschine 6 durch die den Gegenstromwärmetauscher durchströmenden Abgase isochorisch, also bei konstantem Kammervolumen erwärmt wird. Die Abgaswärme wird somit in Temperatur- und Druckerhöhung der zur Arbeitsmaschine angeforderten Frischluft umgesetzt. In der im Ausführungsbeispiel vorgesehenen Vorbrennkammer 8 erfolgt dann eine teilweise Luftverbrennung. Die durch Leistungsabgabe in der Arbeitsmaschine 6 entspannte, aber noch heiße Luft wird dann in der Nachbrennkammer 11 noch weiter aufgeheizt. Diese aufgeheizten Abgase strömen dann von der Nachbrennkammer

20
25
30
35

11 über das Abgasrohr 12 durch den Wellenhohlraum 13 jeder Schraubenspindel 1, 2 und geben über deren innere Mantelfläche Wärme an die in den Luftkammern 15 eingeschlossene Luft ab, die dadurch in der vorstehend beschriebenen Weise isochorisch erwärmt wird. Nachdem die Temperatur der Abgase auf der Gegenstrom-Wärmetauscherstrecke auf etwa die Temperatur der angesaugten Frischluft abgesenkt wurde, treten die Abgase aus dem Auspuff 19 aus.

Auf der Gegenstrom-Wärmetauscherstrecke l_{20} (siehe Figur 6) dienen die im Ausführungsbeispiel als Schnecke angedeuteten Abgasleiteinrichtungen 20 zur Vergrößerung der Wandungsflächen, über die Wärme an die Luftkammern 15 abgegeben werden soll. Um eine gute Wärmeleitung zu erzielen, müssen die z.B. schneckenförmig ausgebildeten Abgasleiteinrichtungen 20 mit ihrer äußeren Mantelfläche fest an der Mantelfläche des Wellenhohlraumes 15 anliegen. Fertigungstechnisch kann der Einbau so erfolgen, daß die gesamte Abgasleiteinrichtung aus auf einer gemeinsamen Achse 21 angeordneten Leitschaufeln besteht und nach einer Unterkühlung konzentrisch in den Wellenhohlraum 13 eingeschoben wird, wo sich dann bei Erwärmung der Luftleiteinrichtung auf Raumtemperatur die Leitschaufeln mit ihren Außenrändern unter Spannung an die Mantelfläche des Wellenhohlraumes 13 anlegen.

In Figur 4 sind für die beiden Schraubenspindeln 1, 2 Lager 22 sowie Zahnräder 23 für die Drehverbindung der beiden Schraubenspindeln angedeutet.

Hinsichtlich des Verfahrensablaufes zeigt Figur 1 mit dem Bezugszeichen 16 das Ansaugen, mit dem Bezugszeichen 5 das Verdichten, mit den in Förderrichtung 7 ersten Zündkerzen 10 die Außenverbrennung, den durch die Arbeitsmaschine 6 symbolisierten Arbeitstakt, mit der darauf folgenden Kraftstoff-Einspritzdüse 9 und Zündkerze 10 die Innenverbrennung und mit dem Bezugszeichen 19 den Ausschub der Abgase nach

deren Temperaturabsenkung im Wärmetauscher.

Figur 6 zeigt ein Temperatur- und Druckdiagramm für ein
erfindungsgemäßes Verfahren. Dabei sind Temperatur und
5 Druck jeweils über die nutzbare Länge $l_{1,2}$ der Schrauben-
spindeln aufgetragen. Diese Länge $l_{1,2}$ setzt sich zusammen
aus den Teillängen l_5 für den Verdichter 5, l_{20} für den Ge-
genstromwärmetauscher und l_6 für die Arbeitsmaschine. Q_K
bezeichnet die aus dem Kraftstoff gewonnene Wärme, Q_T den
10 Wärmeaustausch und P die Motorleistung, also die Leistung
der Arbeitsmaschine 6.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Betreiben einer Turbomaschine, wobei als Arbeitsmedium Frischluft angesaugt, dann in einzelnen abgeschlossenen, in Förderrichtung (7) aufeinanderfolgenden Förder- und Erwärmungskammern (15) kontinuierlich in Förderrichtung gefördert und hierbei isochorisch erwärmt wird, und dann in eine Arbeitsmaschine (6) eingeleitet wird, in der insbesondere durch die isochorische Erwärmung erzeugte Luftüberdruck durch Leistungsabgabe weitgehend abgebaut wird, wobei die Luft vor ihrer Einleitung in die Arbeitsmaschine (6) und/oder die aus der Arbeitsmaschine (6) austretende Luft mit Kraftstoff vermischt und eine Verbrennung eingeleitet wird, worauf die durch die Verbrennung weiter erhitzten Verbrennungsgase im Gegenstrom, also entgegen der Förderrichtung (7) der Förder- und Erwärmungskammern (15) an diesen so vorbeigeleitet werden, daß die angesaugte Frischluft bei ihrer kontinuierlichen Förderung in Förderrichtung in den Förder- und Erwärmungskammern (15) sukzessive isochorisch erwärmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Turbomaschine in einem gegenüber dem Umfeld weitgehend wärmeisolierten System betrieben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die angesaugte Frischluft vor ihrer isochorischen Erwärmung verdichtet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Temperatur der Verbrennungsgase auf der Gegenstrom-Wärmetauscherstrecke auf etwa die Temperatur der angesaugten Frischluft abgesenkt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch**

gekennzeichnet, daß zumindest eine Kraftstoffteilmenge vor der Arbeitsmaschine (6) in die isochorisch erwärmte Frischluft eingebracht und zumindest eine Teilverbrennung bereits vor der Arbeitsmaschine (6) eingeleitet wird.

5

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß in zumindest einige der Förder- und Erwärmungskammern (15) Wasser eingesaugt oder eingespritzt wird.

10

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit zumindest zwei achsparallelen, in entgegengesetzten Richtungen aber mit gleicher Drehgeschwindigkeit antreibbaren, kammförmig ineinandergreifenden, jeweils als Hohlwelle ausgebildeten Schraubenspindeln (1, 2), die zusammen mit einem sie mantelseitig dicht umschließenden, nach außen mit einer Wärmeisolierung (4) versehenen Stator (3) sich jeweils über einen Gewindeabschnitt (14) erstreckende, weitgehend abgeschlossene Luftkammern (15) bilden, die bei Drehung der Schraubenspindeln (1, 2) von einem Luftansaugstutzen (16) in axialer Förderrichtung (7) zu einem Lufteinströmbereich einer drehfest mit den Schraubenspindeln (1, 2) verbundenen Arbeitsmaschine (6) verschoben werden, vor deren Lufteintritt und/oder nach deren Luftaustritt eine Brennkammer (8, 11) vorgesehen ist, die eine Kraftstoffzufuhr- und Zündeinrichtung (9, 10) aufweist,

15

20

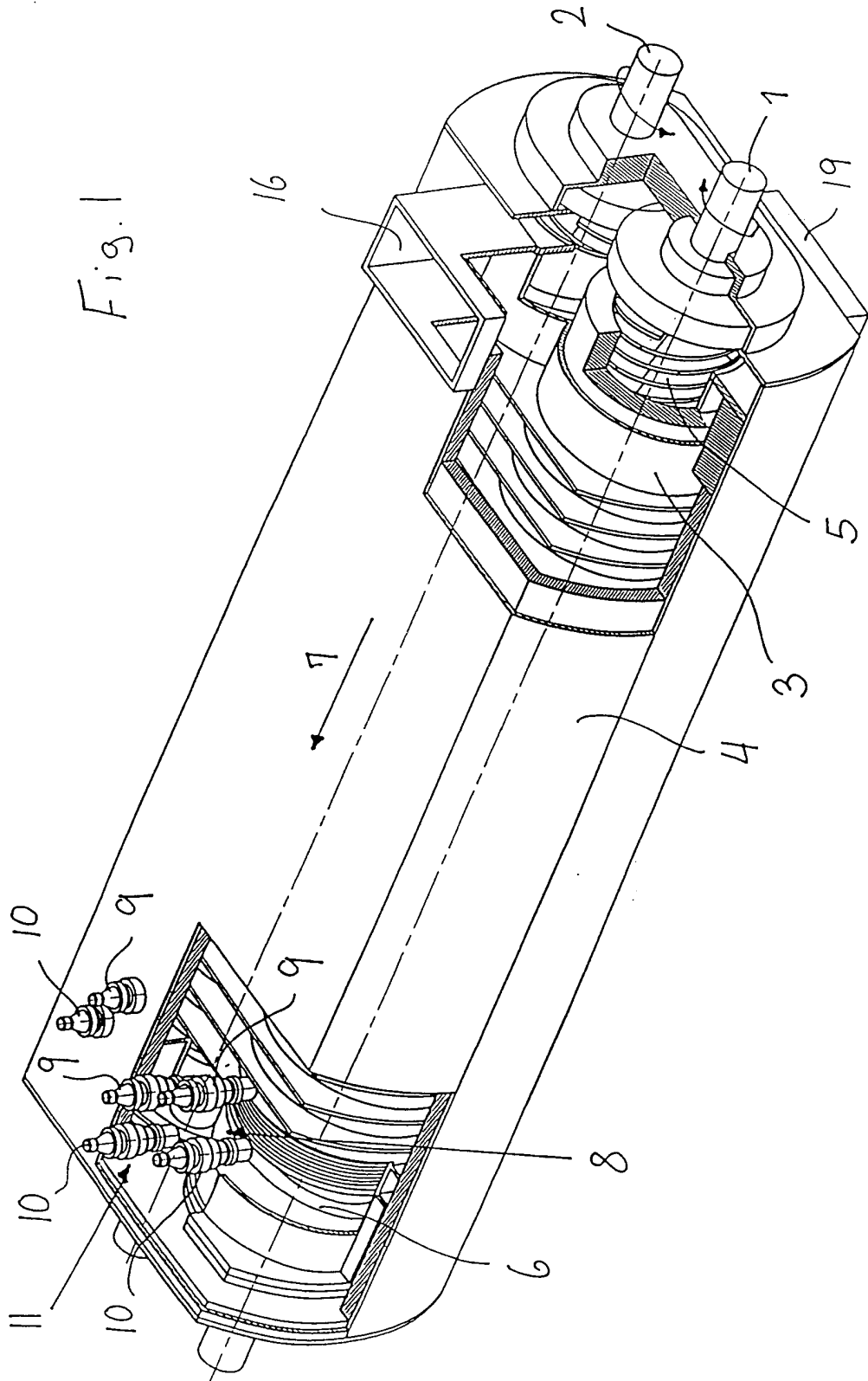
25

30

35

wobei die Abgase über ein Abgasrohr (12) jeweils in das dem Luftansaugstutzen (16) gegenüberliegende Ende eines Wellenhohlraumes (13) eingeleitet werden, der gegenüber den Luftkammern (15) als Gegenstromwärmetauscher ausgebildet ist und im Bereich des Luftansaugstutzens (16) in einen Auspuff (19) mündet.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Arbeitsmaschine (6) eine Turbine ist.
- 5 9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Schraubenspindel (1, 2) ein Verdichter (5) vorgeschaltet ist, der mit der Arbeitsmaschine (6) auf der gleichen Welle arbeitet.
- 10 10. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Schraubenspindel (1, 2) zumindest einen axialen Abschnitt mit in Förderrichtung (7) abnehmender Gewindesteigung (17, 18) aufweist.
- 15 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Wellenhohlraum (13) mit Abgasleit-einrichtungen (20) bestückt ist.
- 20 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abgasleit-einrichtungen (20) schneckenförmig ausgebildet sind und mit ihrer äußeren Mantelfläche fest an der Mantelfläche des Wellenhohlraumes (13) anliegen.
- 25 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor der Arbeitsmaschine (6) für die über die Schraubenspindeln (1, 2) angeforderte Luft ein Vorbrenner (8) angeordnet ist, der eine Kraftstoffzufuhr- und Zünd-einrichtung (9, 10) aufweist.
- 30 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gegenstromwärmetauscher (13, 20, 21) noch eine zwischen der Wärmeisolierung (4) und der Außenwandung des Stators (3) hindurchgeführte, in den genannten Auspuff (19) mündende Abgasleitung aufweist.



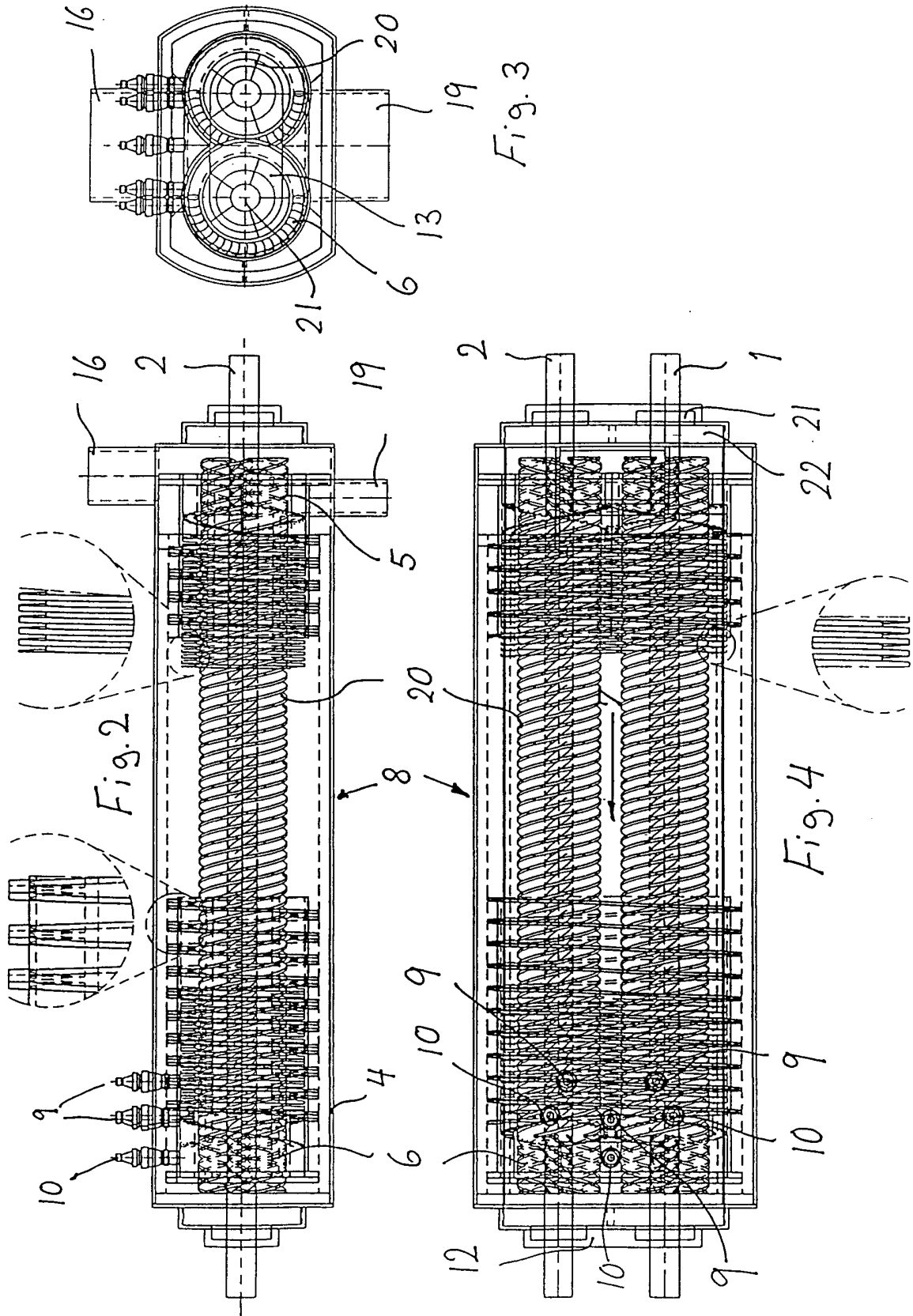
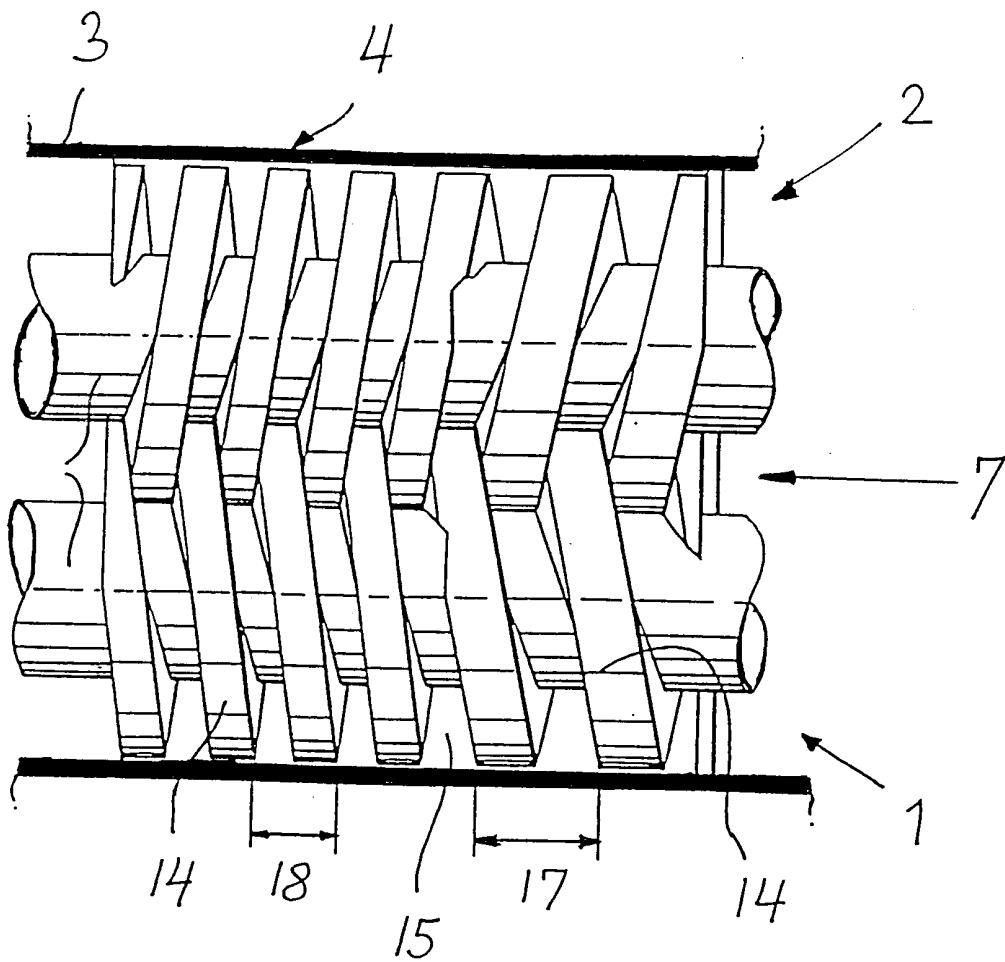


Fig. 5



TEMPERATURDIAGRAMM

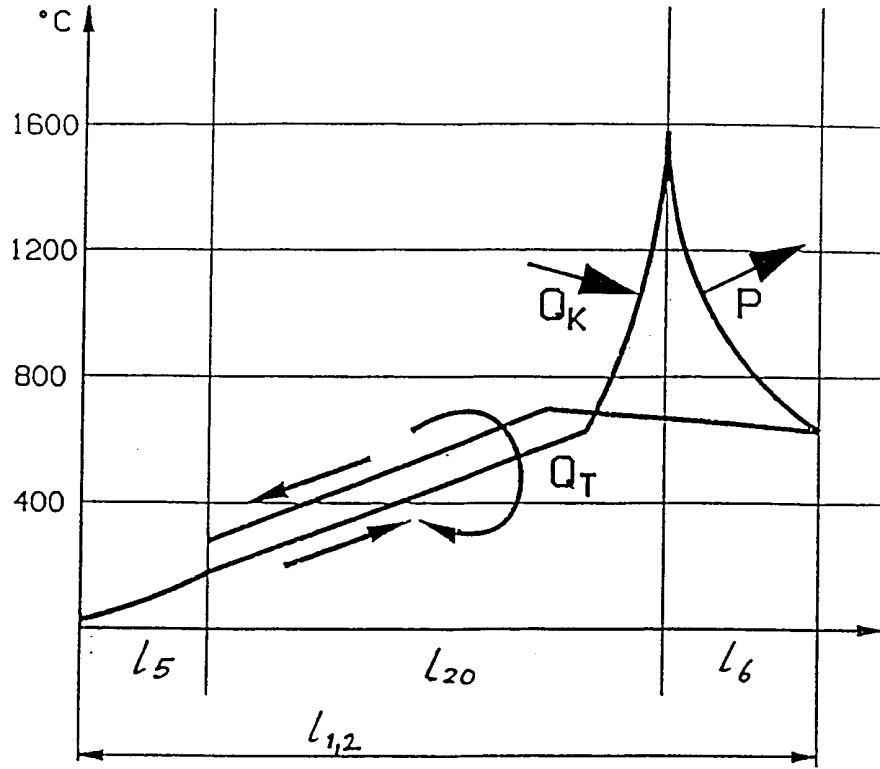
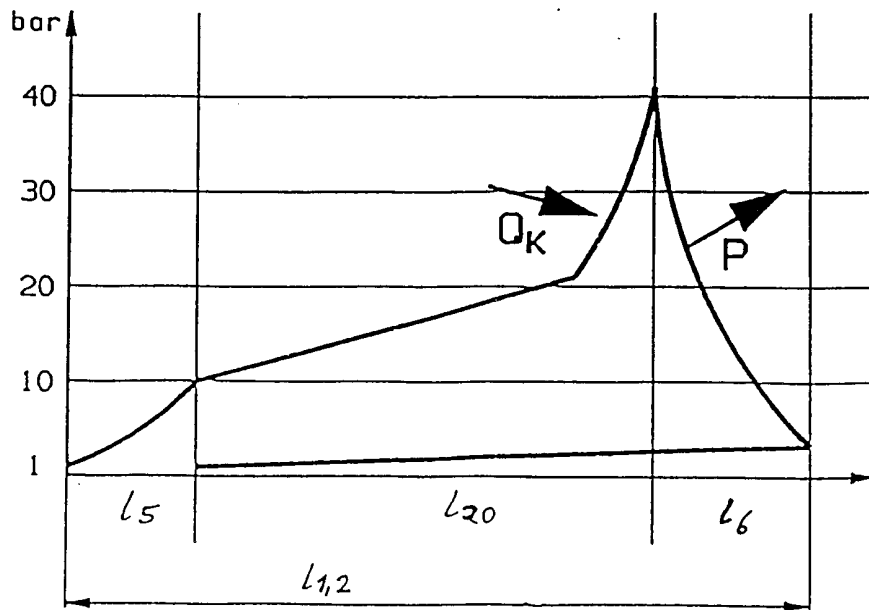


Fig.6

DRUCKDIAGRAMM



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/DE 00/01857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02B53/00 F02C3/055 F01C1/16 F01C11/00

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 F02B F02C F01C

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 995 431 A (SCHWARTZMAN EVERETT H) 7 December 1976 (1976-12-07) figure A column 1 claims 1-10	1,3,7,14
A	----	
A	DE 94 01 804 U (LEIBE KLAUS) 7 April 1994 (1994-04-07) figures 1-5 claims 1-26	1,7-9
A	----	
A	EP 0 037 218 A (CATERPILLAR TRACTOR CO) 7 October 1981 (1981-10-07) figures 1,2 abstract page 5, line 13 -page 7, line 22	1,7
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

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

25 September 2000

Date of mailing of the international search report

04/10/2000

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

Wassenaar, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. .tional Application No
PCT/DE 00/01857

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 25 00 816 A (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 15 July 1976 (1976-07-15) claims 1-17 ---	1,7-9
A	US 3 693 601 A (SAUDER KENNETH D) 26 September 1972 (1972-09-26) figure 1 abstract claims 1-15 ---	1,7-9,13
A	DE 44 26 265 A (LANDGRAF RICHARD) 1 February 1996 (1996-02-01) figures 1-3 -----	1,2,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No PCT/DE 00/01857

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3995431 A	07-12-1976	US 3797247 A	19-03-1974
DE 9401804 U	07-04-1994	NONE	
EP 0037218 A	07-10-1981	WO 8102912 A BR 8009049 A JP 57500344 T US 4341070 A	15-10-1981 09-03-1982 25-02-1982 27-07-1982
DE 2500816 A	15-07-1976	NONE	
US 3693601 A	26-09-1972	CA 949454 A DE 2200240 A FR 2121269 A GB 1376242 A	18-06-1974 27-07-1972 18-08-1972 04-12-1974
DE 4426265 A	01-02-1996	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01857

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F02B53/00 F02C3/055 F01C1/16 F01C11/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02B F02C F01C

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 995 431 A (SCHWARTZMAN EVERETT H) 7. Dezember 1976 (1976-12-07) Abbildung A Spalte 1 Ansprüche 1-10	1,3,7,14
A	DE 94 01 804 U (LEIBE KLAUS) 7. April 1994 (1994-04-07) Abbildungen 1-5 Ansprüche 1-26	1,7-9
A	EP 0 037 218 A (CATERPILLAR TRACTOR CO) 7. Oktober 1981 (1981-10-07) Abbildungen 1,2 Zusammenfassung Seite 5, Zeile 13 -Seite 7, Zeile 22	1,7

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 erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer 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
- *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. September 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/10/2000

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

Wassenaar, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Jonaies Aktenzeichen

PCT/DE 00/01857

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 25 00 816 A (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 15. Juli 1976 (1976-07-15) Ansprüche 1-17 ---	1,7-9
A	US 3 693 601 A (SAUDER KENNETH D) 26. September 1972 (1972-09-26) Abbildung 1 Zusammenfassung Ansprüche 1-15 ---	1,7-9,13
A	DE 44 26 265 A (LANDGRAF RICHARD) 1. Februar 1996 (1996-02-01) Abbildungen 1-3 -----	1,2,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01857

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3995431 A	07-12-1976	US 3797247 A	19-03-1974
DE 9401804 U	07-04-1994	KEINE	
EP 0037218 A	07-10-1981	WO 8102912 A	15-10-1981
		BR 8009049 A	09-03-1982
		JP 57500344 T	25-02-1982
		US 4341070 A	27-07-1982
DE 2500816 A	15-07-1976	KEINE	
US 3693601 A	26-09-1972	CA 949454 A	18-06-1974
		DE 2200240 A	27-07-1972
		FR 2121269 A	18-08-1972
		GB 1376242 A	04-12-1974
DE 4426265 A	01-02-1996	KEINE	