

(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  
16. Dezember 2004 (16.12.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/109090 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02M 25/12**,  
F02B 51/02, B01D 53/22

(74) **Anwalt: MADER, Wilfried**; Audi AG, Patentabteilung  
N/EX, Postfach 11 44, 74148 Neckarsulm (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/005597

(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, DE, 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, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
25. Mai 2004 (25.05.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 25 413.7 5. Juni 2003 (05.06.2003) DE

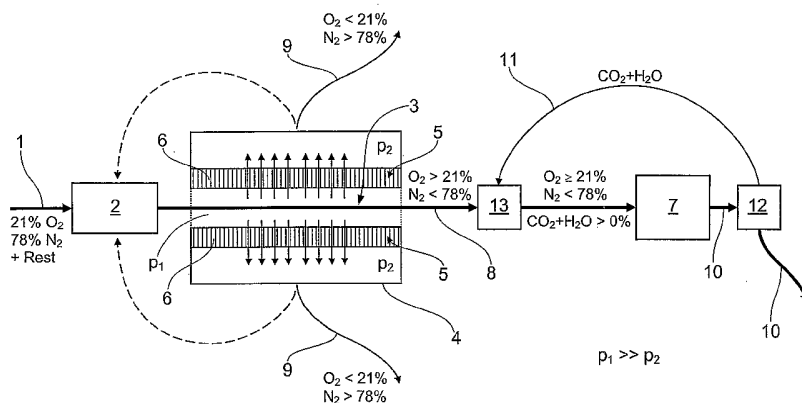
(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **AUDI AG** [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(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, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE OF A VEHICLE, ESPECIALLY A MOTOR  
VEHICLE, AND DEVICE FOR IMPLEMENTING SAID METHOD

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE EINES FAHRZEUGES, INSBESON-  
DERE EINES KRAFTFAHRZEUGES SOWIE VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG EINES DERARTIGEN VERFAH-  
RENS



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating an internal combustion engine of a vehicle, particularly a motor vehicle, wherein the nitrogen content in an intake air flow (1) suctioned from the ambient air is reduced before delivering the air flow to at least one combustion chamber of the internal combustion engine (7) in order to produce a nitrogen-reduced combustion air flow whose oxygen content is higher than that of the suctioned air flow. According to the invention, the suctioned air flow (1) is run past or along at least one porous solids body (5) in at least one partial area of the intake air flow path (3), the size of the pores of said solids body being designed in such a way that the quantity of nitrogen molecules drawn off from the intake air flow (1) through the porous solids wall (5) is larger than the quantity of oxygen molecules drawn off from the oxygen or nitrogen molecules of the intake air flowing past the porous solids body (5) in order to form the nitrogen-reducing and oxygen-enriched combustion air flow that is supplied to the at least one combustion chamber (7) as main partial gas flow (8) and at least one nitrogen-enriched and oxygen-reduced secondary partial gas flow (9) which is not delivered to the at least one combustion chamber (7).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/109090 A1



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

GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW,

**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:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, bei dem in einem aus der Umgebungsluft angesaugten Ansaugluftstrom (1) vor der Zuführung des Luftstroms zu wenigstens einem Brennraum der Brennkraftmaschine (7) der Stickstoffanteil reduziert wird zur Erzeugung eines stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstromes, dessen Sauerstoffanteil höher ist als der des angesaugten Ansaugluftstromes. Erfindungsgemäß wird der Ansaugluftstrom (1) entlang wenigstens eines Teilbereiches des Ansaugluft-Strömungsweges (3) an wenigstens einer porösen Festkörperwand (5) vorbei- und/oder entlanggeführt, deren Porengröße so ausgelegt ist, dass von den entlang der porösen Festkörperwand (5) vorbeiströmenden Sauerstoff- und Stickstoffmolekülen der Ansaugluft eine größere Anzahl von Stickstoffmolekülen durch die poröse Festkörperwand (5) hindurch vom Ansaugluftstrom (1) weggezogen wird als Sauerstoffmoleküle zur Ausbildung des dem wenigstens einen Brennraum (7) zuführbaren stickstoffreduzierten und sauerstoffangereicherten Verbrennungsluftstroms als Hauptteilgasstrom (8) und wenigstens einem stickstoffangereicherten und sauerstoffreduzierten Nebenteilgasstrom (9), der nicht dem wenigstens einen Brennraum (7) zugeführt wird.

## Beschreibung

5        Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges,  
insbesondere eines Kraftfahrzeuges sowie Vorrichtung zur Durchführung eines  
derartigen Verfahrens

- 10       Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11.
- 15       Zur Reduzierung der Schadstoffkomponenten einer Brennkraftmaschine ist es bereits allgemein bekannt, die einem Brennraum einer Brennkraftmaschine zugeführte Umgebungsluft als Verbrennungsluft, die regelmäßig aus 21 % Sauerstoff, 78 % Stickstoff und 1 % Restgas zusammengesetzt ist, vorzubehandeln. So ist es aus der DE 197 10 840 A1 bereits bekannt, einen in einen Ansaug-
- 20       kanal mündender Anreicherungskanal vorzusehen, wobei in dem Anreicherungskanal eine Membran angeordnet ist, die für Sauerstoff-Moleküle durchgängig ist. Durch den in dem Ansaugkanal herrschenden Unterdruck wird durch die Membran Umgebungsluft gesaugt, die dann ausgangsseitig mit Sauerstoff angereichert ist. Im Mündungsbereich des Anreicherungskanals in den
- 25       Ansaugkanal findet dann eine Vermischung der normalen angesaugten Umgebungsluft mit der aus dem Anreicherungskanal kommenden sauerstoffangereicherten Luft statt bevor dieses Luftgemisch als Verbrennungsluft dem Brennraum zugeführt wird.

Aus der DE 195 43 884 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei der ein sauerstoffangereicherter Volumenstrom aufwendig in einer nichtkryogenen Trennanlage aus einem Luftvolumenstrom als Permeat gewonnen und der Verbrennungskraftmaschine zugeführt wird. Das sauerstoffangereicherte Volumenstrom aus  
5 der nichtkryogenen Trennanlage wird komprimiert und in einem Pufferbehälter zwischengespeichert und dort je nach Bedarf zudosiert.

Aus der DE 197 10 842 A1 ist ein Verfahren zur Reduzierung von Schadstoffen und Verbrennungsabgasen von Verbrennungsmotoren bekannt, bei dem  
10 der Brennkraftmaschine eine Verbrennungsluft mit einem erhöhten Sauerstoffanteil zugeführt wird, wobei die Verbrennungsluft aus der Umgebungsluft durch eine in einer Kammer angeordnete und nur für Sauerstoffmoleküle durchgängige Membran gewonnen wird. Um die Anspringszeit des Katalysators zu verkürzen und dadurch eine Verminderung der schädlichen Emission nach dem Katalysator zu ermöglichen, wird hier vorgeschlagen, dass das Gas mit einem erhöhten Sauerstoffanteil abhängig vom Betriebspunkt des Verbrennungsmotors  
15 der Ansaugluft beigemischt wird.

Aus der DE 199 12 137 A1 ist eine Brennkraftmaschine mit einer Sauerstoffanreicherung bekannt, bei dem die Brennkraftmaschine einen Gasspeicher zur  
20 Speicherung eines erzeugten sauerstoffangereicherten Gases aufweist, wobei Mittel zur Zufuhr von in dem Gasspeicher gespeicherten sauerstoffangereicherten Gas zur Brennkraftmaschine während einer Kaltstartphase bis zum Erreichen eines vorgebbaren Warmluft-Betriebszustandes der Brennkraftmaschine  
25 vorgesehen sind. Im warmgelaufenen Betrieb der Brennkraftmaschine wird wenigstens zeitweise sauerstoffangereichertes Gas mittels einer Sauerstoffabtrenneinheit aus Luft erzeugt und in dem Gasspeicher zwischengespeichert.

Ein zu der DE 197 10 840 A1 ähnliches Verfahren und ähnlicher Aufbau ist auch aus der DE 44 04 681 C1 bekannt, bei der einem mit einer Verbrennungskammer verbundenen Abgaskanal wenigstens ein das Sauerstoff-Stickstoff-Luftgemisch führender Kanal zugeordnet ist, der mit einer für den Sauerstoff durchlässigen bzw. diesen speichernden Zwischenwand versehen ist und  
5 über den ausschließlich der Sauerstoff dem einer Verbrennungskammer zugeleiteten Verbrennungsabgas zugeführt wird.

Aus der DE 42 01 423 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei dem einer Diesel-  
10 brennkraftmaschine eine aufwendige Gaspermeationsanlage vorgeschaltet ist, so dass die der Dieseldieselmotor zugeführte Verbrennungsluft zuerst vollständig durch eine Membran hindurchgefiltert wird zur Erzeugung eines sauerstoffangereicherten Verbrennungsluftstroms.

Ein weiteres gattungsgemäßes Verfahrens zum Betreiben einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges ist auch aus der WO 01/18369 A1 bekannt. Konkret ist hier ein Stickstoff-Absorber als Gastrennungsanlage vorgesehen, der jedoch sehr aufwendig und umständlich aufgebaut ist. Das sauerstoffangereicherte Gas wird hier dann wieder über einen separaten Kanal der nicht-sauerstoffangereicherten Verbrennungsluft, die aus der Atmosphäre bzw. Umge-  
20 bung angesaugt wird, zugemischt.

All diesen Verfahrensführungen und Aufbauten ist gemeinsam, dass entweder sauerstoffangereicherte Luft über einen separaten Zuführkanal dem aus der  
25 Umgebungsluft angesaugten Luftstrom zugemischt wird oder die angesaugte Verbrennungsluft komplett durch eine Membran hindurchgefiltert wird zur Anreicherung von Sauerstoff vor der Zuführung zum Brennraum. Problematisch bei derartigen Aufbauten ist, dass im ersteren Falle ein hoher apparate- und bautechnischer Aufwand erforderlich ist und dass im zweiten Fall die Gefahr

besteht, dass sich die Membrane irgendwann zusetzen und daher der erforderliche Luftstrom zum Brennraum nicht mehr gewährleistet ist. Eine Umsetzung und Realisierung für einen Serieneinsatz ist somit hier schwierig.

- 5 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens zur Verfügung zu stellen, mit dem bzw. der eine Sauerstoffanreicherung von einem Brennraum der Brennkraftmaschine zugeführter Verbrennungsluft auf einfache und funktionssichere Weise möglich ist.
- 10

Diese Aufgabe wird bezüglich des Verfahrens gelöst mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

- 15 Gemäß Anspruch 1 wird der Ansaugluftstrom entlang wenigstens eines Teilbereichs des Ansaugluft-Strömungsweges an wenigstens einer porösen Festkörperwand vorbei- und/oder entlanggeführt, deren Porengröße so ausgelegt ist, dass von den entlang der porösen Festkörperwand vorbeiströmenden Sauerstoff- und Stickstoffmolekülen der Ansaugluft eine größere Anzahl von Stickstoffmolekülen durch die poröse Festkörperwand hindurchtritt als Sauerstoffmoleküle. Dadurch kommt es zur Ausbildung eines dem wenigstens einen Brennraum zuführbaren stickstoffreduzierten und sauerstoffangereicherten Verbrennungsluftstroms als Hauptteilgasstrom sowie zur Ausbildung wenigstens eines stickstoffangereicherten und sauerstoffreduzierten Nebenteilgasstromes, der nicht dem wenigstens einem Brennraum zugeführt wird.
- 20
- 25

Besonders vorteilhaft bei dieser erfindungsgemäßen Verfahrensführung ist somit die quasi beiläufige Möglichkeit der Abzweigung von Stickstoff aus einem im Wesentlichen ungehindert strömenden Hauptluftstrom als Ansaugluftstrom,

- da die die Sauerstoffanreicherung bewirkenden porösen Festkörperwände so entlang des Strömungsweges der Ansaugluft angeordnet sind, dass dieses Vorbeiströmen bzw. Vorbeistreichen der Ansaugluft ausreicht, die Sauerstoffanreicherung und damit Stickstoffabreicherung in dem dem Brennraum zugeführten Verbrennungsluftstrom zu bewirken. D. h., dass bei der
- 5 erfindungsgemäßen Lösung die angesaugte Verbrennungsluft im wesentlichen ungehindert strömt, während beim bekannten Stand der Technik Maßnahmen getroffen werden, die den Luftstrom zum Brennraum insgesamt beeinträchtigen bzw. von der Art her verändern, z. B. durch den Einsatz von den
- 10 Strömungsweg blockierenden Membranen bzw. Filtern, durch die die angesaugte Verbrennungsluft vollständig hindurchströmen muss und die sich zudem auch im Verlauf der Zeit zusetzen können. Des Weiteren sind keine zusätzlichen apparatetechnischen Aufbauten, wie z. B. Gasspeicher oder zusätzliche Luftführungskanäle erforderlich, mit denen in einer separaten
- 15 Anlage erzeugtes sauerstoffangereichertes Gas einem Ansaugluftstrom zugemischt werden muss. Bei der erfindungsgemäßen Verfahrensführung wird somit sichergestellt, dass alles das, was angesaugt wird, auch in Richtung zum Brennraum strömen kann.
- 20 Wie Versuche gezeigt haben, weisen die Stickstoffmoleküle bei gleicher Temperatur eine höhere Geschwindigkeit auf als die gegenüber den Stickstoffmolekülen schwereren Sauerstoffmoleküle. Diese unterschiedlichen Geschwindigkeiten führen bei Stößen zwischen den Molekülen und der porösen Festkörperwand dazu, dass die Stickstoffmoleküle im Gegensatz zu den Sauerstoff-
- 25 molekülen leichter und schneller durch die poröse Festkörperwand hindurchtreten können. Diese unterschiedlichen Transport- bzw. Geschwindigkeitseigenschaften der Stickstoffmoleküle und der Sauerstoffmoleküle werden daher hier vorteilhaft auf besonders einfache Weise dazu ausgenutzt, um eine Stickstoffabreicherung in dem Ansaugluftstrom zur Ausbildung eines stickstoff-

reduzierten und sauerstoffangereicherten Verbrennungsluftstroms auszubilden, ohne dass hierbei eine aufwendige Zumischung von sauerstoffreichen Gasströmen oder eine das Strömungsverhalten beeinflussende Filterung des gesamten Luftstromes durch Membrane oder dergleichen hindurch erforderlich ist. Die Sauerstoffanreicherung erfolgt erfindungsgemäß sozusagen en passant.

Weiter kann durch eine derartige Verfahrensführung in Verbindung mit dem Betrieb einer Brennkraftmaschine auch erreicht werden, dass die Rohemissionen an Stickoxid, aber auch an Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoff und Rußpartikeln vermindert werden. Die Verminderung der emittierten Schadstoffe hat wiederum eine geringere Dimensionierung von Teilen der Abgasanlage zur Folge, was wiederum zu verringerten Herstellungskosten führt.

Besonders vorteilhafte Ergebnisse lassen sich dadurch erzielen, dass der Ansaugluftstrom nach Anspruch 2 vor der Zuführung zur porösen Festkörperwand mittels wenigstens einem Verdichter verdichtet wird. Alternativ oder zusätzlich dazu kann nach Anspruch 3 aber auch vorgesehen sein, dass der Nebenteilgasstrom im Bereich der porösen Festkörperwand mittels einer Unterdruckeinrichtung abgesaugt wird. Dieses höhere Druckniveau unterstützt dabei die Anreicherung der Stickstoffmoleküle in dem Ansaugluftstrom, wobei aufgrund des nach Anspruch 4 vorgesehenen unterschiedlichen Druckes auf der Hauptteilgasstromseite und der Nebenteilgasstromseite ein Druckgefälle in Richtung zu der Nebenteilgasstromseite ausgebildet wird.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Verfahrensführung nach Anspruch 5 kann der Nebenteilgasstrom wenigstens zum Teil wieder dem Ansaugluftstrom vor dessen Zuführung in den Festkörperwandbereich zugeführt werden, sofern dies notwendig ist.

Gemäß einer ebenfalls besonders bevorzugten Verfahrensführung nach Anspruch 6 wird dem stickstoffreduzierten und sauerstoffangereicherten Verbrennungsluftstrom vor dessen Zuführung zum wenigstens einen Brennraum ein  
5 hinter dem Brennraum abgezogener Teilabgasstrom eines Abgasstroms zugeführt. Durch ein derartiges vorteilhaftes Kreislaufsystem kann vorteilhaft der Abgasvolumenstrom verringert werden, wodurch z. B. auch die Konverter, wie z. B. ein Drei-Wege-Kat, ein Oxi-Kat und ein Partikelfilter, kleiner ausfallen können, so dass die Abgasanlage insgesamt kleiner dimensioniert werden  
10 kann. Dadurch können wiederum Kosten eingespart werden. Weiter kann dadurch auf einfache Weise mit Gasen, die einen besonders hohen Heizwert und zudem keine Stickstoff- bzw. Stickoxidanteile aufweisen, eine gewünschte Verbrennungsluftzusammensetzung auf einfache Weise, z. B. in Verbindung mit einer Regelung eingestellt werden. So kann z. B. gemäß Anspruch 7 vorgesehen  
15 sein, dass dem stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstrom im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine eine solche Teilabgasstrommenge zugeführt wird, dass der Sauerstoffanteil des Hauptteilgasstromes, d. h. des stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstromes in etwa dem des aus der Umgebungsluft angesaugten Ansaugluftstromes entspricht, wobei der Sauerstoffanteil hier  
20 dann vorzugsweise bei 21 % liegt. Alternativ dazu kann nach Anspruch 8 aber auch vorgesehen sein, dass dem stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstrom im Anfahrbetrieb der Brennkraftmaschine, d. h. z. B. beim Kaltstart, eine solche Teilabgasstrommenge zugeführt wird, dass der Sauerstoffanteil des Hauptteilgasstromes, d. h. des stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstromes größer ist  
25 als der Sauerstoffanteil des aus der Umgebungsluft angesaugten Ansaugluftstromes. Vorzugsweise liegt somit dann der Sauerstoffanteil hier in einem Bereich zwischen z. B. 21 und 40 %. Durch eine derartige Sauerstoffanreicherung kann der Wirkungsgrad des Motors bei der Verbrennung des Gemisches kurzzeitig erhöht werden, ohne dass hierbei jedoch die Gefahr besteht, dass her-

kömmliche Verbrennungsmotoren den eventuell entstehenden höheren Verbrennungstemperaturen nicht standhalten können. Grundsätzlich wäre in einem solchen Fall jedoch auch eine entsprechende Dimensionierung und Auslegung der Motoren möglich, so dass die Brennkraftmaschine z. B. auch  
5 dauerhaft mit einem erhöhten Sauerstoffanteil betrieben werden könnte.

Besonders bevorzugt ist nach Anspruch 9 eine Verfahrensführung, bei der die Menge des dem Ansaugluftstrom zugeführten Teilabgasstromes in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Sauerstoffanteil im Verbrennungsluftstrom als  
10 Sollwert mittels einer Regeleinrichtung geregelt wird. Diese Regeleinrichtung soll dann den tatsächlichen Sauerstoffanteil im Ansaugluftstrom als Istwert mittelbar und/oder unmittelbar errechnen und/oder erfassen. Eine derartige Regelung ermöglicht auf besonders einfache und schnelle Weise eine Kompensation einer eventuellen geringeren Luftdichte z. B. in Gebirgsregionen oder bei  
15 einer erhöhten Außentemperatur.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Verfahrensführung nach Anspruch 10 ist vorgesehen, dass der dem Ansaugluftstrom zugeführte Teilabgasstrom zudem so festgelegt wird, dass im wenigstens einen Brennraum ein Verbrennungsluftstrom mit pro Zyklus in etwa konstantem Gasvolumen zur Gemischbildung mit  
20 einem Kraftstoff zur Verfügung steht. Dadurch wird gewährleistet, dass für eine kontinuierliche Verbrennung jedes Mal ein in etwa konstantes Gasvolumen in den Brennraum eingesaugt wird.

25 Die Aufgabe wird bezüglich der Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst, wobei die oben in Verbindung mit dem Verfahren genannten Vorteilen auch auf die Vorrichtung zutreffen, so dass hier nicht mehr näher darauf eingegangen wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert.  
Die einzige Figur zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Verfahrensführung mit einem aus der Umgebung angesaugten Ansaugluftstrom 1, der in einem Verdichter 2 verdichtet und anschließend mit einem gegenüber dem Atmosphärendruck erhöhten Druck  $p_1$  im weiteren Verlauf des Ansaugluft-Strömungsweges 3 an einer porösen Festkörperwand 5 einer Reduktionseinrichtung 4 vorbei- bzw. entlangströmt. Die poröse Festkörperwand 5 weist eine solche Porengröße der Poren 6 auf, dass von den entlang der porösen Festkörperwand 5 vorbeiströmenden Stickstoff- und Sauerstoffmolekülen der Ansaugluft eine größere Anzahl von Stickstoffmolekülen durch die poröse Festkörperwand 5 vom Ansaugluftstrom weg hindurchtritt als Sauerstoffmoleküle. Dadurch wird einerseits im Verlauf des Hauptströmungsweges ein der Brennkraftmaschine 7 zuführbarer stickstoffreduzierter und sauerstoffangereicherter Verbrennungsluftstrom als Hauptteilgasstrom 8 sowie ein stickstoffangereicherter und sauerstoffreduzierter Nebenteilgasstrom 9, der nicht der Brennkraftmaschine 7 zugeführt wird, ausgebildet. Auf der Seite des Nebenteilgasstroms 9 herrscht hier ein geringeres Druckniveau  $p_2$  vor als das durch den Verdichter 2 vorgegebene höhere Druckniveau  $p_1$  im Bereich des Ansaugluft-Strömungsweges 3 als Hauptströmungsrichtung.

20

Wie dies in der einzigen Figur strichliert angedeutet ist, können der bzw. die Nebenteilgasströme 9 gegebenenfalls auch im Kreislauf dem Verdichter 2 wieder zugeführt werden.

25

Der die Reduktionseinrichtung 4 verlassende stickstoffreduzierte und sauerstoffangereicherte Hauptteilgasstrom 8 als Verbrennungsluftstrom wird dann anschließend einem Brennraum der Brennkraftmaschine 7 zugeführt. Dabei kann dem Hauptteilgasstrom 8, wie dies in der einzigen Figur weiter lediglich äußerst schematisch eingezeichnet ist, durch eine teilweise Abgasrückführung

ein vom Abgasstrom 10 abgezogener Teilabgasstrom 11 in Verbindung mit einer hier lediglich schematisch dargestellten Regeleinrichtung 12 zugeführt werden kann, um beispielsweise im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine 7 stets eine solche Teilabgasstrommenge dem stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstrom als Hauptteilgasstrom 8 zuzuführen, dass der Sauerstoffanteil des Hauptteilgasstromes 8 in etwa dem des aus der Umgebungsluft angesaugten Ansaugluftstromes 1 entspricht, d. h. dass der Sauerstoffanteil hier in etwa bei 21 % liegt. Die Zumischung kann hier beispielsweise in einer Zumischvorrichtung 13 erfolgen.

10

Alternativ dazu kann aber auch dem Hauptteilgasstrom 8 im Anfahrbetrieb, d. h. z. B. beim Kaltstart der Brennkraftmaschine 7, eine solche Teilabgasstrommenge zugeführt werden, dass der Sauerstoffanteil des Hauptteilgasstromes 8 größer ist als der Sauerstoffanteil des aus der Umgebungsluft angesaugten Ansaugluftstromes, d. h. höher liegt als 21 %. Die Menge des dem Hauptteilgasstrom 8 zugeführten Teilabgasstromes 11 wird in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Sauerstoffanteil im Hauptteilgasstrom 8 als Sollwert mittels der Regeleinrichtung 12 geregelt, die den tatsächlichen Sauerstoffanteil im Hauptteilgasstrom 8 als Istwert mittelbar oder unmittelbar errechnet und/oder erfasst, z. B. mittels einer herkömmlichen Sauerstoff-Sonde, die hier jedoch nicht gezeigt ist.

20

Ansprüche

5

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges,

10

bei dem in einem aus der Umgebungsluft angesaugten Ansaugluftstrom vor der Zuführung des Luftstroms zu wenigstens einem Brennraum der Brennkraftmaschine der Stickstoffanteil reduziert wird zur Erzeugung eines stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstromes, dessen Sauerstoffanteil höher ist als der des angesaugten Ansaugluftstromes,

15

dadurch gekennzeichnet,

20

dass der Ansaugluftstrom (1) entlang wenigstens eines Teilbereiches des Ansaugluft-Strömungsweges (3) an wenigstens einer porösen Festkörperwand (5) vorbei- und/oder entlanggeführt wird, deren Porengröße so ausgelegt ist, dass von den entlang der porösen Festkörperwand (5) vorbeiströmenden Sauerstoff- und Stickstoffmolekülen der Ansaugluft eine größere Anzahl von Stickstoffmolekülen durch die poröse Festkörperwand (5) hindurchtritt als Sauerstoffmoleküle zur Ausbildung des dem wenigstens einen Brennraum (7) zuführbaren stickstoffreduzierten und sauerstoffangereicherten Verbrennungsluftstroms als Hauptteilgasstrom (8) und wenigstens einem stickstoffangereicherten und sauerstoffreduzierten Nebenteilgasstrom (9), der nicht dem wenigstens einen Brennraum (7) zugeführt wird.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ansaugluftstrom (1) vor der Zuführung zur porösen Festkörperwand (5) mittels wenigstens einem Verdichter (2) verdichtet wird.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Nebenteilgasstrom im Bereich der porösen Festkörperwand mittels einer Unterdruckeinrichtung abgesaugt wird.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck ( $p_1$ ) auf der Hauptteilgasstromseite größer ist als der Druck ( $p_2$ ) auf der Nebenteilgasstromseite.
- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Nebenteilgasstrom (9) wenigstens zum Teil wieder dem Ansaugluftstrom (1) vor dessen Zuführung in den Festkörperwandbereich zugeführt wird.
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass dem stickstoffreduzierten und sauerstoffangereicherten Verbrennungsluftstrom (8) vor dessen Zuführung zum wenigstens einen Brennraum (7) ein hinter dem Brennraum (7) abgezogener Teilabgasstrom (11) eines Abgasstroms (10) zugeführt wird.
- 25 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstrom als Hauptteilgasstrom (8) im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine eine solche Teilabgasstrommenge zugeführt wird, dass der Sauerstoffanteil des Hauptteilgasstromes (8) in etwa dem des aus der Umgebungsluft angesaugten Ansaugluftstromes (1) entspricht, vorzugsweise der Sauerstoffanteil in etwa bei 21 % liegt.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstrom als Hauptteilgasstrom (8) im Anfahrbetrieb der Brennkraftmaschine (7) eine solche Teilabgasstrommenge zugeführt wird, dass der Sauerstoffanteil des Hauptteilgasstromes (8) größer ist als der Sauerstoffanteil des aus der Umgebungsluft angesaugten Ansaugluftstromes (1), vorzugsweise zwischen 21 % und 40 % liegt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des dem Hauptteilgasstrom (8) zugeführten Teilabgasstromes (11) in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Sauerstoffanteil im Hauptteilgasstrom (8) als Sollwert mittels einer Regeleinrichtung (12) geregelt wird, die den tatsächlichen Sauerstoffanteil im Hauptteilgasstrom (8) als Istwert mittelbar oder unmittelbar errechnet und/oder erfasst.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der dem Ansaugluftstrom (1) zugeführte Teilabgasstrom (11) zudem so festgelegt wird, dass im wenigstens einen Brennraum (7) ein Verbrennungsluftstrom als Hauptteilgasstrom (8) mit pro Zyklus in etwa konstantem Gasvolumen zur Gemischbildung mit einem Kraftstoff zur Verfügung steht.
11. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum Betreiben einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
- mit einer Reduktionseinrichtung zur Abreicherung von Stickstoff in einem aus der Umgebung angesaugten Ansaugluftstrom zur Erzeugung eines stickstoffreduzierten Verbrennungsluftstromes, dessen Sauerstoffanteil

höher ist als der des Ansaugluftstroms,

dadurch gekennzeichnet,

5        dass die Reduktionseinrichtung (4) durch wenigstens eine entlang wenigstens eines Teilbereichs des Strömungsweges (3) des Ansaugluftstroms (1) verlaufende poröse Festkörperwand (5) gebildet ist, und

10        dass die poröse Festkörperwand (5) eine solche Porengröße aufweist, dass von den entlang der porösen Festkörperwand (5) vorbeiströmenden Stickstoff- und Sauerstoffmolekülen der Ansaugluft eine größere Anzahl von Stickstoffmolekülen durch die poröse Festkörperwand (5) vom Ansaugluftstrom (1) weg hindurchtritt als Sauerstoffmoleküle dergestalt, dass dem wenigstens einen Brennraum (7) ein stickstoffreduzierter und sauerstoffangereicherter Verbrennungsluftstrom zuführbar  
15        ist.

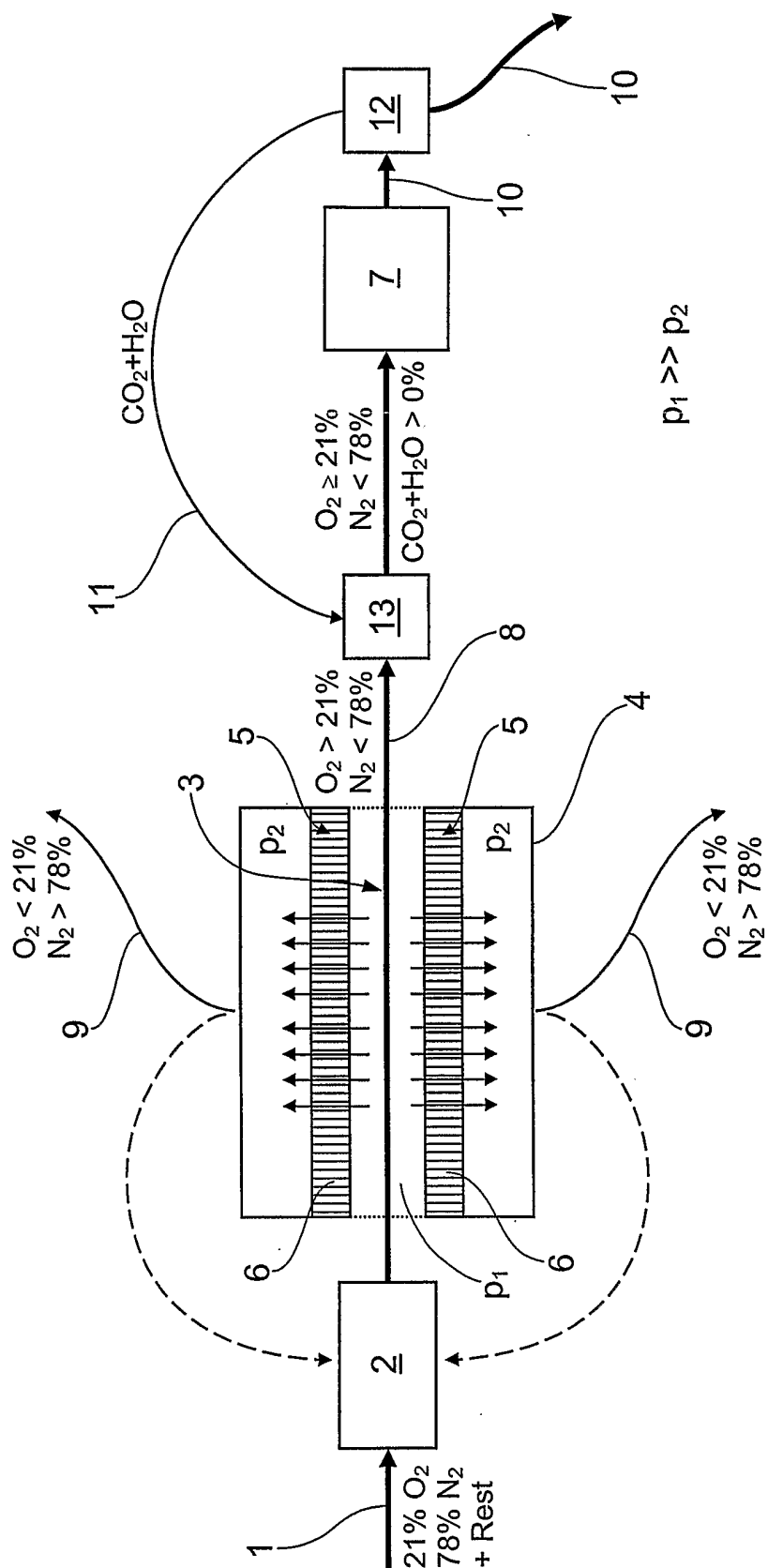


FIG. 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/005597

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M25/12 F02B51/02 B01D53/22

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 B01D F02D

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. |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A          | DE 44 04 681 C (BOSCH GMBH ROBERT)<br>4 May 1995 (1995-05-04)<br>cited in the application<br>the whole document                       | 1,2,6,<br>10,11       |
| A          | GB 2 342 390 A (FINCH INTERNATIONAL LTD)<br>12 April 2000 (2000-04-12)<br>abstract<br>page 6, line 27 - page 7, line 17; figure<br>1  | 1-3,11                |
| A          | US 6 352 068 B1 (JACOBSEN ARTHUR J)<br>5 March 2002 (2002-03-05)<br>abstract<br>column 3, line 14 - column 4, line 65;<br>figures 1,2 | 1,2,11                |



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

2 September 2004

Date of mailing of the international search report

09/09/2004

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

Van Zoest, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2004/005597

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 4404681                                | C  | 04-05-1995          | DE 4404681 C1              | 04-05-1995          |
|                                           |    |                     | CN 1138833 A               | 25-12-1996          |
|                                           |    |                     | WO 9521684 A1              | 17-08-1995          |
|                                           |    |                     | DE 19528312 A1             | 06-02-1997          |
|                                           |    |                     | EP 0744988 A1              | 04-12-1996          |
|                                           |    |                     | JP 9508575 T               | 02-09-1997          |
|                                           |    |                     | US 5779879 A               | 14-07-1998          |
| GB 2342390                                | A  | 12-04-2000          | NONE                       |                     |
| US 6352068                                | B1 | 05-03-2002          | NONE                       |                     |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/005597

| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>IPK 7 F02M25/12 F02B51/02 B01D53/22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                     |                                                                   |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>IPK 7 F02M F02B B01D F02D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |                                                                   |
| 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)<br>EPO-Internal, WPI Data, PAJ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                     |                                                                   |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                     |                                                                   |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                  | Betr. Anspruch Nr.                                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | DE 44 04 681 C (BOSCH GMBH ROBERT)<br>4. Mai 1995 (1995-05-04)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>das ganze Dokument                                    | 1,2,6,<br>10,11                                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | GB 2 342 390 A (FINCH INTERNATIONAL LTD)<br>12. April 2000 (2000-04-12)<br>Zusammenfassung<br>Seite 6, Zeile 27 - Seite 7, Zeile 17;<br>Abbildung 1 | 1-3,11                                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | US 6 352 068 B1 (JACOBSEN ARTHUR J)<br>5. März 2002 (2002-03-05)<br>Zusammenfassung<br>Spalte 3, Zeile 14 - Spalte 4, Zeile 65;<br>Abbildungen 1,2  | 1,2,11                                                            |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                     |                                                                   |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"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)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"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<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"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<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |                                                                                                                                                     |                                                                   |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br>2. September 2004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                     | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts<br>09/09/2004 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                     | Bevollmächtigter Bediensteter<br>Van Zoest, A                     |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

ationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/005597

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 4404681                                         | C  | 04-05-1995                    | DE 4404681 C1                     | 04-05-1995                    |
|                                                    |    |                               | CN 1138833 A                      | 25-12-1996                    |
|                                                    |    |                               | WO 9521684 A1                     | 17-08-1995                    |
|                                                    |    |                               | DE 19528312 A1                    | 06-02-1997                    |
|                                                    |    |                               | EP 0744988 A1                     | 04-12-1996                    |
|                                                    |    |                               | JP 9508575 T                      | 02-09-1997                    |
|                                                    |    |                               | US 5779879 A                      | 14-07-1998                    |
| <hr/>                                              |    |                               |                                   |                               |
| GB 2342390                                         | A  | 12-04-2000                    | KEINE                             |                               |
| <hr/>                                              |    |                               |                                   |                               |
| US 6352068                                         | B1 | 05-03-2002                    | KEINE                             |                               |
| <hr/>                                              |    |                               |                                   |                               |