



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.11.2007 Patentblatt 2007/47**

(51) Int Cl.:  
**F04C 29/06<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **06010289.4**

(22) Anmeldetag: **18.05.2006**

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

Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

• **Fleige, Hans-Ulrich**  
**31785 Hameln (DE)**

(74) Vertreter: **HOFFMANN EITLÉ**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Arabellastrasse 4**  
**81925 München (DE)**

(71) Anmelder: **Aerzener Maschinenfabrik GmbH**  
**31855 Aerzen (DE)**

Bemerkungen:

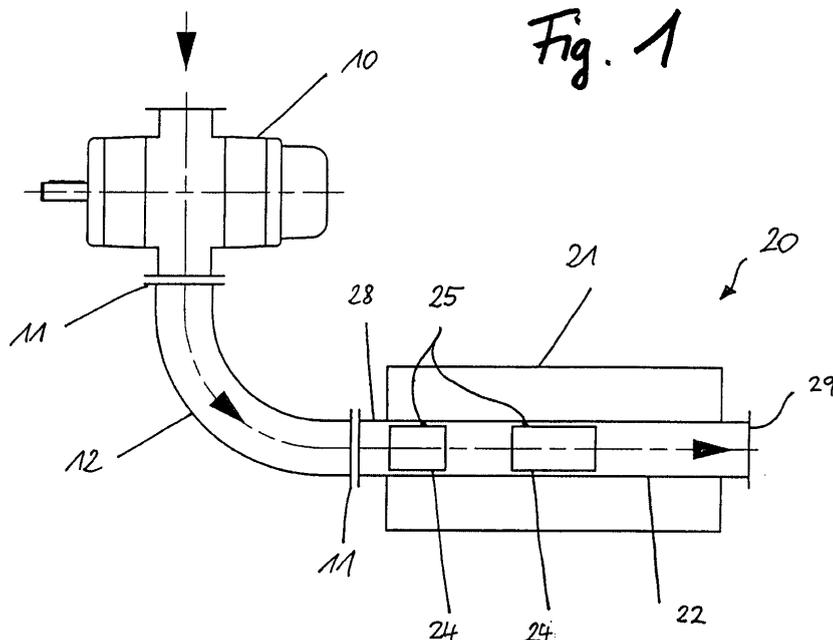
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2) EPÜ.

(72) Erfinder:  
 • **Hage, Christian-Philipp**  
**31832 Springe (DE)**

(54) **Trockenlaufende Drehkolbenmaschine mit Reaktionsschalldämpfer**

(57) Eine trockenlaufende Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschalldämpfer (20, 30, 40, 50, 60) umfasst mindestens zwei in einem Gehäuse über Wellen und Lageranordnungen gelagerte Drehkolben, die miteinander gegenläufig kämmen, um einen Förderraum zu definieren, wobei die Wellen über Steuerräder betrieblich miteinander gekoppelt sind, wobei der Schalldämpfer eine Schalldämpfungskammer (21, 31, 41, 51, 61), eine

Einlassöffnung (28, 38, 48, 58, 68), eine Auslassöffnung (29, 39, 49, 59, 69) und ein Innenrohr (22, 32, 42, 52, 62) aufweist, welches Gas durch die Schalldämpfungskammer führt, und ist dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Innenrohr mehrere Schlitze (24, 34, 44, 54, 64) im Wesentlichen in Umfangsrichtung orientiert vorgesehen sind, wobei der Großteil des Gases durch das Innenrohr strömt.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine trockenlaufende Drehkolbenmaschine mit Reaktionsschalldämpfer für Gase oder Gas-Dampf-Gemische, welche mindestens zwei in einem Gehäuse über Wellen und Lageranordnungen gelagerte Drehkolben, die miteinander gegenläufig kämmen, um einen Förderraum zu definieren, aufweist, wobei die Wellen über verzahnte Steuerräder betrieblich miteinander gekoppelt sind. Unter trockenlaufend ist dabei zu verstehen, dass die Drehkolben selbst nicht durch Schmiermittel wie Schmieröl oder dergleichen geschmiert werden.

### Stand der Technik

**[0002]** Trockenlaufende Drehkolbenmaschinen, insbesondere Schraubenverdichter und Drehkolbengebläse der Bauart Roots, aber auch Drehkolbenexpansionsmaschinen, arbeiten heutzutage mit relativ hohen Differenzdrücken (bis zu 7 bar) und Drehzahlen (bis zu etwa 20.000 1/min). Ein bei diesen Drehkolbenmaschinen generell bestehendes Problem ist, dass ein Teil des bereits komprimierten Mediums aus der druckseitigen Leitung beim Öffnen der Förderkammer zur Druckseite in die Förderkammer zurückschlägt und so zu starken Pulsationen beziehungsweise Schwingungserscheinungen sowohl im Verdichter als auch in der nachgeschalteten, druckseitigen Förderleitung führt. Diese Pulsationen sind für den hohen Lärmpegel solcher Maschinen, insbesondere im Niederfrequenzbereich, verantwortlich. Drehkolbenmaschinen dieser Art sind zum Beispiel aus der DE 32 38 015 bekannt. Bei Schraubenverdichtern, die aufgrund der stark verwundenen Kolben eine innere Verdichtung aufweisen, kann neben dem oben beschriebenen Phänomen je nach Gegendruck beim Öffnen der Förderkammer zur Druckseite auch ein schlagartiges Ausströmen des zuvor überkomprimiertem Fördermediums auftreten.

**[0003]** Aufgrund der heute üblichen, hohen Drehzahlen weist zudem das Frequenzspektrum des abgegebenen Schalls auch noch bei Frequenzen im Kilohertz-Bereich hohe Lärmpegel auf. Dieser Frequenzbereich wird vom menschlichen Gehör zumeist als störender empfunden. Um diese Lärmpegel auf die erforderlichen bzw. gesetzlich vorgeschriebenen Werte zu senken, werden Schalldämpfer verwendet, wobei grundsätzlich zwei Arten zu unterscheiden sind. Dies sind einerseits Absorptionsschalldämpfer, die mit verschiedenen Absorptionsmaterialien wie Stahl- oder Mineralwolle arbeiten, und andererseits die so genannten Resonanz- oder Reaktionsschalldämpfer, die ohne solche Materialien lediglich durch die besondere Form und Dimensionierung des Schalldämpfers arbeiten.

**[0004]** Absorptionsschalldämpfer dämpfen insbesondere hohe Frequenzen sehr gut, haben jedoch mehrere

Nachteile. Zum einen dämpfen sie den unteren Frequenzbereich aufgrund der im Vergleich zur Schallwellenlänge sehr geringen Dicke des Absorptionsmaterials nur schlecht oder überhaupt nicht. Auch verschmutzten Absorptionsschalldämpfer aufgrund ihrer engmaschigen Struktur leicht, insbesondere bei durch Flüssigkeiten oder Feststoffe belasteten Abgasen, was die korrekte Funktion des Schalldämpfers zunehmend verhindert. Zudem können Fasern oder andere Bestandteile aus dem Absorptionsmaterial ausgetragen werden, was in der nachgeschalteten Anlage zu schwerwiegenden Problemen führen kann und daher unerwünscht ist.

**[0005]** Reflexionsschalldämpfer bestehen im allgemeinen aus einem Innenrohr und einem Außenrohr (der Kammer), die miteinander verbunden sind, um den Gasdurchtritt zu erlauben. Sie funktionieren nach dem Prinzip, dass der durch das kleinere Innenrohr mit dem Gasstrom in die Kammer eintretende Schall aufgrund der abrupten Querschnittsänderung zurückgeworfen wird.

**[0006]** Die Grenzfrequenz und die Stärke der Dämmung hängt hier in hohem Maße von der Geometrie des Schalldämpfers ab. Um eine möglichst starke Dämmung zu erhalten, muss das Verhältnis von Durchmesser der Kammer zum Durchmesser des Innenrohrs ( $D/d$ ) möglichst groß sein. Da die Grenzfrequenz  $f_{gr}$ , oberhalb derer die Schalldämmwirkung stark abfällt, in erster Näherung umgekehrt proportional zum Durchmesser der Kammer ist ( $f_{gr} \sim 1/D$ ) darf andererseits der Außendurchmesser der Kammer nicht zu groß werden, um die Dämmung hoher Frequenzen zu ermöglichen.

**[0007]** Aus Platzgründen möchte man den Durchmesser der Kammer nicht zu groß machen, so dass man versuchen könnte, das Verhältnis der Durchmesser groß zu halten und den Außendurchmesser zu begrenzen, indem man den Durchmesser des Innenrohrs verkleinert. Dadurch wird jedoch auch der Strömungswiderstand vergrößert, was natürlich unerwünscht ist, da dadurch eine höhere Leistungsaufnahme der vorgeschalteten Drehkolbenmaschine bewirkt wird.

**[0008]** Einen Ausweg bietet die parallele Anordnung mehrerer Innenrohre und die gleichzeitige Unterteilung des Außenrohrs (die so genannte Mehrflutigkeit). Ein Beispiel ist in der EP 1 117 965 gezeigt. Der Innendurchmesser der einzelnen Rohre wird so gewählt, dass sich der gleiche Strömungswiderstand wie bei einem einzigen, großen Innenrohr ergibt. Bei 4 Innenrohren ist z.B.  $d_{\text{klein}} = d_{\text{groß}} / 2$ . Der Durchmesser der Kammer  $D$  hingegen wird halbiert, sodass die Grenzfrequenz der Dämmung etwa verdoppelt werden kann.

**[0009]** Um die Dämmung auf anderem Wege zu verbessern, werden so genannte Helmholz-Innenrohre verwendet, bei denen Löcher an einer bestimmten axialen Position im Innenrohr-Mantel vorgesehen sind. Diese können gleichmäßig über den gesamten Mantel verteilt sein, wie z.B. in der US 2,241,010 beschrieben, oder können nur an bestimmten Stellen mittels Lochblechen vorhanden sein, siehe z.B. EP 0 798 694.

**[0010]** Weiterhin ist das Außenrohr häufig in axial an-

geordnete Kammern verschiedener Länge (und damit verschiedener Resonanzfrequenzen) aufgeteilt, wobei jede der Kammern über die Löcher im Innenrohrmantel mit dem Schall führenden Innenrohr verbunden sind. Ein Beispiel ist in der Druckschrift DE 296 12 322 gezeigt.

**[0011]** Jedoch kann keine der genannten Lösungen befriedigend mit den eingangs genannten Drehkolbenmaschinen eingesetzt werden, die wie erwähnt sehr hohe Lärmpegel erzeugen. Insbesondere würden solche Schalldämpfer entweder sehr groß und damit Platz raubend und teuer sein oder einen zu großen Druckabfall mit sich bringen, was sich negativ auf die Leistungsaufnahme, Effizienz und Kosten der Drehkolbenmaschine auswirkt.

#### Darstellung der Erfindung

**[0012]** Es ist somit eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine trockenlaufende Drehkolbenmaschine mit Reaktionsschalldämpfer zu entwickeln, die eine große Dämmungswirkung bei möglichst geringer zusätzlicher Leistungsaufnahme aufgrund des Schalldämpfers aufweist. Diese Aufgabe wird durch eine trockenlaufende Drehkolbenmaschine mit Reaktionsschalldämpfer mit den in Anspruch 1 definierten Merkmalen gelöst.

**[0013]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0014]** Des weiteren ist erwünscht, dass die Dämmung nicht nur in Bezug auf die Amplitude des Schalls an gewissen Frequenzen sondern über den gesamten Frequenzbereich wirkungsvoll ist.

**[0015]** Im Hinblick auf die Dämmungswirkung befasst sich die Erfindung mit den Verbindungsöffnungen im Mantel eines Helmholtz-Innenrohrs. Es hat sich herausgestellt, dass mehr Löcher (oder besser gesagt ein größerer Flächenanteil der Löcher) bessere Dämmungseigenschaften mit sich bringen. Dies kann zum Einen durch Vergrößerung der einzelnen Löcher selbst geschehen. Zum Grenzfall extrapolierend werden die Löcher zu Schlitzen, die vorwiegend quer zur axialen Ausdehnung, das heißt in Umfangsrichtung auf dem Mantel des Innenrohrs gebildet werden. Lediglich einige Stege bleiben zur mechanischen Verbindung des Innenrohrs vorhanden. Messungen haben ergeben, dass durch Verwenden der Schlitze anstatt von Löchern die Dämmungswirkung überraschend stark verbessert wird.

**[0016]** Somit stellt die vorliegende Erfindung eine trockenlaufende Drehkolbenmaschine mit Reaktionsschalldämpfer bereit, die mindestens zwei in einem Gehäuse über Wellen und Lageranordnungen gelagerte Drehkolben umfasst, die miteinander gegenläufig kämmen, um einen Förderraum zu definieren, wobei die Wellen über Steuerräder betrieblich miteinander gekoppelt sind, und wobei der Schalldämpfer eine Schalldämpfungskammer, eine Einlassöffnung, eine Auslassöffnung und ein Innenrohr aufweist, welches Gas durch die Schalldämpfungskammer führt. Die Drehkolbenmaschine mit Reaktionsschalldämpfer ist dadurch gekennzeichnet, dass auf

dem Innenrohr mehrere Schlitze im Wesentlichen in Umfangsrichtung orientiert vorgesehen sind, wobei der Großteil des Gases durch das Innenrohr strömt.

**[0017]** Im Vergleich zum Stand der Technik ergibt dadurch sich eine deutliche verbesserte Dämmung des Schalldrucks, der von der Drehkolbenmaschine erzeugt wird.

**[0018]** Zum Anderen kann ein größerer Flächenanteil der Löcher durch mehrere Positionen erreicht werden, an denen die Löcher konzentriert werden. Mathematisch berechenbar/modellierbar sind Fälle, bei denen es im Innenrohr zwei statt einer Position gibt, an der die Löcher angeordnet sind. Experimentelle Messungen der Anmeldeinhaber haben ergeben, dass eine Anordnung der Löcher vorne und in der Mitte des Innenrohrs (ggf. wiederholt für jeden Kammerabschnitt) die beste Schalldämmung ergibt.

**[0019]** Bevorzugt sind die Schlitze in Umfangsrichtung durch Stege getrennt. Auf diese Weise kann nahezu der gesamte Umfang für die Schlitzfläche genutzt werden, wobei die Stege gleichzeitig für die Stabilität des Rohrs sorgen.

**[0020]** Bevorzugt ist das Verhältnis von Stegfläche zu Schlitzfläche kleiner als 30%, besonders bevorzugt kleiner als 25%, und insbesondere kleiner als 20%. Diese Werte sind wesentlich besser als die entsprechenden Werte für Lochbleche und sorgen für verbesserten Austritt des Schalldrucks durch die Schlitze, ohne die Rohrstabilität zu gefährden.

**[0021]** In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Schlitze in Strömungsrichtung auf dem vorderen Drittel und/oder dem mittleren Drittel und/oder dem hinteren Drittel des Innenrohrs vorgesehen. Messungen haben ergeben, dass dadurch eine den Einsatzbedingungen (Frequenzspektrum und Amplitude des Schalls von der Drehkolbenmaschine, Rohrdurchmesser, Art der Gasbeaufschlagung) angepasste optimale Dämmwirkung erzielt werden kann.

**[0022]** Der-Schalldämpfer wird vorzugsweise durch mindestens eine Teilungswand derart geteilt, dass diese in Strömungsrichtung mehrere Schalldämpfungskammern definiert/definieren, wobei durch zumindest eine Schalldämpfungskammer ein Innenrohr führt. Diese Schalldämpfungskammern können zur Dämmung um verschiedene Resonanzfrequenzen herum verwendet werden oder als Verteiler- oder Sammelkammern dienen. Es ist zu bemerken, dass die Teilungswand bzw. -wände den Schalldämpfer in Strömungsrichtung in Kammern unterteilen, so dass bei einer umgelenkten Strömung so genannte gefaltete Anordnungen entstehen, wobei die Strömungsrichtung in einer Kammer gegenläufig oder auch senkrecht zur Strömungsrichtung in einer benachbarten, durch die Teilungswand abgeteilten Kammer ist.

**[0023]** Bevorzugt ist bzw. sind eine oder mehrere Schalldämpfungskammern durch eine oder mehrere zur axialen Richtung parallele Trennwände in zwei oder mehr Kammerteile aufgeteilt, die zusammen eine mehrflutige Kammer bzw. Kammern definieren, wobei durch

jeden Kammerteil ein Innenrohr vorgesehen ist. Hierbei sind die jeweiligen Innerrohre gewöhnlich parallel zueinander. Somit wird auf effiziente Weise die Grenzfrequenz der Schalldämmwirkung vervielfacht, ohne den Strömungswiderstand des Schalldämpfers und somit den Energieverbrauch der Drehkolbenmaschine zu erhöhen.

**[0024]** Bevorzugt bilden bei der erfindungsgemäßen Drehkolbenmaschine mit Reaktionsschalldämpfer die Achsen der Einlassöffnung und der Auslassöffnung des Schalldämpfers einen Winkel von im Wesentlichen 90° zueinander. Diese Anordnung ist für solche Drehkolbenmaschinen besonders günstig, die aufgrund ihrer relativ geringen Größe auf den Schalldämpfer gestellt werden und diesen als Basis benutzen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

##### **[0025]**

Figur 1 stellt schematisch eine Drehkolbenmaschine mit einem angeschlossenen einflutigen Einkammer-Reaktionsschalldämpfer entsprechend der Erfindung dar;

Figur 2 stellt schematisch eine Drehkolbenmaschine mit einem angeschlossenen einflutigen Mehrkammer-Reaktionsschalldämpfer entsprechend der Erfindung dar;

Figur 3 stellt schematisch eine Drehkolbenmaschine mit einem angeschlossenen einflutigen, gefalteten Mehrkammer-Reaktionsschalldämpfer entsprechend der Erfindung dar;

Figur 4a zeigt schematisch eine Drehkolbenmaschine mit einem mehrflutigen geraden Mehrkammer-Reaktionsschalldämpfer entsprechend der Erfindung;

Figur 4b ist ein Schnitt durch den Schalldämpfer entlang der Linie A-A in Fig. 4a;

Figur 5a ist eine schematische Darstellung einer Drehkolbenmaschine mit einem mehrflutigen, gefalteten Mehrkammer-Reaktionsschalldämpfer entsprechend der Erfindung; und

Figur 5b ist ein Schnitt durch die Anordnung der Fig. 5a entlang der Linie A-A.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

**[0026]** In Fig.1 ist eine erste Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Der Auslass einer Drehkolbenmaschine 10 ist über Flansche 11 und ein Rohr 12 mit dem Einlass eines Reflexionsschalldämpfers 20 verbunden. Der Schalldämpfer 20, in den das aus der Drehkolbenmaschine ausgestoßene, schallbeaufschlagte Gas strömt,

besteht aus einer Schalldämpferkammer 21 und einem durch diese durchgehenden Innenrohr 22, das den selben Querschnitt wie das Rohr 12 bzw. der Auslass der Drehkolbenmaschine 10 aufweist, um einen möglichst geringen Druckabfall zu erzeugen. Auf dem Innenrohr 22 sind in Strömungsrichtung (durch Pfeile angedeutet) im vorderen und mittleren Drittel Schlitze 24 vorgesehen, deren Größe unterschiedlich sein kann. Die Schlitze 24 sind in Umfangsrichtung durch Stege 25 getrennt, so dass in Fig. 1 außer den sichtbaren weitere Schlitze 24 auf der dem Betrachter abgewandten Seite vorhanden sind. Durch die Schlitze kann ein großer Teil des Schalldrucks, den das einströmende Gas trägt, in die Schalldämpferkammer 21 expandieren, ohne dass nennenswerte Mengen an Gas aus dem Innenrohr 22 selbst in die Schalldämpferkammer 21 austreten. Es ergibt sich somit eine überraschend gute, breitbandige Schalldämmwirkung, die mit herkömmlichen Lochblechen nicht erreichbar ist.

**[0027]** Figur 2 veranschaulicht eine Ausführungsform, in welcher ein Schalldämpfer 30, der wie zuvor in Fig. 1 an eine Drehkolbenmaschine 10 angeschlossen ist, durch zwei Teilungswände 33 in eine Verteilerkammer 31a, eine Schalldämpfungskammer 31b und eine Sammelkammer 31c aufgeteilt ist. Durch die Schalldämpfungskammer 31b führt ein Innenrohr 32, das auf seinem Mantel in Strömungsrichtung im vorderen, mittleren und hinteren Drittel Schlitze 34 aufweist, durch die der Schalldruck in die Schalldämpferkammer 31b austreten kann. Hier bewirken die Verteiler- bzw. Sammelkammer 31a und 31c eine Verzögerung und jeweils anschließende Beschleunigung des in den Schalldämpfer 30 eintretenden Gases, bevor bzw. nachdem in der Schalldämpferkammer 31b gedämmt wird. Die Kammer 31a und 31c arbeiten demnach ebenfalls als Schalldämpferkammern, jedoch nach dem konventionellen Reflexionsprinzip.

**[0028]** Eine Anordnung, in der die Drehkolbenmaschine 10 den Schalldämpfer 40 als Basis nutzt, ist in Fig. 3 veranschaulicht. Die Achsen von Einlass 48 und Auslass 49 bilden hierbei einen Winkel von 90°. Der Schalldämpfer 40 ist durch zwei Teilungswände 43 in eine Einlasskammer 41a, eine Umlenkammer 41b und eine Endkammer 41c aufgeteilt. Das aus der Maschine 10 ausgestoßene Gas wird zunächst in die Einlasskammer 41a geführt, von wo es durch ein Durchgangrohr 45 in die Umlenkammer 41b gelangt. Von dort strömt es durch ein geschlossenes Rohr 42a wieder durch die Einlasskammer 41a und in die Endkammer 41c, in der ein mit umlaufenden Schlitzen 44 (ohne Stege) im vorderen und mittleren Drittel versehenes Innenrohr 42b vorhanden ist. Durch die "Umlenkung" des Gasstroms spricht man auch von einer "gefalteten" Schalldämpferanordnung.

**[0029]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel, in dem die Mehrflutigkeit eingesetzt wird, ist in Figur 4a gezeigt. Wieder dient ein Schalldämpfer 50 als Basis für die Drehkolbenmaschine 10, so dass die Achsen von Ein- und Auslass des Schalldämpfers 50 einen 90°-Winkel bilden. Zwei Teilungswände 53 unterteilen den Schalldämpfer

50 in eine Einlasskammer (Verteilerkammer) 51a, eine Auslasskammer (Sammelkammer) 51f und eine dazwischen liegende Schalldämpferkammer. Wie in Fig. 4b gezeigt, wird letztere durch zwei in Strömungsrichtung in der Schalldämpferkammer senkrecht zueinander angeordnete Trennwände 55 in vier im Wesentlichen parallel zueinander angeordnete Kammerteile 51b,c,d,e unterteilt, wobei durch jeden der Kammerteile ein zugehöriges Innenrohr 52b,c,d,e führt. Die Schalldämpferkammer ist also mehrflutig unterteilt. Auf jedem Innenrohr 52b,c,d,e sind jeweils im vorderen und hinteren Drittel Schlitze 54 vorgesehen, die einen Schalldruckaustritt in die Kammerteile 51b,c,d,e ermöglichen. Die Summe der Querschnitte der Innenrohre entspricht dabei dem Querschnitt eines entsprechenden einflutigen Innenrohrs bzw. dem Durchmesser des Einlassstutzens des Schalldämpfers, so dass keine Erhöhung des Strömungswiderstands auftritt. Gleichzeitig kann ein hohes Verhältnis von Kammerteildurchmesser (Außendurchmesser) zum Innenrohrdurchmesser beibehalten werden.

[0030] In Fig. 5a schließlich ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Hier ist ein Schalldämpfer 60 oberhalb der Drehkolbenmaschine 10 angeordnet. Mehrere Teilungswände 63a, b, c, d unterteilen den Schalldämpfer 60 in Strömungsrichtung in Kammern 61a, b, c, d, e, wobei die Teilungswand 63a horizontal und die restlichen Teilungswände vertikal angeordnet sind. Weiter ist die Kammer 61b durch eine vertikale Trennwand 65 in zwei Kammern 61b' und 61b'' zweiflutig aufgeteilt. Die Kammer 61d wird von einem Innenrohr 62d mit quadratischem Querschnitt durchquert, während die Kammern 61b' und 61b'' jeweils von quadratischen Innenrohren 62b' bzw. 62b'' durchquert werden, wobei die Summe ihrer Querschnitte gleich dem Querschnitt des Innenrohrs 62d ist. Alle Innenrohre 62b', 62b'' und 62d weisen in Strömungsrichtung im vorderen und mittleren Drittel umlaufende Schlitze 64 auf. Die Kammer 61d ist bei gleichem Querschnitt von Kammer und Innenrohr länger als die Kammer 61b und hat somit eine andere Resonanzfrequenz. Weiter sind in diesem Ausführungsbeispiel die Achsen vom Schalldämpfereinlass 68 und -auslass 69 parallel und zueinander versetzt angeordnet.

### Patentansprüche

1. Trockenlaufende Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschalldämpfer (20, 30, 40, 50, 60), umfassend mindestens zwei in einem Gehäuse über Wellen und Lageranordnungen gelagerte Drehkolben, die miteinander gegenläufig kämmen, um einen Förderraum zu definieren, wobei die Wellen über Steuerräder betrieblich miteinander gekoppelt sind, wobei der Schalldämpfer eine Schalldämpfungskammer (21, 31, 41, 51, 61), eine Einlassöffnung

(28, 38, 48, 58, 68), eine Auslassöffnung (29, 39, 49, 59, 69) und ein Innenrohr (22, 32, 42, 52, 62) aufweist, welches Gas durch die Schalldämpfungskammer führt,

**dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Innenrohr mehrere Schlitze (24, 34, 44, 54, 64) im Wesentlichen in Umfangsrichtung orientiert vorgesehen sind, wobei der Großteil des Gases durch das Innenrohr strömt.

2. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitze in Umfangsrichtung durch Stege (25) getrennt sind.

3. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschalldämpfer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von Stegfläche zu Schlitzfläche kleiner als 30% ist.

4. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschalldämpfer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von Stegfläche zu Schlitzfläche kleiner als 25% ist.

5. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschalldämpfer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von Stegfläche zu Schlitzfläche kleiner als 20% ist.

6. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschalldämpfer nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitze (24, 34, 44, 54, 64) in Strömungsrichtung auf dem vorderen Drittel und/oder dem mittleren Drittel und/oder dem hinteren Drittel des Innenrohrs (22, 32, 42, 52, 62) vorgesehen sind.

7. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschalldämpfer nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schalldämpfer (30, 40, 50, 60) durch mindestens eine Teilungswand (33, 43, 53, 63) derart geteilt wird, dass diese in Strömungsrichtung mehrere Schalldämpfungskammern (31a-c; 41a-c; 51a,c; 61a-e) definiert/definieren, wobei durch zumindest eine Schalldämpfungskammer ein Innenrohr (32; 42a, b; 52b-d; 62b, d) führt.

8. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschalldämpfer nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere Schalldämpfungskammern durch eine oder mehrere zur axialen Richtung parallele Trennwände (55) in zwei oder mehr Kammerteile (51b-e) aufgeteilt ist bzw. sind, die zusammen eine mehrflutige Kammer bzw. Kammern definieren, wobei durch jeden Kammerteil ein Innenrohr (52b-

e) vorgesehen ist.

9. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschall-  
dämpfer nach einem der vorangehenden Ansprü-  
che, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achsen  
der Einlassöffnung (48, 58) und der Auslassöffnung  
(49, 59) des Schalldämpfers (40, 50) einen Winkel  
von im Wesentlichen 90° zueinander bilden.

**Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2)  
EPÜ.**

1. Trockenlaufende Drehkolbenmaschine (10) mit  
Reaktionsschalldämpfer (50, 60), umfassend  
mindestens zwei in einem Gehäuse über Wellen und  
Lageranordnungen gelagerte Drehkolben, die mit-  
einander gegenläufig kämmen, um einen Förder-  
raum zu definieren,  
wobei die Wellen über Steuerräder betrieblich mit-  
einander gekoppelt sind,  
wobei der Schalldämpfer eine Schalldämpfungs-  
kammer (51, 61), eine Einlassöffnung (58, 68) und  
eine Auslassöffnung (59, 69) aufweist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalldämpf-  
ungskammer durch eine oder mehrere zur axialen  
Richtung parallele Trennwände (55, 63a, 65) in zwei  
oder mehr Kammerteile (51b-e, 61b,d) aufgeteilt ist,  
die zusammen eine mehrflutige Kammer definieren,  
wobei durch jeden Kammerteil ein Innenrohr (52b-  
e, 62b,d) vorgesehen ist, welches Gas durch die  
Schalldämpfungskammer führt, und  
auf den Innenrohren mehrere Schlitze (54, 64) im  
Wesentlichen in Umfangsrichtung orientiert vorge-  
sehen sind, wobei der Großteil des Gases durch das  
Innenrohr strömt.

2. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschall-  
dämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeich-  
net, dass** die Schlitze in Umfangsrichtung durch  
Stege (25) getrennt sind.

3. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschall-  
dämpfer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeich-  
net, dass** das Verhältnis von Stegfläche zu Schlitz-  
fläche kleiner als 30% ist.

4. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschall-  
dämpfer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeich-  
net, dass** das Verhältnis von Stegfläche zu Schlitz-  
fläche kleiner als 25% ist.

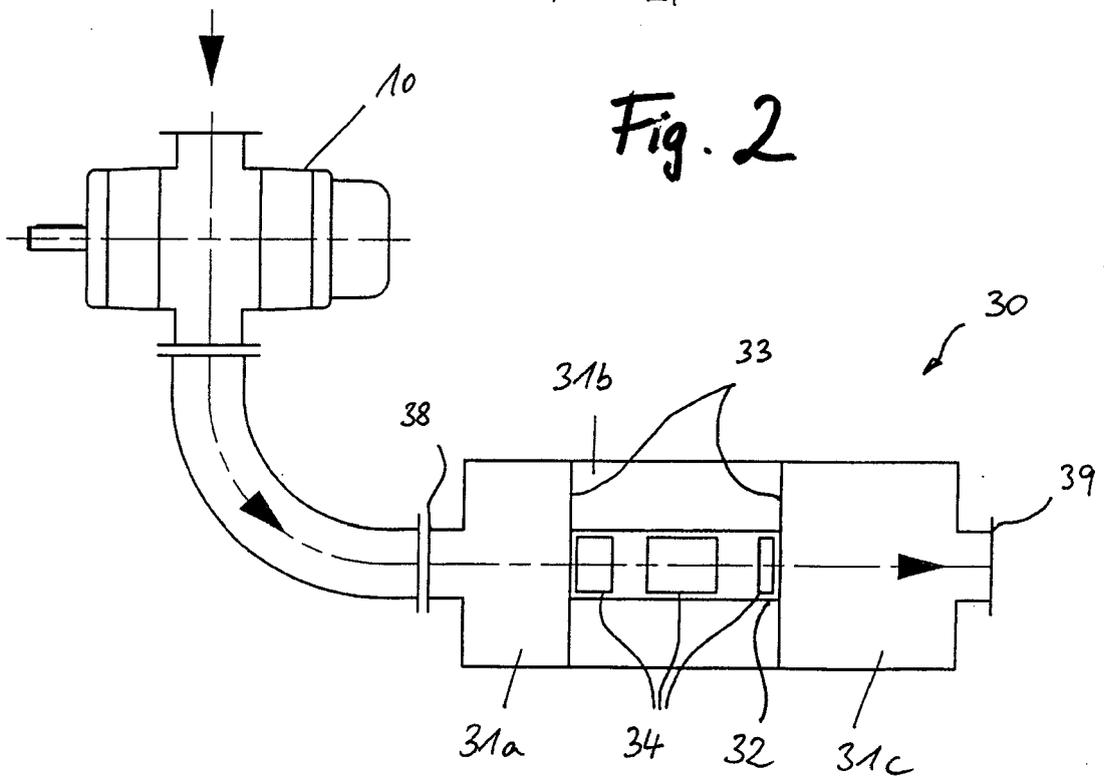
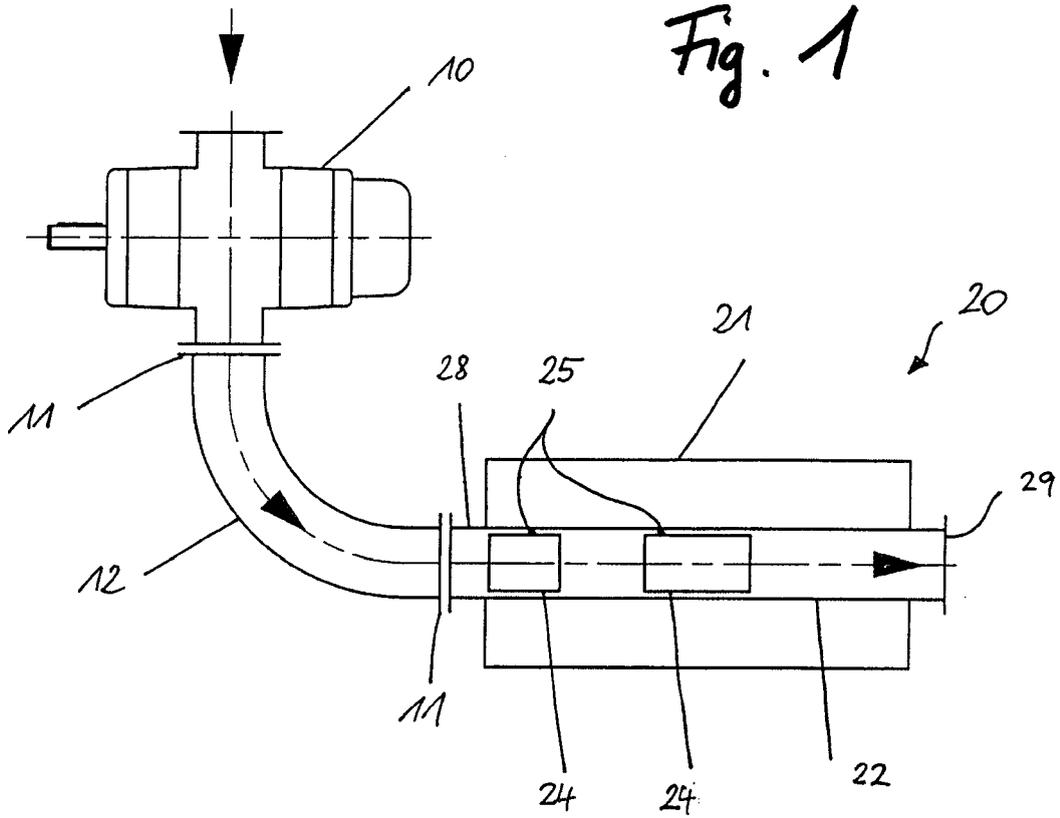
5. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschall-  
dämpfer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeich-  
net, dass** das Verhältnis von Stegfläche zu Schlitz-  
fläche kleiner als 20% ist.

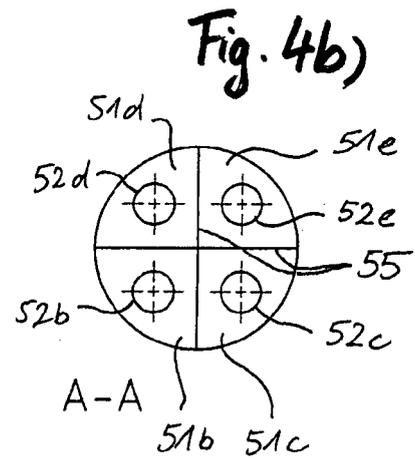
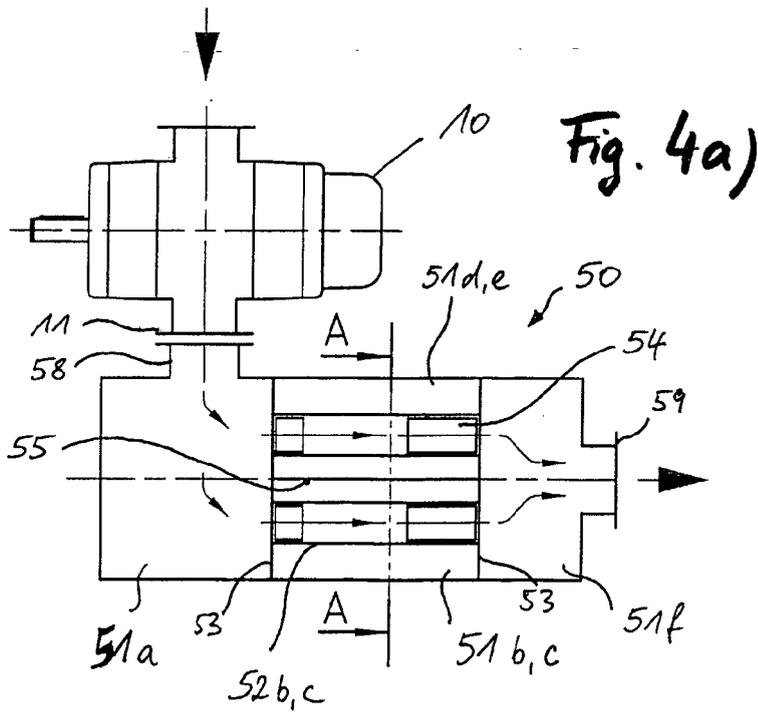
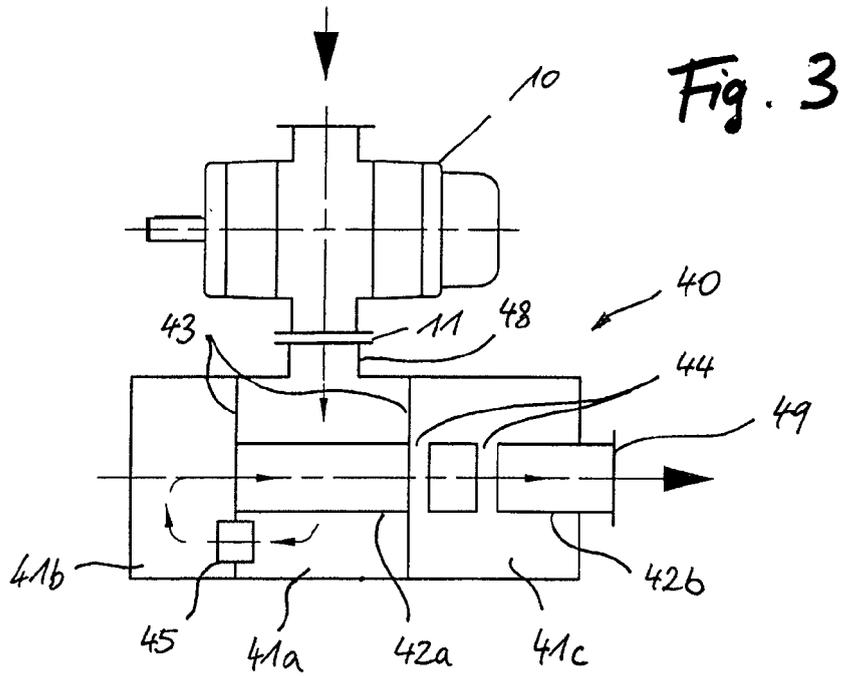
6. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschall-

dämpfer nach einem der vorangehenden Ansprü-  
che, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitze  
(24, 34, 44, 54, 64) in Strömungsrichtung auf dem  
vorderen Drittel und/oder dem mittleren Drittel und/  
oder dem hinteren Drittel des Innenrohrs (22, 32, 42,  
52, 62) vorgesehen sind.

7. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschall-  
dämpfer nach einem der vorangehenden Ansprü-  
che, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schall-  
dämpfer (30, 40, 50, 60) durch mindestens eine Teil-  
lungswand (33, 43, 53, 63) derart geteilt wird, dass  
diese in Strömungsrichtung mehrere Schalldämpf-  
ungskammern (31a-c; 41a-c; 51a,c; 61a-e) defi-  
niert/definieren, wobei durch zumindest eine Schall-  
dämpfungskammer ein Innenrohr (32; 42a, b; 52b-  
d; 62b, d) führt.

8. Drehkolbenmaschine (10) mit Reaktionsschall-  
dämpfer nach einem der vorangehenden Ansprü-  
che, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achsen  
der Einlassöffnung (48, 58) und der Auslassöffnung  
(49, 59) des Schalldämpfers (40, 50) einen Winkel  
von im Wesentlichen 90° zueinander bilden.





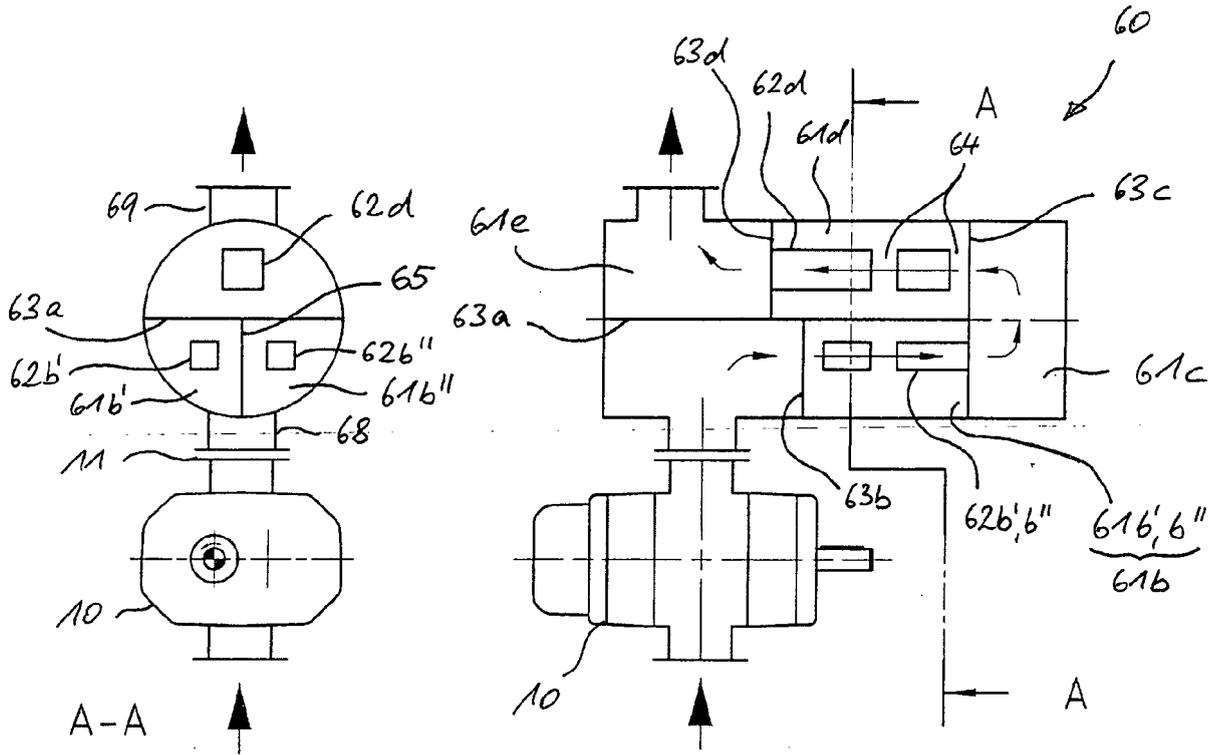


Fig. 5b)

Fig. 5a)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 99/11938 A (QE INTERNATIONAL B V [NL]; CHOYCE ALAN BRIAN [NL]) 11. März 1999 (1999-03-11) * Abbildungen 1,2 * * Seite 1, Zeilen 4-6 * * Seite 1, Zeilen 11,12 * * Seite 2, Zeilen 5-8 * * Seite 2, Zeilen 19,20 * * Seite 3, Zeilen 8-15 * -----	1-8	INV. F04C29/06
X	DE 11 66 970 B (AERZENER MASCHINENFABRIK G M B) 2. April 1964 (1964-04-02)	1,6,7	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)  F04C F01C F04B
Y	* Abbildung 1 * * Spalte 1, Zeilen 1-12 * * Spalte 3, Zeilen 34-50 * -----	2-5,8,9	
Y	DE 198 55 708 A1 (DENKER DIETRICH [DE]; TUERK MARCUS [DE]) 8. Juni 2000 (2000-06-08)	2-5	
A	* Spalte 1, Zeilen 3-6 * * Spalte 1, Zeilen 22-33 * * Abbildungen 1-3 * -----	1	
D,Y	EP 1 117 965 A1 (METSU PAPER INC [FI]) 25. Juli 2001 (2001-07-25) * Abbildungen 10-13 * -& WO 00/19152 A (VALMET CORP [FI]; PETERSSON HENRIK [FI]; NISSLAE KEIJO [FI]; JOKINEN) 6. April 2000 (2000-04-06) -----	8	
Y	DE 91 13 962 U1 (WILMS, PETER, 4355 WALTROP, DE) 27. Februar 1992 (1992-02-27) * Seite 2, Absätze 1,2 * * Seite 3, Absatz 2 * * Abbildungen 1,2 * -----	9	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		19. Oktober 2006	
Prüfer			
Biloen, David			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		.....	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

8  
EPO FORM 1503 03.02 (F04C03)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	FR 945 632 A (VOKES LTD) 10. Mai 1949 (1949-05-10) * Abbildungen 2,3 * -----	1-7	
A	EP 0 540 459 A1 (CARRIER CORP [US]) 5. Mai 1993 (1993-05-05) * Abbildung 4 * * Spalte 1, Zeilen 28-33 * -----	9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>19. Oktober 2006</b>	Prüfer <b>Biloen, David</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

8  
EPO FORM 1503 03/02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 01 0289

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-10-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9911938	A	11-03-1999	AT 251278 T	15-10-2003
			AU 733424 B2	17-05-2001
			AU 9005898 A	22-03-1999
			CA 2302030 A1	11-03-1999
			DE 69818687 D1	06-11-2003
			DE 69818687 T2	22-04-2004
			EP 1007854 A1	14-06-2000
			JP 2001515177 T	18-09-2001
			NL 1006892 C2	02-03-1999
			US 6302236 B1	16-10-2001
			-----	
DE 1166970	B	02-04-1964	KEINE	
-----				
DE 19855708	A1	08-06-2000	KEINE	
-----				
EP 1117965	A1	25-07-2001	AT 268889 T	15-06-2004
			AU 5985999 A	17-04-2000
			DE 69917917 D1	15-07-2004
			DE 69917917 T2	25-05-2005
			FI 982107 A	31-03-2000
			WO 0019152 A1	06-04-2000
			JP 3530821 B2	24-05-2004
			JP 2002525697 T	13-08-2002
			US 6530452 B1	11-03-2003
			-----	
WO 0019152	A	06-04-2000	AT 268889 T	15-06-2004
			AU 5985999 A	17-04-2000
			DE 69917917 D1	15-07-2004
			DE 69917917 T2	25-05-2005
			EP 1117965 A1	25-07-2001
			FI 982107 A	31-03-2000
			JP 3530821 B2	24-05-2004
			JP 2002525697 T	13-08-2002
			US 6530452 B1	11-03-2003
			-----	
DE 9113962	U1	27-02-1992	AT 132943 T	15-01-1996
			EP 0542169 A1	19-05-1993
-----				
FR 945632	A	10-05-1949	KEINE	
-----				
EP 0540459	A1	05-05-1993	AU 651013 B2	07-07-1994
			AU 2736592 A	29-04-1993
			CA 2080878 A1	29-04-1993
			CN 1071999 A	12-05-1993
			DE 69208020 D1	14-03-1996
			DE 69208020 T2	05-09-1996

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 01 0289

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-10-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0540459	A1	JP 2527892 B2	28-08-1996
		JP 5332278 A	14-12-1993
		KR 9609345 B1	18-07-1996
		US 5214937 A	01-06-1993
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 3238015 [0002]
- EP 1117965 A [0008]
- US 2241010 A [0009]
- EP 0798694 A [0009]
- DE 29612322 [0010]