

(19)



(11)

**EP 2 594 795 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.05.2013 Patentblatt 2013/21**

(51) Int Cl.:  
**F04B 35/04** <sup>(2006.01)</sup> **F04B 37/20** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04B 39/06** <sup>(2006.01)</sup> **F04B 41/06** <sup>(2006.01)</sup>  
**A62B 11/00** <sup>(2006.01)</sup> **B63G 8/36** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **12190384.3**

(22) Anmeldetag: **29.10.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(30) Priorität: **16.11.2011 DE 102011086441**

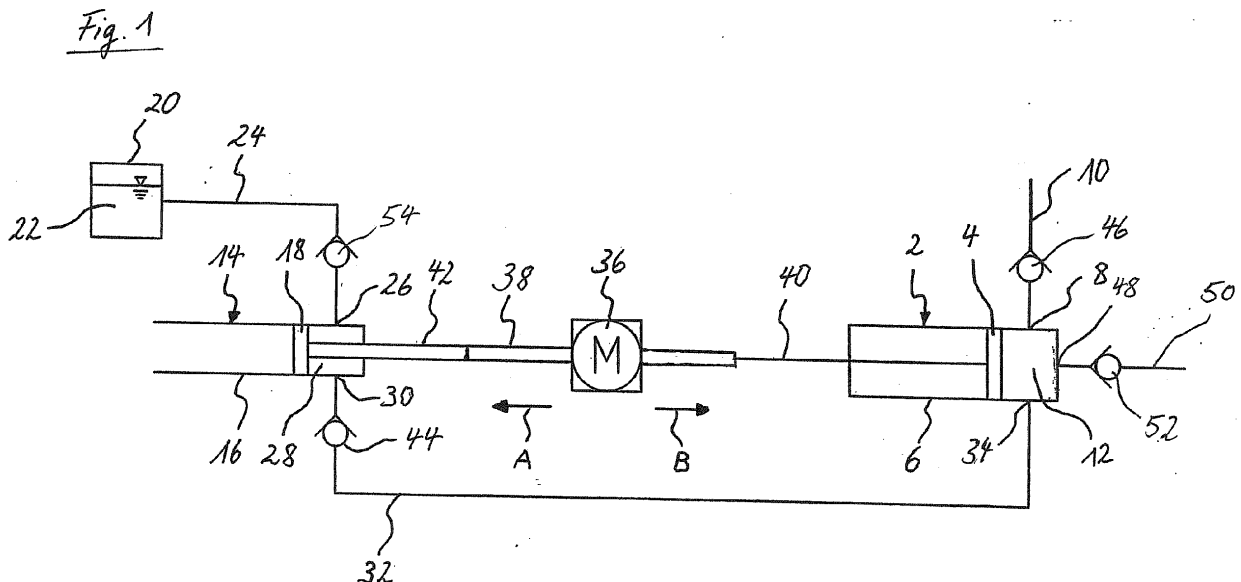
(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Marine Systems GmbH  
 24143 Kiel (DE)**

(72) Erfinder:  
 • **Duysen, Maike**  
**24103 Kiel (DE)**  
 • **Ziel, Sönke**  
**24568 Kaltenkirchen (DE)**  
 • **Büchner, Richard**  
**23611 Bad Schwartau (DE)**  
 • **Bless, Henry**  
**26723 Emden (DE)**  
 (74) Vertreter: **Patentanwälte Vollmann & Hemmer**  
**Wallstraße 33a**  
**23560 Lübeck (DE)**

(54) **Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehenden Fluids, sowie ein Unterseeboot mit solch einer Vorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehenden Fluids, bei dem

das Fluid von einem Kolbenverdichter (2) angesaugt wird und dort in einem Verdichtungsraum (12) verdichtet wird, wobei in den Verdichtungsraum (12) während des Verdichtens Flüssigkeit eingeführt wird.

**EP 2 594 795 A1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehenden Fluids mit den im Oberbegriff von Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie ein Unterseeboot.

[0002] Zum Verdichten von Gasen werden häufig Kolbenverdichter eingesetzt. Allerdings weisen Kolbenverdichter in der Regel einen auch als schädlicher Raum bezeichneten Totraum auf, in dem sich nach dem Verdichtungstakt komprimiertes Gas befindet, das während des Ansaugtaktes des Kolbenverdichters expandiert und so zunächst ein Ansaugen von neuem Gas verhindert. Hierdurch wird der Wirkungsgrad von Kolbenverdichtern in erheblichem Maße verringert, wobei dieser Effekt mit steigendem Kompressionsdruck zunimmt.

[0003] Zudem verläuft die Verdichtung von Gasen polytrop, so dass die Temperatur in Verdichtern mit dem Verhältnis von Enddruck / Anfangsdruck steigt. Mit steigender Temperatur erhöht sich die zu leistende Verdichtungsarbeit. Dies und der zuvor angesprochene Totraum von Kolbenverdichtern führen dazu, dass es in der Regel nicht möglich ist, Gase, die auf einen vergleichsweise hohen Druck komprimiert werden sollen, in einem einstufigen Prozess in einem Kolbenverdichter zu verdichten. Daher ist es häufig erforderlich, den Druck eines Gases in mehreren hintereinander angeordneten Kolbenverdichtern schrittweise zu erhöhen, wobei das Gas zwischen den Verdichtungsschritten jeweils gekühlt wird. Diese Vorgehensweise ist zeitaufwändig und anlagentechnisch aufwändig.

[0004] Aus DE 296 367 A, DE 357 858 A und US 2,404,660 sind Vorrichtungen zum Verdichten von Gasen bekannt, die einen von einem Schubkurbeltrieb angetriebenen Kolbenverdichter aufweisen, der Gas in einen Verdichtungsraum ansaugt und dort verdichtet. Zur Vermeidung eines Totraums in dem Verdichtungsraum und zur Kühlung des in dem Verdichtungsraum befindlichen Gases wird in den Verdichtungsraum Wasser eingeführt.

[0005] In DE 10 2009 040 379 B3 ist eine Vorrichtung zum Verdichten von Gas beschrieben, die einen Druckbehälter mit einem Gaseinlass, einem Gasauslass sowie eine Flüssigkeitseinlass aufweist, wobei in dem Druckbehälter befindliches Gas durch das Einlassen von Flüssigkeit in den Druckbehälter verdichtet wird.

[0006] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehenden Fluids zu schaffen, die die Verdichtung eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehenden Fluids auf einen vergleichsweise hohen Druck bei einstufiger Prozessführung in einem Kolbenverdichter ermöglicht, wobei ein Kolbenverdichter der Vorrichtung schnell an unterschiedliche oder sich ändernde Verdichtungsaufgaben angepasst werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst wird. Vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie der Zeichnung. Hierbei können gemäß der Erfindung die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale jeweils für sich oder in geeigneter Kombination die Vorrichtung nach Anspruch 1 weiter ausgestalten.

[0008] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehenden Fluids weist einen Kolbenverdichter auf. Um das Fluid in dem Kolbenverdichter einstufig auf einen vergleichsweise hohen Druck verdichten zu können, weist die Vorrichtung Mittel zum Einleiten einer Flüssigkeit in einen Verdichtungsraum des Kolbenverdichters während des Verdichtens auf. Demnach sind Fördermittel vorgesehen, mit denen eine Flüssigkeit von einem Flüssigkeitsreservoir in den Verdichtungsraum des Kolbenverdichters gefördert wird. Darüber hinaus sind Steuermittel vorgesehen, die die Vorrichtung derart ansteuern, dass die Flüssigkeit während des Verdichtens des Fluids in den Verdichtungsraum des Kolbenverdichters eingeleitet wird.

[0009] Ziel dieser Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es, während des Verdichtens des Fluids in den Verdichtungsraum des Kolbenverdichters Flüssigkeit einzuleiten. Durch diese Maßnahme wird das in dem Verdichtungsraum befindliche Fluid während des Verdichtungs Vorgangs gekühlt. Gleichzeitig wird nach dem Ende der Fluidverdichtung der in dem Verdichtungsraum vorhandene Totraum bei entsprechender Dosierung der in den Verdichtungsraum eingeleiteten Flüssigkeitsmenge vollständig mit der inkompressiblen Flüssigkeit gefüllt, so dass sich dann kein Gas mehr in dem Verdichtungsraum befindet und der Totraum quasi eliminiert ist. Die mit dem Totraum ansonsten verbundenen nachteiligen Effekte können daher bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht auftreten. Durch die mit dem Einleiten der Flüssigkeit in den Verdichtungsraum bedingte Kühlung und die Eliminierung des Totraums ist es möglich, Gase in dem Kolbenverdichter in einem einstufigen Prozess auf einen vergleichsweise hohen Druck zu verdichten. Gemäß der Erfindung ist die Kolbenstange des Kolbenverdichters vorzugsweise mit einem stufenlos einstellbaren Linearantrieb bewegungsgekoppelt. Unter einem stufenlos einstellbaren Linearantrieb ist ein solcher Linearantrieb zu verstehen, bei dem der Bewegungsweg und die Bewegungsgeschwindigkeit eines translatorisch bewegbaren Bauteils des Linearantriebs, welches mit der Kolbenstange gekoppelt ist, übergangslos verändert werden können. Demzufolge sind an dem Kolbenverdichter während des Ansaugens und Verdichtens des Fluids auch der von dem Kolben des Kolbenverdichters zurückgelegte Weg und dessen Geschwindigkeit stufenlos einstellbar, so dass der Kolbenverdichter schnell an unterschiedliche oder sich ändernde Verdichtungsaufgaben angepasst werden kann.

[0010] Der Verdichtungsraum des Kolbenverdichters

weist zweckmäßigerweise neben einem ersten Einlass für das zu verdichtende Fluid auch einen zweiten Einlass zum Einleiten der Flüssigkeit auf. Eingangsseitig des ersten Einlasses des Verdichtungsraumes ist in üblicher Weise ein Ventil angeordnet, welches verhindert, dass das Fluid während des Verdichtungstaktes des Kolbenverdichters aus dessen Verdichtungsraum ausströmen kann. In ähnlicher Weise ist eingangsseitig des zweiten Einlasses des Verdichtungsraumes zweckmäßigerweise ein Ventil mit der gleichen Aufgabe angeordnet. Bei diesen Ventilen kann es sich vorteilhaft um Rückschlagventile handeln.

**[0011]** Vorteilhaft ist an dem zweiten Einlass des Kolbenverdichters eine Verdrängerpumpe zum Fördern der Flüssigkeit angeschlossen. Diese Verdrängerpumpe ist zweckmäßigerweise so ausgelegt, dass sie dem in dem Verdichtungsraum des Kolbenverdichters herrschenden Verdichtungsdruck entgegenwirken kann.

**[0012]** Bevorzugt handelt es sich bei der Verdrängerpumpe um eine Kolbenpumpe. Dies ist insofern vorteilhaft, als dass Kolbenpumpen eine sehr genaue Flüssigkeitsdosierung ermöglichen, so dass in den Verdichtungsraum des Kolbenverdichters exakt die zum Auffüllen des Totraums und zur Kühlung des Fluids geforderte Flüssigkeitsmenge gepumpt werden kann.

**[0013]** Vorteilhaft sind die Arbeitstakte des Kolbenverdichters und der Kolbenpumpe synchronisiert. D. h. der Kolbenverdichter und/oder die Kolbenpumpe werden vorzugsweise derart angesteuert, dass die Kolbenpumpe dann, wenn der Kolbenverdichter einen Verdichtungstakt ausführt, zeitgleich einen Ausstoßtakt ausführt und Flüssigkeit in den Verdichtungsraum des Kolbenverdichters pumpt und die Kolbenpumpe dann, wenn der Kolbenverdichter das zu verdichtende Fluid ansaugt, zeitgleich ebenfalls einen Ansaugtakt ausführt und die in dem Verdichtungsraum des Kolbenverdichters einzuführende Flüssigkeit aus einem Flüssigkeitsreservoir ansaugt.

**[0014]** Vorzugsweise bildet ein elektrisch angetriebener Gewindetrieb den Linearantrieb. Hierbei ist eine Gewindespindel des Gewindetriebs translatorisch mit der Kolbenstange des Kolbenverdichters bewegungsgekoppelt. Ein auf der Gewindespindel aufgeschraubtes, axial nicht bewegbares Bauteil ist drehbeweglich mit einem elektrischen Antriebsmotor gekoppelt. Besonders vorteilhaft handelt es sich bei dem Gewindetrieb um einen Planetenrollengewindetrieb, der die Übertragung vergleichsweise hoher Kräfte und eine hohe Positioniergenauigkeit der Gewindespindel ermöglicht.

**[0015]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass der Kolbenverdichter und die Kolbenpumpe einen gemeinsamen Antrieb aufweisen. So kann beispielsweise ein Gewindetrieb mit einer translatorisch bewegbaren Gewindespindel vorgesehen sein, wobei die Gewindespindel an einem Ende mit der Kolbenstange des Kolbenverdichters und an dem anderen Ende mit einer Kolbenstange der Kolbenpumpe bewegungsge-

koppelt ist. Hierbei sind der Kolbenverdichter und die Kolbenpumpe so ausgebildet und/oder angeordnet, dass bei einer translatorischen Bewegung der Gewindespindel der Kolbenverdichter einen Verdichtungstakt ausführt, während die Kolbenpumpe einen Ausstoßtakt ausführt und der Kolbenverdichter und die Kolbenpumpe bei einer Bewegung der Gewindespindel in entgegengesetzter Richtung jeweils einen Ansaugtakt ausführen.

**[0016]** Die Erfindung eignet sich besonders zum Ausbringen von CO<sub>2</sub> aus einem Unterseeboot. In Unterseebooten ist es erforderlich, während einer Tauchfahrt das in der Innenluft des Unterseeboots enthaltene Kohlendioxid bzw. CO<sub>2</sub>, das insbesondere in der Ausatemluft der Mannschaft des Unterseeboots anfällt, in geeigneter Weise zu binden und dann in dem Unterseeboot in hierfür vorgesehenen Speichern zu speichern oder aus dem Unterseeboot an dessen Außenumgebung abzuführen.

**[0017]** Aus DE 10 2006 048 716 B3 ist eine Vorgehensweise bekannt, bei der das in einer CO<sub>2</sub>-Bindeeinrichtung gebundene CO<sub>2</sub> in der CO<sub>2</sub>-Bindeeinrichtung mittels Wasserdampf von einem CO<sub>2</sub>-Bindemittel getrennt wird und anschließend nach Lösung in Wasser aus dem Unterseeboot abgeführt wird. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann vorteilhafterweise dafür vorgesehen sein, dass das nach der Trennung des CO<sub>2</sub> von dem Bindemittel anfallende Fluid aus CO<sub>2</sub> und Wasserdampf direkt, also ohne vorherige Lösung in Wasser, gasförmig aus dem Unterseeboot abzuführen. Hierzu wird das Fluid von dem Kolbenverdichter in dessen Verdichtungsraum angesaugt und dort verdichtet, wobei in den Verdichtungsraum während des Verdichtens Flüssigkeit eingeführt wird. Durch das Einführen der Flüssigkeit kann das Fluid in dem Kolbenverdichter einstufig auf ein solches Druckniveau verdichtet werden, dass es gegen den bei Tauchfahrt in der Außenumgebung des Unterseeboots herrschenden Wasserdruck aus dem Unterseeboot herausgedrückt werden kann.

**[0018]** Der zum Trennen des CO<sub>2</sub> von dem CO<sub>2</sub>-Bindemittel erforderliche Wasserdampf wird in der Regel in einem Verdampfer erzeugt, in dem das Wasser zum Sieden gebracht wird. Vorteilhaft wird in dem Verdampfer anfallendes Kondensat von einer Pumpe angesaugt und in den Verdichtungsraum des Kolbenverdichters während des Verdichtens des Fluids aus CO<sub>2</sub> und Wasserdampf als Kühlflüssigkeit eingeleitet.

**[0019]** Insofern betrifft die Erfindung auch ein Unterseeboot, das mindestens eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 - 10 aufweist. Diese Vorrichtung dient in dem Unterseeboot dazu, das in der Ausatemluft der Mannschaft des Unterseeboots im Inneren des Unterseeboots entstehende CO<sub>2</sub> in die Außenumgebung des Unterseeboots abzuleiten.

**[0020]** Nachfolgend ist die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Be-

standteilen bestehenden Fluids in einer schematisch stark vereinfachten Prinzipskizze und

Fig. 2 ein Unterseeboot mit der Vorrichtung nach Fig. 1 in einer schematisch stark vereinfachten Prinzipskizze.

**[0021]** Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung weist einen Kolbenverdichter 2 auf, bei dem in einem Zylinder 6 ein Kolben 4 zum Ansaugen und Verdichten eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehenden Fluids linear verschiebbar ist. An einem Einlass 8 mündet eine Zuführleitung 10 in einen Verdichtungsraum 12 des Kolbenverdichters 2. Über die Zuführleitung 10 und den Einlass 8 kann ein Fluid in einem Ansaugtakt des Kolbenverdichters 2 in dessen Verdichtungsraum 12 angesaugt werden und dort anschließend verdichtet werden.

**[0022]** Des Weiteren weist die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung eine Kolbenpumpe 14 mit einem in einem Zylinder 16 linear verfahrbar angeordneten Kolben 18 auf. Mit der Kolbenpumpe 14 wird in einem Reservoir 20 gespeicherte Flüssigkeit 22 über eine Zuführleitung 24, die an einem Einlass 26 der Kolbenpumpe 14 mündet, in einen Anstoßraum 28 der Kolbenpumpe 14 angesaugt und anschließend über einen Auslass 30 in eine Leitung 32 ausgestoßen.

**[0023]** Die Leitung 32 mündet an einem an dem Verdichtungsraum 12 des Kolbenverdichters 2 ausgebildeten Einlass 14. D. h., mittels der Kolbenpumpe 14 wird Flüssigkeit 22 aus dem Reservoir 20 in den Verdichtungsraum 12 des Kolbenverdichters 2 gefördert, wobei die Art und Weise sowie der Zweck dieser Maßnahme im weiteren Verlauf näher erläutert wird.

**[0024]** Der Kolbenverdichter 2 und die Kolbenpumpe 14 werden von einem gemeinsamen Antrieb angetrieben. Hierbei handelt es sich um einen von einem Elektromotor 36 angetriebenen Gewindetrieb mit einer Gewindespindel 38. Die Gewindespindel 38 ist an einem ersten Ende mit einer Kolbenstange 40 des Kolbenverdichters 2 bewegungsgekoppelt und an dem anderen Ende mit einer Kolbenstange 42 der Kolbenpumpe 14 bewegungsgekoppelt.

**[0025]** Die Kolbenstange 42 der Kolbenpumpe 14 wird durch den Ausstoßraum 28 der Kolbenpumpe 14 zu dem Kolben 18 geführt. Hierdurch und aufgrund des vergleichsweise großen Durchmessers der Kolbenstange 14 verringert sich das Volumen des Ausstoßraumes 28 auf einen Ringspalt um die Kolbenstange 42 herum.

**[0026]** Die Gewindespindel 38 ist mittels des Elektromotors 36 in eine Richtung A und eine hierzu entgegengesetzte Richtung B verfahrbar. Entsprechend sind die Kolbenstange 40 mit dem Kolben 4 und die Kolbenstange 42 mit dem Kolben 18 gemeinsam in die Richtungen A und B verfahrbar. Der Kolbenverdichter 2 und die Kolbenpumpe 14 sind derart ausgebildet und angeordnet, dass sie bei einer Bewegung der Gewindespindel 38 in Richtung A beide jeweils einen Ansaugtakt ausführen,

während bei einer Bewegung der Gewindespindel 38 in Richtung B der Kolbenverdichter 2 einen Verdichtungs- takt und die Kolbenpumpe 14 einen Ausstoßtakt ausführen.

**[0027]** Die Funktionsweise der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung ist wie folgt:

**[0028]** Wird die Gewindespindel 38 von dem Elektromotor 36 in Richtung A angetrieben, führt der Kolbenverdichter 2 einen Ansaugtakt aus, bei dem ein gasförmiges oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehendes Fluid in den Verdichtungsraum 12 der Kolbenpumpe 14 über die Leitung 10 angesaugt wird. Hierbei wird der an dem Verdichtungsraum 12 ausgebildete zweite Einlass 34 von einem in der Leitung 30 angeordneten Rückschlagventil 44 verschlossen. Gleichzeitig führt die Kolbenpumpe 14 einen Ansaugtakt aus, bei dem die in dem Reservoir 20 befindliche Flüssigkeit 22 in den Ausstoßraum 28 der Kolbenpumpe 14 gesaugt wird.

**[0029]** Anschließend wird der Elektromotor 36 von einer in der Zeichnung nicht dargestellten Steuerungsvorrichtung derart angesteuert, dass die Gewindespindel 38 in Richtung B bewegt wird. Der Kolbenverdichter 2 führt dann einen Verdichtungs- takt aus, bei dem das zuvor angesaugte Fluid in dem Verdichtungsraum 12 verdichtet wird. Hierbei verhindern das Rückschlagventil 44 und ein in der Leitung 10 angeordnetes Rückschlagventil 46 ein Ausströmen des Fluids aus dem Verdichtungsraum 12. Sobald sich in dem Verdichtungsraum 12 ein gewünschter Verdichtungsdruck eingestellt hat, wird das Fluid über einen an dem Verdichtungsraum 12 ausgebildeten Auslass 48, an dem eine Leitung 50 angeschlossen ist, abgelassen, wobei in der Leitung 50 ein vorgespanntes Rückschlagventil 52 angeordnet ist, das erst bei dem gewünschten Verdichtungsdruck öffnet.

**[0030]** Da die Kolbenpumpe 14 zeitgleich mit dem Verdichtungs- takt des Kolbenverdichters 2 einen Ausstoßtakt ausführt, wird die in dem Ausstoßraum 28 der Kolbenpumpe 14 befindliche Flüssigkeit 22 während des Verdichtens des Fluids in den Verdichtungsraum 12 des Kolbenverdichters 2 gefördert. Hierbei verhindert ein in der Zuführleitung 24 angeordnetes Rückschlagventil 54 ein Zurückströmen der Flüssigkeit 22 in die Zuführleitung 24.

**[0031]** Indem dem Verdichtungsraum 12 des Kolbenverdichters 2 während des Verdichtungs- taktaktes die Flüssigkeit 22 zugeführt wird, wird das in dem Verdichtungsraum 12 befindliche Fluid von der Flüssigkeit 22 gekühlt, so dass der Temperaturanstieg während des Verdichtens gegenüber einer Kolbenpumpe ohne Zuführung von Flüssigkeit erheblich geringer ausfällt. Darüber hinaus füllt die Flüssigkeit 22 nach dem Öffnen des Rückschlagventils 52, wenn sich der Kolben 4 in seinem Totpunkt befindet, den gesamten Totraum in dem Verdichtungsraum 12 des Kolbenverdichters 2 auf. Dies und die Kühlung des in dem Verdichtungsraum 12 befindlichen Fluids ermöglichen die Verdichtung des Fluids auf höhere Verdichtungsdrücke, als es ohne die Einleitung von Flüssigkeit in den Verdichtungsraum 12 möglich wäre.

[0032] In Fig. 2 ist schematisch stark vereinfacht ein Unterseeboot 56 dargestellt. Dieses Unterseeboot 56 weist die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehenden Fluids auf. Daneben ist in dem Unterseeboot 56 eine CO<sub>2</sub>-Bindeeinrichtung 58 angeordnet. Über eine Leitung 60 wird die Innenluft des Unterseebootes in die CO<sub>2</sub>-Bindeeinrichtung 58 geleitet. Dort wird das in der Luft enthaltene CO<sub>2</sub> von einem CO<sub>2</sub>-Bindemittel 62 gebunden und die von dem CO<sub>2</sub> befreite Luft über eine Leitung 64 wieder in den Innenraum des Unterseebootes 56 geleitet.

[0033] Das CO<sub>2</sub>-Bindemittel 62 wird mittels Wasserdampf, der das CO<sub>2</sub> von dem CO<sub>2</sub>-Bindemittel 62 löst, regeneriert. Der Wasserdampf wird von einem in dem Unterseeboot 56 angeordneten Verdampfer 66 bereitgestellt. Über einen Wassereinlass 68 wird Wasser in den Verdampfer 66 eingeleitet und dort verdampft. Anschließend wird der Wasserdampf über eine Leitung 70 in die CO<sub>2</sub>-Bindeeinrichtung 58 geleitet.

[0034] Nach dem Regenerieren des CO<sub>2</sub>-Bindemittels 62 befindet sich in der CO<sub>2</sub>-Bindeeinrichtung 58 ein Gemisch aus CO<sub>2</sub> und Wasserdampf. Dieses Gemisch wird über die an der CO<sub>2</sub>-Bindeeinrichtung 58 angeschlossene Zuführleitung 10 bei einem Ansaugtakt des Kolbenverdichters 2 in dessen Verdichtungsraum 12 geleitet, dort verdichtet und über die Leitung 50 in eine seewasserdurchflutete Leitung 72 geleitet. Von dort gelangt das Gemisch aus CO<sub>2</sub> und Wasserdampf in die Außenumgebung des Unterseebootes 56.

[0035] Um das Gemisch aus CO<sub>2</sub> und Wasserdampf bei Tauchfahrt des Unterseebootes 56 aus diesem auslassen zu können, muss das Gemisch aus CO<sub>2</sub> und Wasserdampf in dem Kolbenverdichter 2 auf einen Druck verdichtet werden, der größer als der Umgebungsdruck des Unterseebootes ist. Die Erzeugung eines solchen Druckes wird dadurch möglich, dass während des Verdichtens des Gemisches aus CO<sub>2</sub> und Wasserdampf Flüssigkeit in den Verdichtungsraum 12 des Kolbenverdichters 2 eingeführt wird. Als Flüssigkeit wird ein Kondensat verwendet, das sich am Boden des Verdampfers 66 sammelt. Dieses Kondensat wird der Kolbenpumpe 14 zugeführt. Zum Ableiten des Kondensats aus dem Verdampfer 66 in die Kolbenpumpe 14 ist die in den Ausstoßraum 28 der Kolbenpumpe 14 mündende Zuführleitung 24 an den Verdampfer 66 angeschlossen. Mittels der Kolbenpumpe 14 wird das Kondensat aus dem Verdampfer 66 angesaugt und in einem Ausstoßtakt der Kolbenpumpe 14 über die Leitung 32 in den Verdichtungsraum 12 des Kolbenverdichters 2 gepumpt.

#### Bezugszeichenliste

##### [0036]

- 2 - Kolbenverdichter
- 4 - Kolben
- 6 - Zylinder

- 8 - Einlass
- 10 - Zuführleitung
- 12 - Verdichtungsraum
- 14 - Kolbenpumpe
- 5 16 - Zylinder
- 18 - Kolben
- 20 - Reservoir
- 22 - Flüssigkeit
- 24 - Zuführleitung
- 10 26 - Einlass
- 28 - Ausstoßraum
- 30 - Auslass
- 32 - Leitung
- 34 - Einlass
- 15 36 - Elektromotor
- 38 - Gewindespindel
- 40 - Kolbenstange
- 42 - Kolbenstange
- 44 - Rückschlagventil
- 20 46 - Rückschlagventil
- 48 - Auslass
- 50 - Leitung
- 52 - Rückschlagventil
- 54 - Rückschlagventil
- 25 56 - Unterseeboot
- 58 - CO<sub>2</sub>-Bindeeinrichtung
- 60 - Leitung
- 62 - CO<sub>2</sub>-Bindemittel
- 64 - Leitung
- 30 66 - Verdampfer
- 68 - Wassereinlass
- 70 - Leitung
- 72 - Leitung
- 35 A - Richtung
- B - Richtung

#### Patentansprüche

- 40 1. Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen oder aus gasförmigen und flüssigen Bestandteilen bestehenden Fluids, mit einem Kolbenverdichter (2) und mit Mittel zum Einleiten einer Flüssigkeit (22) in einen Verdichtungsraum (12) des Kolbenverdichters (2) während des Verdichtens, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kolbenstange (40) des Kolbenverdichters (2) mit einem stufenlos einstellbaren Linearantrieb bewegungsgekoppelt ist.
- 50 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichterraum (12) einen ersten Einlass (8) für das zu verdichtende Fluid und einen zweiten Einlass (34) zum Einleiten der Flüssigkeit (22) aufweist.
- 55 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem zweiten Einlass (34) des Kol-

benverdichters (2) eine Verdrängerpumpe zum Fördern der Flüssigkeit angeschlossen ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrängerpumpe eine Kolbenpumpe (14) ist. 5
5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein elektrisch angetriebener Gewindetrieb den Linearantrieb bildet. 10
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenverdichter (2) und die Kolbenpumpe (14) einen gemeinsamen Antrieb aufweisen. 15
7. Unterseeboot (56), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unterseeboot (56) mindestens eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 10 zum Abführen eines gasförmigen Fluids aus dem Unterseeboot (56) aufweist. 20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

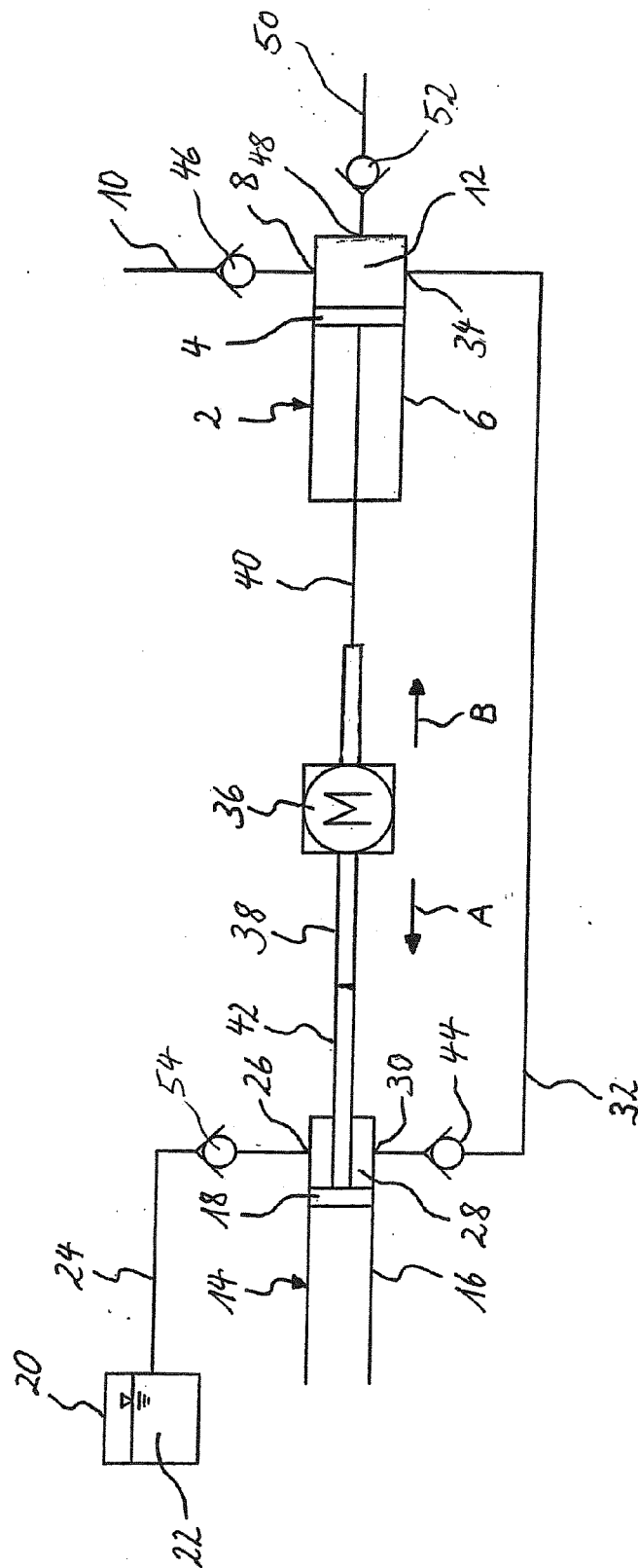
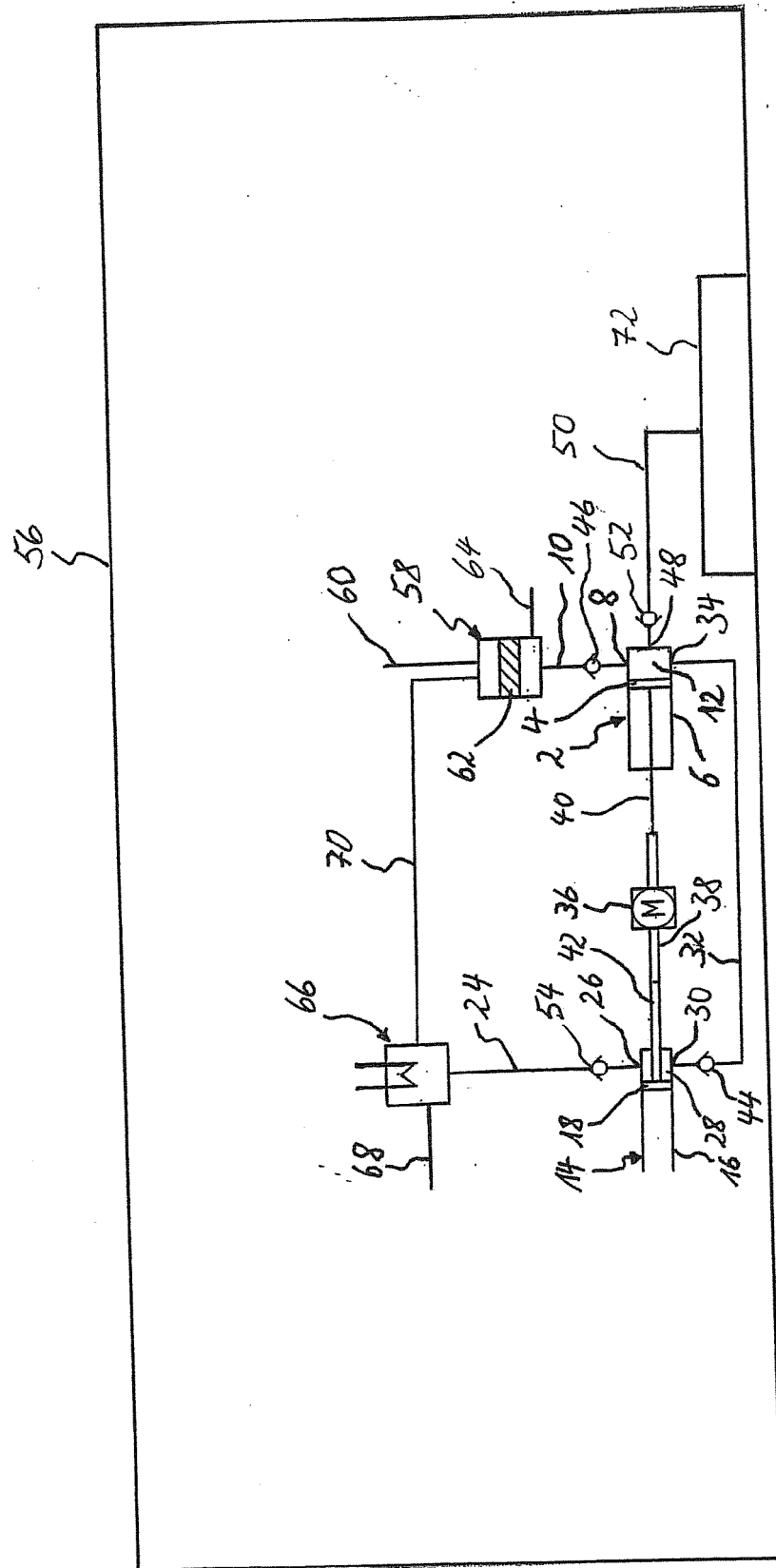


Fig. 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 12 19 0384

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                            |                                                                                     |                                                                                                     |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch                                                                                   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| Y                                                                                                 | DE 10 2006 053923 A1 (NEANDER MOTORS AG [DE]) 21. Mai 2008 (2008-05-21)             | 1-5                                                                                                 | INV.                               |
| A                                                                                                 | * Trocken laufender Gaskompressor mit Einspritzung von Kühlflüssigkeit *            | 6,7                                                                                                 | F04B35/04                          |
|                                                                                                   | * Abbildung 3 *                                                                     |                                                                                                     | F04B37/20                          |
|                                                                                                   | * Absatz [0003] - Absatz [0005] *                                                   |                                                                                                     | F04B39/06                          |
|                                                                                                   | * Absatz [0019] - Absatz [0023] *                                                   |                                                                                                     | F04B41/06                          |
|                                                                                                   | * Absatz [0042] - Absatz [0045] *                                                   |                                                                                                     | A62B11/00                          |
|                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                     | B63G8/36                           |
| Y                                                                                                 | DE 10 2004 052168 A1 (COMPART COMPRESSOR TECHNOLOGY [DE]) 4. Mai 2006 (2006-05-04)  | 1-5                                                                                                 |                                    |
| A                                                                                                 | * Stufenlos regelbarer Linearantrieb für einen trocken laufenden Gaskompressor *    | 6,7                                                                                                 |                                    |
|                                                                                                   | * Absatz [0001] - Absatz [0012] *                                                   |                                                                                                     |                                    |
|                                                                                                   | * Absatz [0019] *                                                                   |                                                                                                     |                                    |
|                                                                                                   | * Abbildungen 1,2 *                                                                 |                                                                                                     |                                    |
|                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                     |                                    |
| A                                                                                                 | GB 455 829 A (ZAHM, E.; ZAHM, G.G. [US]) 28. Oktober 1936 (1936-10-28)              | 1-6                                                                                                 |                                    |
|                                                                                                   | * Abbildung 3 *                                                                     |                                                                                                     |                                    |
|                                                                                                   | * Seite 2, Zeile 104 - Seite 4, Zeile 38 *                                          |                                                                                                     |                                    |
|                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                     |                                    |
| A                                                                                                 | US 2005/042111 A1 (ZAISER, L.; CONFOY, K. [US]) 24. Februar 2005 (2005-02-24)       | 1-6                                                                                                 |                                    |
|                                                                                                   | * Abbildungen 1,2 *                                                                 |                                                                                                     | F04B                               |
|                                                                                                   | * Absatz [0019] - Absatz [0024] *                                                   |                                                                                                     | A62B                               |
|                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                     | B63G                               |
| A                                                                                                 | DE 24 04 810 A1 (DEUTSCHE WORTHINGTON GMBH [DE]) 21. August 1975 (1975-08-21)       | 1-6                                                                                                 |                                    |
|                                                                                                   | * Abbildung 3 *                                                                     |                                                                                                     |                                    |
|                                                                                                   | * Seite 10, Absatz 3 - Seite 11, Absatz 2 *                                         |                                                                                                     |                                    |
|                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                     |                                    |
|                                                                                                   | -/--                                                                                |                                                                                                     |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                         |                                                                                     |                                                                                                     |                                    |
| Recherchenort                                                                                     |                                                                                     | Abschlußdatum der Recherche                                                                         |                                    |
| München                                                                                           |                                                                                     | 5. März 2013                                                                                        |                                    |
|                                                                                                   |                                                                                     | Prüfer                                                                                              |                                    |
|                                                                                                   |                                                                                     | Gnächtel, Frank                                                                                     |                                    |
| KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE                                                                  |                                                                                     |                                                                                                     |                                    |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet                                                    |                                                                                     | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze                                        |                                    |
| Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie |                                                                                     | E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist |                                    |
| A : technologischer Hintergrund                                                                   |                                                                                     | D : in der Anmeldung angeführtes Dokument                                                           |                                    |
| O : mündliche Offenbarung                                                                         |                                                                                     | L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument                                                        |                                    |
| P : Zwischenliteratur                                                                             |                                                                                     | & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument                                 |                                    |

 1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 12 19 0384

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                   | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 10 2008 003982 B3 (GABLER MASCHINENBAU GMBH [DE]) 2. Juli 2009 (2009-07-02)<br>* Unterseeboot mit einem Kolbenverdichter, welcher linear mittels Gewindespindel angetrieben ist *<br>* Absatz [0008] *<br>* Abbildung 1 *<br>----- | 1,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                       | Abschlußdatum der Recherche<br>5. März 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Prüfer<br>Gnüchtel, Frank          |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                                       | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

 1  
EPO FORM 1503 03.82 (P4C03)

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

EP 12 19 0384

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.

05-03-2013

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102006053923 A1                                  | 21-05-2008                    | KEINE                             |                               |
| DE 102004052168 A1                                  | 04-05-2006                    | KEINE                             |                               |
| GB 455829 A                                         | 28-10-1936                    | KEINE                             |                               |
| US 2005042111 A1                                    | 24-02-2005                    | KEINE                             |                               |
| DE 2404810 A1                                       | 21-08-1975                    | KEINE                             |                               |
| DE 102008003982 B3                                  | 02-07-2009                    | KEINE                             |                               |

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 296367 A [0004]
- DE 357858 A [0004]
- US 2404660 A [0004]
- DE 102009040379 B3 [0005]
- DE 102006048716 B3 [0017]