

(19)



(11)

EP 2 708 794 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.03.2014 Patentblatt 2014/12

(51) Int Cl.:
F17C 5/02 (2006.01) **F17C 7/02** (2006.01)
F17C 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12184297.5**

(22) Anmeldetag: **13.09.2012**

(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

(71) Anmelder:
• **Air Liquide Deutschland GmbH**
40235 Düsseldorf (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
DE
• **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75007 Paris (FR)
Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ 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

(72) Erfinder:
• **Sporing, Marc**
47807 Krefeld (DE)
• **Brouns, Marcel**
47906 Kempen (DE)
• **Meyer, Dirk**
41238 Mönchengladbach (DE)

(74) Vertreter: **Heine, Christian Klaus**
KNH Patentanwälte
Kahlhöfer Neumann Rößler Heine
Postfach 10 33 63
40024 Düsseldorf (DE)

(54) **Verfahren und Konditionierungsvorrichtung zum diskontinuierlichen Bereitstellen von flüssigem Kohlenstoffdioxid**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum diskontinuierlichen Bereitstellen und eine Konditionierungsvorrichtung zum diskontinuierlichen Temperieren von flüssigem Kohlenstoffdioxid sowie eine Anlage zur diskontinuierlichen Verarbeitung von Kohlenstoffdioxid umfassend eine solche Konditionierungsvorrichtung. Das Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- Speichern von flüssigem Kohlenstoffdioxid in einem Speicherbehälter (2),
- diskontinuierliches Fördern des flüssigen Kohlenstoffdioxids aus dem Speicherbehälter (2),
- Einstellen eines vorgebbaren Druckes des geförderten Kohlenstoffdioxids,
- Einstellen einer vorgebbaren Temperatur des geförderten, unter Druck stehenden Kohlenstoffdioxids in einem Wärmetauscher (5), der von einem Sekundärkreismedium durchflossen wird,
- diskontinuierliches Zuführen des flüssigen Kohlenstoffdioxids mit nahezu dem vorgebbaren Druck und der vorgebbaren, bevorzugt konstanten Temperatur zu einem Verbraucher (15), wobei

das Sekundärkreismedium sowohl gekühlt als auch ge-

heizt werden kann und insbesondere während und/oder nach einer Unterbrechung der Förderung gekühlt wird.

Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, nach sehr langen Unterbrechungen oder bei sehr heißen Umgebungstemperaturen einem Verbraucher flüssiges Kohlenstoffdioxid unter den optimalen Bedingungen zuzuführen.

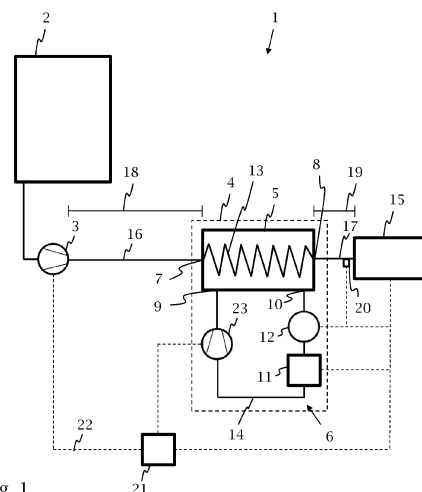


Fig. 1

EP 2 708 794 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum diskontinuierlichen Bereitstellen und eine Konditionierungsvorrichtung zum diskontinuierlichen Temperieren von flüssigem Kohlenstoffdioxid sowie eine Anlage zur diskontinuierlichen Verarbeitung von Kohlenstoffdioxid umfassend eine solche Konditionierungsvorrichtung. Insbesondere betrifft die Erfindung das diskontinuierliche Bereitstellen von flüssigem Kohlenstoffdioxid für die Erzeugung von Kohlenstoffdioxidschnee, welches zur Reinigung von Oberflächen von technischen Bauteilen eingesetzt wird. Alternativ kann das bereitgestellte flüssige Kohlenstoffdioxid zum Schäumen von Polymeren eingesetzt werden.

[0002] Bei diesen Anwendungen ist es bekannt, das flüssige Kohlenstoffdioxid zentral in einem Speicherbehälter vorzuhalten. So wird das flüssige Kohlenstoffdioxid beispielsweise in Niederdrucktanks bei einem Druck bis 22 bar und bei einer Gleichgewichtstemperatur von ungefähr -16 °C in flüssigem Zustand vorgehalten. Die verschiedenen Verbraucher benötigen das flüssige Kohlenstoffdioxid allerdings in der Regel bei bestimmten, von dem im Speicherbehälter abweichenden thermodynamischen Bedingungen, wobei eine Vielzahl von Verbrauchern von dem zentralen Speicherbehälter mit dem Kohlenstoffdioxid versorgt werden kann. So wird beispielsweise bei der Erzeugung von Kohlenstoffdioxidschnee zur Reinigung von Oberflächen technischer Bauteile flüssiges Kohlendioxid idealerweise bei einer Temperatur von 15 °C und 60 bar benötigt, also bei einer Temperatur knapp unterhalb der Siedetemperatur bei diesem Druck. Es ist daher bekannt, das flüssige Kohlenstoffdioxid aus dem Speicherbehälter zu fördern und auf den gewünschten Druck zu bringen. Sodann wird das unter Druck stehende flüssige Kohlenstoffdioxid in einem Wärmetauscher auf die gewünschte Temperatur erhitzt und einem Verbraucher zugeführt. Dieses Verfahren ist bei kontinuierlicher Bereitstellung von flüssigem Kohlenstoffdioxid sehr effizient.

[0003] Es hat sich jedoch gezeigt, dass es bei einer Unterbrechung der Bereitstellung zu Problemen bei der Verarbeitung des flüssigen Kohlenstoffdioxids kommen kann. Eine solche Unterbrechung kann beispielsweise beim regelmäßigen Austausch der zu reinigenden Bauteile auftreten oder aber bei Stillstandszeiten während Arbeitsunterbrechungen, so dass die Unterbrechung auch einige Stunden oder Tage dauern kann. Während solcher Unterbrechungen kann die Temperatur des Kohlenstoffdioxids in den Rohrleitungen zwischen Speicherbehälter und Verbraucher über den Siedepunkt steigen, so dass es zu Blasenbildung in den Rohrleitungen kommt. Beim Wiederaufstart des Verbrauchers kann dieses relativ "warme" flüssige beziehungsweise teilweise gasförmige Kohlenstoffdioxid zu anderen Eigenschaften des Kohlenstoffdioxidschnees führen, wodurch ein schlechteres Reinigungsergebnis erzielt wird. Insbesondere in Regionen, in denen die Umgebungstemperatur

relativ hoch ist, treten diese Probleme regelmäßig auf. Es ist daher wünschenswert, das flüssige Kohlenstoffdioxid zu jedem Zeitpunkt unter den gewünschten Bedingungen dem Verbraucher zuzuführen.

[0004] Zudem ist es bekannt, in einem dem Speicherbehälter nachgeschalteten Hochdrucktank das flüssige Kohlenstoffdioxid auf einen gewünschten Druck zu verdichten und von dort den einzelnen Verbrauchern zuzuführen. Hierbei muss der Druck im Hochdrucktank allerdings jederzeit aufrechterhalten werden, was insbesondere bei Betriebspausen zu unnötigem Energieverbrauch führt.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise zu lindern und insbesondere ein Verfahren und eine Konditionierungsvorrichtung zum diskontinuierlichen Bereitstellen von flüssigem Kohlenstoffdioxid sowie eine Anlage zur diskontinuierlichen Verarbeitung von Kohlenstoffdioxid anzugeben, bei der zu jedem Zeitpunkt flüssiges Kohlenstoffdioxid unter vorgebbaren Bedingungen effizient einem Verbraucher zugeführt werden kann.

[0006] Diese Aufgaben werden gelöst mit einem Verfahren, einer Konditionierungsvorrichtung und einer Anlage gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängig formulierten Patentansprüchen angegeben. Die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar und können durch erläuternde Sachverhalte aus der Beschreibung ergänzt werden, wobei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung aufgezeigt werden.

[0007] Diese Aufgaben werden insbesondere gelöst durch ein Verfahren zum diskontinuierlichen Bereitstellen von flüssigem Kohlenstoffdioxid, umfassend zumindest die folgenden Schritte:

- a) Speichern von flüssigem Kohlenstoffdioxid in einem Speicherbehälter,
- b) diskontinuierliches Fördern des flüssigen Kohlenstoffdioxids aus dem Speicherbehälter,
- c) Einstellen eines vorgebbaren Druckes des geförderten Kohlenstoffdioxids,
- d) Einstellen einer vorgebbaren Temperatur des geförderten, unter Druck stehenden Kohlenstoffdioxids in einem Wärmetauscher, der von einem Sekundärkreismedium durchflossen wird,
- e) diskontinuierliches Zuführen des flüssigen Kohlenstoffdioxids mit nahezu dem vorgebbaren Druck und der vorgebbaren, bevorzugt auch konstanten, Temperatur zu einem Verbraucher,

wobei das Sekundärkreismedium sowohl gekühlt als auch geheizt werden kann. Insbesondere soll das Kühlen und Heizen außerhalb des Wärmetauschers mit dafür vorgesehenen entsprechenden Kühl- beziehungsweise Heizeinheiten in einem Sekundärkreislauf erfolgen.

[0008] Mit einem diskontinuierlichen Bereitstellen ist die intermittierende Versorgung des Verbrauchers mit flüssigem Kohlenstoffdioxid gemeint. Das Bereitstellen erfolgt somit mit Unterbrechungen, wobei die Unterbrechungen zeitlich eine Dauer von einigen Sekunden bis zu einigen Tagen haben können.

[0009] In Verfahrensschritt a) wird das flüssige Kohlenstoffdioxid bevorzugt in einem Niederdrucktank für bis zu 22 bar bei einer Temperatur zwischen - 15 und -18 °C gespeichert, wobei der Niederdrucktank bevorzugt mit einer separaten Kühleinheit versehen ist oder vakuumisoliert ist. In Verfahrensschritt b) wird insbesondere in Abhängigkeit vom Bedarf des Verbrauchers das flüssige Kohlenstoffdioxid aus dem Speicherbehälter mittels einer Pumpe, bevorzugt einer mit Druckluft betriebenen Pumpe, in eine in Strömungsrichtung des flüssigen Kohlenstoffdioxids nachgeschaltete erste Leitung gefördert. Das flüssige Kohlenstoffdioxid wird durch die erste Leitung in den Wärmetauscher gefördert und von dort über eine zweite Leitung zu dem Verbraucher.

[0010] In Verfahrensschritt c) wird der Druck des geförderten Kohlenstoffdioxids, also insbesondere in der ersten Leitung, in den Wärmetauscher, in der zweiten Leitung und im Verbraucher, insbesondere mit Hilfe der Pumpe auf einen vorgebbaren Druck, bevorzugt einen Druck zwischen 30 und 90 bar, ganz besonders bevorzugt auf einen Druck zwischen 55 und 70 bar, erhöht. Dabei wird der Druck mittels einer einfachen Druckregelung konstant gehalten.

[0011] In Verfahrensschritt d) wird die Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids in dem Wärmetauscher auf eine vorgebbare Temperatur gebracht. Hierbei durchströmt das geförderte Kohlenstoffdioxid den Wärmetauscher von einem ersten Einlass zu einem ersten Auslass und das Sekundärkreismedium den Wärmetauscher von einem zweiten Einlass zu einem zweiten Auslass. Innerhalb des Wärmetauschers stehen das flüssige Kohlenstoffdioxid und das Sekundärkreismedium über eine Wärmetauschfläche in Wärmekontakt. Die Temperatur des Sekundärkreismediums und/oder der Volumenstrom des Sekundärkreismediums werden so eingestellt, dass das flüssige Kohlenstoffdioxid am ersten Auslass die vorgebbare Temperatur hat. Das Sekundärkreismedium ist insbesondere Teil eines Sekundärkreislaufs, der außerhalb des Wärmetauschers eine Pumpe, eine Heizeinheit und eine Kühleinheit aufweist.

[0012] Das so in dem Wärmetauscher konditionierte flüssige Kohlenstoffdioxid wird in Verfahrensschritt e) einem Verbraucher, insbesondere einer Vorrichtung zur Erzeugung von Kohlenstoffdioxidschnee zur Reinigung von Bauteiloberflächen oder einer Vorrichtung zum Schäumen von Polymeren, zugeführt. Dabei ist mit nahezu den vorgebbaren Druck und der vorgebbaren Temperatur gemeint, dass sich vor allem die Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids auf dem Weg vom Wärmetauscher zum Verbraucher noch geringfügig ändern kann, insbesondere in der zweiten Leitung, beispielsweise durch Wärmeeintrag aus der Umgebung. Bevorzugt

ist eine Ausgestaltung, bei der sich der Druck vom vorgebbaren Druck um höchstens 1 bar und die Temperatur von der vorgebbaren Temperatur um höchstens 1 °C [Celsius] unterscheidet. Ganz besonders bevorzugt ist die vorgebbare Temperatur ein konstanter Wert.

[0013] Mit dem Verfahren wird somit erreicht, dass das in einem Speicherbehälter vorgehaltene flüssige Kohlenstoffdioxid, das gegebenenfalls unter Druck stehend in einem unterkühlten Zustand vorliegt, nicht nur auf eine Temperatur unmittelbar unterhalb der Siedetemperatur bei entsprechendem Druck erwärmt werden kann, sondern dass das Kohlenstoffdioxid auch gekühlt werden kann. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids auf der Strecke zwischen dem Speicherbehälter und dem Wärmetauscher beziehungsweise dem Verbraucher während einer Unterbrechung oder durch eine sehr hohe Umgebungstemperatur auf eine Temperatur oberhalb des Siedepunkts erhöht wurde. In diesem Fall kann die Temperatur des Kohlenstoffdioxids in dem Wärmetauscher auf die für die Anwendung benötigte optimale Temperatur abgesenkt werden. Am Verbraucher liegt somit das flüssige Kohlenstoffdioxid mit einer konstanten Temperatur vor.

[0014] Es ist daher besonders bevorzugt, dass das Sekundärkreismedium während und/oder nach einer Unterbrechung der Förderung gekühlt wird. Das Sekundärkreismedium wird insbesondere vor Wiederaufnahme der Förderung gekühlt, so dass das flüssige Kohlenstoffdioxid zwischen Speicherbehälter und Wärmetauscher, das während der Unterbrechungen auf eine Temperatur oberhalb der vorgebbaren Temperatur erwärmt wurde, wieder auf die vorgebbare Temperatur bei Förderung zu dem Verbraucher abgekühlt wird. Somit stehen auch unmittelbar nach einer Unterbrechung der Förderung optimale Bedingungen zum Einsatz des flüssigen Kohlenstoffdioxids beim Verbraucher zur Verfügung.

[0015] Bevorzugt ist auch, dass die vorgebbare Temperatur höchstens 4 °C unter dem Siedepunkt des Kohlenstoffdioxids bei dem vorgebbaren Druck liegt, insbesondere höchstens 2 °C unter dem Siedepunkt.

[0016] Gerade für Anwendungen, die flüssiges Kohlenstoffdioxid mit einer Temperatur nur unmittelbar unterhalb des Siedepunkts benötigen, ist eine solche Verfahrensführung vorteilhaft. Dabei kann die vorgebbare Temperatur des Kohlenstoffdioxids entweder durch Kühlen oder Heizen des Sekundärkreismediums erzielt werden.

[0017] Auch wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die Temperaturdifferenz zwischen der vorgebbaren Temperatur und der Temperatur des in den Wärmetauscher eintretenden Sekundärkreismediums höchstens 2 °C beträgt. Bevorzugt beträgt der Temperaturunterschied höchstens 1 °C. Die vorgebbare Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids liegt insbesondere am ersten Ausgang des Wärmetauschers vor. Dies hat insbesondere zur Folge, dass bei einem Wechsel von Heizen zum Kühlen bei einer festen vorgebbaren Temperatur

die Temperatur des Sekundärkreismediums höchstens um 4 °C beziehungsweise 2 °C geändert werden muss. Dementsprechend muss die Wärmetauscherfläche des Wärmetauschers beziehungsweise der Volumenstrom des Sekundärkreismediums so ausgelegt sein, dass die vorgebbare Temperatur des Kohlenstoffdioxids eingestellt werden kann.

[0018] Ein solch schneller Wechsel der Temperatur des Sekundärkreismediums kann insbesondere erreicht werden, wenn das Volumen des Sekundärkreismediums höchstens zehnmal so groß ist wie das in dem Wärmetauscher befindliche Volumen des flüssigen Kohlenstoffdioxids. Mit Volumen des Sekundärkreismediums ist das gesamte Volumen des sich in dem Sekundärkreislauf befindlichen Sekundärkreismediums, bevorzugt einer Sole, gemeint. Das sich in dem Wärmetauscher befindliche Volumen des flüssigen Kohlenstoffdioxids ist insbesondere so groß wie das Volumen, das durch die Leitung für das flüssige Kohlenstoffdioxid durch den Wärmetauscher definiert ist. Insbesondere bei einer Leitung, die als Rohr realisiert ist, ist das Volumen des Kohlenstoffdioxids das (Innen-)Volumen des Rohrs in dem Wärmetauscher. Ein solches Volumen des Sekundärkreismediums kann relativ schnell in seiner Temperatur bei einem Wechsel von Heizen zu Kühlen beziehungsweise umgekehrt geändert werden.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung hat das Volumen des Sekundärkreismediums eine Größe von 10 l [Liter] bis 300 l, ganz besonders bevorzugt von 50 l bis 100 l. Der Massenstrom des Kohlenstoffdioxids hat einen Wert von 20 kg/h [Kilogramm pro Stunde] bis 500 kg/h, ganz besonders bevorzugt von 100 kg/h bis 300 kg/h. Die als Rohr ausgeführte Leitung hat eine Länge von 10 m [Meter] bis 40 m, ganz besonders bevorzugt von 20 m bis 30 m bei einem Außenrohrdurchmesser von 5 mm [Millimeter] bis 30 mm, ganz besonders bevorzugt von 8 mm bis 15 mm.

[0020] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Temperatur und/oder der Volumenstrom des Sekundärkreismediums bei Eintritt in den Wärmetauscher in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Verbrauchers eingestellt wird. Die Betriebsparameter des Verbrauchers sind insbesondere dessen Betriebszeiten. Somit kann die Temperatur des Sekundärkreismediums schon im Vorhinein auf das diskontinuierliche Fördern des Kohlenstoffdioxids eingestellt werden. So kann beispielsweise nach einer längeren Unterbrechung von beispielsweise einem Tag die Temperatur des Sekundärkreismediums erst kurz vor Wiederinbetriebnahme des Verbrauchers auf eine gewünschte Temperatur abgekühlt werden.

[0021] Einem weiteren Aspekt der Erfindung folgend wird eine Konditionierungsvorrichtung zum diskontinuierlichen Temperieren von flüssigem Kohlenstoffdioxid vorgeschlagen, umfassend einen Wärmetauscher und einen Sekundärkreislauf, wobei der Wärmetauscher einen ersten Einlass und einen ersten Auslass für flüssiges Kohlenstoffdioxid und einen zweiten Einlass und einen zweiten Auslass für ein Sekundärkreismedium aufweist

und der Sekundärkreislauf den zweiten Einlass und den zweiten Auslass des Wärmetauschers umfasst, wobei sowohl eine Kühleinheit als auch eine Heizeinheit in dem Sekundärkreislauf ausgebildet sind.

[0022] Der Sekundärkreislauf umfasst somit alle Leitungen und Vorrichtungen, durch die das Sekundärkreismedium im Betrieb fließt. Im Betrieb tritt also das unter Druck stehende zumindest teilweise flüssige Kohlenstoffdioxid am ersten Einlass in den Wärmetauscher ein und an dem ersten Auslass aus dem Wärmetauscher aus, wobei das Kohlenstoffdioxid im Wärmetauscher in Wärmekontakt mit dem Sekundärkreismedium steht, welches durch den zweiten Einlass in den Wärmetauscher eintritt und durch den zweiten Auslass aus dem Wärmetauscher austritt. Das Sekundärkreismedium wird außerhalb des Wärmetauschers mit einer Kühleinheit gekühlt oder mit einer Heizeinheit aufgeheizt. Eine solche Konditionierungsvorrichtung erlaubt es, unter Druck stehendes zumindest teilweise flüssiges Kohlenstoffdioxid auf eine vorgebbare Temperatur zu bringen, unabhängig von der Temperatur des Kohlenstoffdioxids am ersten Einlass.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Konditionierungsvorrichtung ist der Wärmetauscher mit Bezug auf Wärmetauscherfläche, auf Volumen des Sekundärkreismediums im Wärmetauscher und auf Volumen des Kohlenstoffdioxids im Wärmetauscher so dimensioniert, dass im Betrieb ein Temperaturunterschied zwischen der vorgebbaren Temperatur und der Temperatur des in den Wärmetauscher eintretenden Sekundärkreismediums von höchstens 2 °C, bevorzugt von höchstens 0,5 °C erreichbar ist.

[0024] Die Wärmetauscherfläche ist die Oberfläche der Bauteile, die das flüssige Kohlenstoffdioxid und das Sekundärkreismedium trennen und über die der Wärmeaustausch stattfindet. Bei einer rohrförmigen Durchführung des flüssigen Kohlenstoffdioxids durch das Sekundärkreismedium ist beispielsweise die äußere Mantelfläche des Rohrs die Wärmetauscherfläche. Sollten wie bei einem Rohr eine äußere Fläche oder eine innere Fläche als Wärmetauscherfläche aufgefasst werden können, ist im Zweifelsfall die größere Fläche die Wärmetauscherfläche. Mit einer solch relativ großen Wärmetauscherfläche ist es möglich, dass die Temperatur des Sekundärkreislaufs bei Eintritt in den Wärmetauscher nur geringfügig von der vorgebbaren Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids abweicht. Somit muss die Temperatur des Sekundärkreismediums bei Umstellung von Heizen auf Kühlen nur relativ gering geändert werden, um auch die vorgebbare Temperatur des Kohlenstoffdioxids einstellen zu könne. Dies kann insbesondere dann erreicht werden, wenn auch das Volumen des Sekundärkreislaufs relativ gering ist.

[0025] Die Heizeinheit kann beispielsweise durch einen mit einer warmen Flüssigkeit durchflossenen zweiten Wärmetauscher realisiert werden oder bevorzugt durch eine elektrische Heizvorrichtung. Die Kühleinheit wird insbesondere durch einen dritten Wärmetauscher

mit einer relativ kalten Kühlflüssigkeit realisiert oder bevorzugt durch einen Verdampfer zur Verdampfung einer Flüssigkeit. Bevorzugt ist das Sekundärkreismedium eine Sole und der Verdampfer ein Luftverdampfer, durch den die Sole gekühlt wird.

[0026] Noch einem weiteren Aspekt der Erfindung folgend wird eine Anlage zur diskontinuierlichen Verarbeitung von Kohlenstoffdioxid vorgeschlagen, umfassend einen Speicherbehälter zur Speicherung von flüssigem Kohlenstoffdioxid, eine Pumpe zur Förderung und Druckerhöhung des flüssigen Kohlenstoffdioxids, eine erfindungsgemäße Konditionierungsvorrichtung und einem Verbraucher, wobei die Pumpe über eine erste Leitung mit dem ersten Einlass verbunden ist und der erste Auslass über eine zweite Leitung mit dem Verbraucher verbunden ist.

[0027] Der Speicherbehälter ist bevorzugt ein Niederdrucktank für bis zu 22 bar, der bevorzugt mit einer Kühleinheit oder durch eine Vakuumisolierung das flüssige Kohlenstoffdioxid auf einer Temperatur zwischen -15 und -18 °C speichert. Die Pumpe ist bevorzugt eine Druckluft betriebene Pumpe, über die vergleichsweise wenig Wärme in das Kohlenstoffdioxid eingetragen wird. Im Betrieb wird also das gespeicherte flüssige Kohlenstoffdioxid aus dem Speicherbehälter über die erste Leitung zum Wärmetauscher und weiter über die zweite Leitung zum Verbraucher gefördert. Der Verbraucher ist insbesondere eine Vorrichtung zur Erzeugung von Kohlenstoffdioxidschnee zur Reinigung einer Bauteiloberfläche oder eine Vorrichtung zum Schäumen von Polymeren.

[0028] Mit einer solchen Anlage kann zu jedem Zeitpunkt das flüssige Kohlenstoffdioxid auf optimale Parameter für die Verwendung durch den Verbraucher eingestellt werden.

[0029] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Anlage beträgt die erste Länge der ersten Leitung mindestens das Fünffache der zweiten Länge der zweiten Leitung, ganz besonders bevorzugt mindestens das Zehnfache oder gar das Zwanzigfache. Dies bedeutet, dass zum einen der Speicherbehälter relativ weit von dem Verbraucher entfernt angeordnet sein kann und dass andererseits die Konditionierungsvorrichtung relativ nah an dem Verbraucher angeordnet ist. Somit ist die zweite Länge der zweiten Leitung relativ klein, so dass eine wesentliche Beeinflussung der Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids zwischen dem Wärmetauscher und dem Verbraucher nicht stattfindet. Die zweite Länge sollte höchstens 5 m, bevorzugt höchstens 2 m, betragen.

[0030] In diesem Zusammenhang ist es auch bevorzugt, dass genau ein Speicherbehälter und eine Vielzahl von Verbrauchern und eine Vielzahl von Konditionierungsvorrichtungen vorgesehen sind, die jeweils mit dem Speicherbehälter verbunden sind. Dabei kann jede Konditionierungsvorrichtung mit genau einem oder mehreren Verbrauchern verbunden sein. Die Anzahl der Konditionierungsvorrichtungen ist bevorzugt so gewählt, dass die zweite Länge der zweiten Leitungen von jedem Wärme-

tauscher zu dem Verbraucher möglichst gering ist. Ganz besonders bevorzugt ist jede Konditionierungsvorrichtung mit genau zwei Verbrauchern verbunden.

[0031] Als vorteilhaft wird auch angesehen, wenn ein Temperaturfühler in der zweiten Leitung integriert ist. Der Temperaturfühler ist insbesondere so angeordnet, dass die Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids in der zweiten Leitung gemessen wird. Aufgrund der Temperaturmessung in der zweiten Leitung kann überprüft werden, ob die vorgebbare Temperatur erreicht wurde und gegebenenfalls kann der Sekundärkreislauf nachgeregelt werden.

[0032] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Anlage ist der Wärmetauscher so dimensioniert, dass eine Temperaturdifferenz von 2 °C zwischen der Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids am ersten Auslass und der Temperatur des Sekundärkreismediums am zweiten Einlass ausreicht, um das Kohlenstoffdioxid auf eine vorgebbare Temperatur einzustellen, die höchstens 2 °C unter dem Siedepunkt des Kohlenstoffdioxids bei dem im Wärmetauscher vorliegenden Druck liegt.

[0033] Auch wird als vorteilhaft angesehen, wenn das Volumen des Sekundärkreislaufs so ausgelegt ist, dass das gesamte Sekundärkreismedium mit einer Kühlleistung beziehungsweise Heizleistung von 2000 bis 9000 W [Watt] um mindestens 3 °C innerhalb von 5 Minuten, ganz besonders bevorzugt innerhalb von nur 1 Minute, geändert werden kann. Dies hat zur Folge, dass bei einem Wechsel von Heizen zu Kühlen die Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids auf der vorgebbaren Temperatur ohne große Verzögerung gehalten werden kann.

[0034] Noch eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Anlage sieht vor, dass eine Steuereinheit vorgesehen ist, die mit der Pumpe, dem Temperaturfühler, der Heizeinheit, der Kühleinheit und/oder dem Verbraucher verbunden ist, und zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet und ausgestattet ist.

[0035] Die für das erfindungsgemäße Verfahren offenbarten Details und Vorteile lassen sich auf die erfindungsgemäße Konditionierungsvorrichtung und die erfindungsgemäße Anlage übertragen und anwenden und umgekehrt.

[0036] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figur beispielhaft näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Figur eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung zeigt, diese jedoch nicht darauf beschränkt ist. Es zeigen:

Fig. 1 zeigt schematisch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage 1 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0037] Eine Anlage 1 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst einen Speicherbehälter 2, eine Konditionierungsvorrichtung 4 und einen Verbraucher 15. Der Speicherbehälter 2 ist über eine

Pumpe 3 und eine erste Leitung 16 mit einer ersten Länge 18 mit der Konditionierungsvorrichtung 4 strömungstechnisch verbunden. Die Konditionierungsvorrichtung 4 ist ferner über eine zweite Leitung 17 mit einer zweiten Länge 19 mit dem Verbraucher 15 strömungstechnisch verbunden. Die Konditionierungsvorrichtung 4 umfasst einen Wärmetauscher 5 und einen Sekundärkreislauf 6. Der Sekundärkreislauf 6 umfasst neben dem von einem Sekundärkreismedium durchflossenen Teil des Wärmetauschers 5 eine Heizeinheit 12, einen Verdampfer 11 und eine Sekundärkreispumpe 23. Der gesamte von dem Sekundärkreismedium gefüllte Raum im Sekundärkreislauf 6 weist ein Volumen 14 auf. In dem Sekundärkreislauf 6 ist ein zweiter Einlass 9 des Wärmetauschers 5 und ein zweiter Auslass 10 des Wärmetauschers 5 integriert.

[0038] Der Wärmetauscher 5 weist zudem einen ersten Einlass 7 zum Zuführen von flüssigem Kohlenstoffdioxid und einen ersten Auslass 8 zum Abführen von flüssigem Kohlenstoffdioxid auf. An dem ersten Einlass 7 ist die erste Leitung 16 angeschlossen und an den ersten Auslass 8 die zweite Leitung 17. In der zweiten Leitung 17 ist zudem ein Temperaturfühler 20 integriert, der über eine Datenleitung 22 mit einer Steuereinheit 21 verbunden ist. Die Steuereinheit 21 ist ferner mit der Pumpe 3, der Sekundärkreispumpe 23, dem Verdampfer 11 und der Heizeinheit 12 sowie mit dem Verbraucher 15 verbunden. Der Wärmetauscher 5 weist eine Wärmetauschfläche 13 auf, über die der Wärmeaustausch zwischen flüssigem Kohlenstoffdioxid und Sekundärkreismedium erfolgt.

[0039] Im Betrieb wird flüssiges Kohlenstoffdioxid aus dem Speicherbehälter 2 von der Pumpe 3 über die erste Leitung 16, den Wärmetauscher 5 und die zweite Leitung 17 zum Verbraucher 15 gefördert. Der Druck des geförderten Kohlenstoffdioxids in der Leitung 16, dem Wärmetauscher 5 und der Leitung 17 wird dabei von der Pumpe 3 so eingestellt, dass er einen vorgebbaren Wert einnimmt. Im Wärmetauscher 5 wird die Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids auf einen vorgebbaren Wert eingestellt. Hierzu wird das Sekundärkreismedium entweder mit der Heizeinheit 12 geheizt oder mit der Kühleinheit 11 gekühlt. Die so erzielte vorgebbare Temperatur des Kohlenstoffdioxids wird mittels des Temperaturfühlers 20 überwacht.

[0040] Während einer Unterbrechung der Förderung des flüssigen Kohlenstoffdioxids, wird dieses in der ersten Leitung 16, in dem Wärmetauscher 5 und der zweiten Leitung 17 durch die Umgebung aufgewärmt.

[0041] Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, durch Kühlung des Sekundärkreismediums mit der Kühleinheit 11 bereits in der ersten Leitung 16 und gegebenenfalls im Wärmetauscher 5 verdampftes Kohlenstoffdioxid im Wärmetauscher 5 zu kondensieren. Somit ist gewährleistet, dass nach Wiederinbetriebnahme des Verbrauchers 15 flüssiges Kohlenstoffdioxid mit vorgebbaren Parametern bereitgestellt wird. Die vorgebbare Temperatur ist insbesondere nur geringfügig kleiner als die Siede-

temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids bei dem eingestellten Druck.

[0042] Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, nach sehr langen Unterbrechungen oder bei sehr heißen Umgebungstemperaturen einem Verbraucher flüssiges Kohlenstoffdioxid unter den optimalen Bedingungen zuzuführen.

Bezugszeichenliste

[0043]

1	Anlage
2	Speicherbehälter
3	Pumpe
4	Konditionierungsvorrichtung
5	Wärmetauscher
6	Sekundärkreislauf
7	erster Einlass
8	erster Auslass
9	zweiter Einlass
10	zweiter Auslass
11	Verdampfer
12	Heizeinheit
13	Wärmetauschfläche
14	Volumen
15	Verbraucher
16	erste Leitung
17	zweite Leitung
18	erste Länge
19	zweite Länge
20	Temperaturfühler
21	Steuereinheit
22	Datenleitung
23	Sekundärkreispumpe

Patentansprüche

1. Verfahren zum diskontinuierlichen Bereitstellen von flüssigem Kohlenstoffdioxid, umfassend zumindest die folgenden Schritte:

- a) Speichern von flüssigem Kohlenstoffdioxid in einem Speicherbehälter (2),
- b) diskontinuierliches Fördern des flüssigen Kohlenstoffdioxids aus dem Speicherbehälter (2),
- c) Einstellen eines vorgebbaren Druckes des geförderten Kohlenstoffdioxids,
- d) Einstellen einer vorgebbaren Temperatur des geförderten, unter Druck stehenden Kohlenstoffdioxids in einem Wärmetauscher (5), der von einem Sekundärkreismedium durchflossen wird,
- e) diskontinuierliches Zuführen des flüssigen Kohlenstoffdioxids mit nahezu dem vorgebbaren Druck und der vorgebbaren Temperatur zu

einem Verbraucher (15), **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Sekundärkreismedium sowohl gekühlt als auch geheizt werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Sekundärkreismedium während und/oder nach einer Unterbrechung der Förderung gekühlt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die vorgebbare Temperatur höchstens 2 Grad Celsius unter dem Siedepunkt des Kohlenstoffdioxids bei dem vorgebbaren Druck liegt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Temperaturdifferenz zwischen der vorgebbaren Temperatur und der Temperatur des in den Wärmetauscher (5) eintretenden Sekundärkreismediums höchstens 2 Grad Celsius beträgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Volumen (14) des Sekundärkreismediums höchstens zehnmal so groß ist wie das sich in dem Wärmetauscher befindliche Volumen des flüssigen Kohlenstoffdioxids.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Temperatur und/oder der Volumenstrom des Sekundärkreismediums bei Eintritt in den Wärmetauscher (5) in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Verbrauchers (15) eingestellt wird.
7. Konditionierungsvorrichtung (4) zum diskontinuierlichen Temperieren von flüssigem Kohlenstoffdioxid, umfassend einen Wärmetauscher (5) und einen Sekundärkreislauf (6), wobei der Wärmetauscher (5) einen ersten Einlass (7) und einen ersten Auslass (8) für flüssiges Kohlenstoffdioxid und einen zweiten Einlass (9) und einen zweiten Auslass (10) für ein Sekundärkreismedium aufweist und der Sekundärkreislauf (6) den zweiten Einlass (9) und den zweiten Auslass (10) des Wärmetauschers (5) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl eine Kühleinheit (11) als auch eine Heizeinheit (12) in dem Sekundärkreislauf (6) ausgebildet sind.
8. Konditionierungsvorrichtung (4) nach Anspruch 7, bei der der Wärmetauscher (5) mit Bezug auf Wärmetauschfläche (13), auf Volumen des Sekundärkreismediums im Wärmetauscher und auf Volumen des Kohlenstoffdioxids im Wärmetauscher so dimensioniert ist, dass im Betrieb ein Temperaturunterschied zwischen der vorgebbaren Temperatur und der Temperatur des in den Wärmetauscher eintretenden Sekundärkreismediums von höchstens 2 °C erreichbar ist.

9. Konditionierungsvorrichtung (4) nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Kühleinheit (11) ein Verdampfer (11) zur Verdampfung einer Flüssigkeit ist.

5 10. Anlage (1) zur diskontinuierlichen Verarbeitung von Kohlenstoffdioxid, umfassend einen Speicherbehälter (2) zur Speicherung von flüssigem Kohlenstoffdioxid, eine Pumpe (3) zur Förderung und Druckerhöhung des flüssigen Kohlenstoffdioxids, eine Konditionierungsvorrichtung (4) nach einem der Ansprüche 6 bis 8 und einen Verbraucher (15), wobei die Pumpe (3) über eine erste Leitung (16) mit dem ersten Einlass (7) verbunden ist und der erste Auslass (8) über eine zweite Leitung (17) mit dem Verbraucher (15) verbunden ist.

10 11. Anlage (1) nach Anspruch 10, wobei die erste Länge (18) der ersten Leitung (16) mindestens das Fünffache der zweiten Länge (19) der zweiten Leitung (17) beträgt.

15 12. Anlage (1) nach Anspruch 10 oder 11, wobei ein Temperaturfühler (20) in der zweiten Leitung (17) integriert ist.

20 13. Anlage (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei der Wärmetauscher (5) so dimensioniert ist, dass eine Temperaturdifferenz von zwei Grad Celsius zwischen der Temperatur des flüssigen Kohlenstoffdioxids am ersten Auslass (8) und der Temperatur des Sekundärkreismediums am zweiten Einlass (9) ausreicht, um das Kohlenstoffdioxid auf eine vorgebbare Temperatur einzustellen, die höchstens 2 Grad Celsius unter dem Siedepunkt des Kohlenstoffdioxids bei dem im Wärmetauscher (5) vorliegenden Druck liegt.

30 14. Anlage (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei das Volumen des Sekundärkreislaufes (6) so ausgelegt ist, dass das gesamte Sekundärkreismedium mit einer Kühlleistung beziehungsweise Heizleistung von 2000 W [Watt] bis 9000 W um mindestens drei Grad Celsius in nicht mehr als 5 Minuten geändert werden kann.

35 40 45 50 55 15. Anlage (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, die eine Steuereinheit (21) umfasst, die mit der Pumpe (3), dem Temperaturfühler (20), der Heizeinheit (12), der Kühleinheit (11) und/oder dem Verbraucher (15) verbunden ist, und zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 eingerichtet und ausgestattet ist.

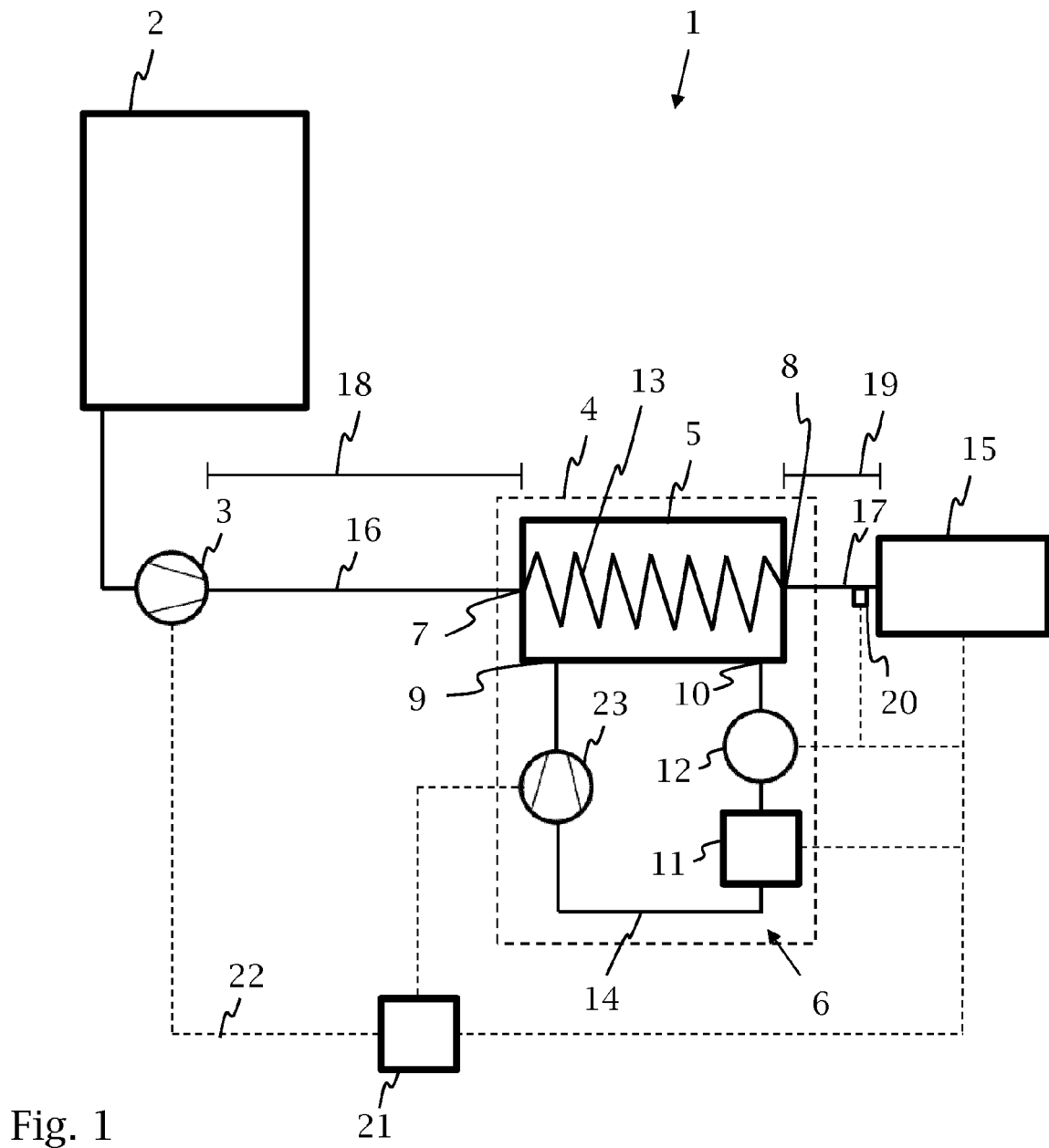


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 18 4297

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 10 2005 002976 A1 (LINDE AG [DE]) 27. Juli 2006 (2006-07-27) * das ganze Dokument *	1-10,12, 13,15	INV. F17C5/02 F17C7/02 F17C9/02
Y	EP 2 175 187 A2 (LINDE AG [DE]) 14. April 2010 (2010-04-14) * Absatz [0013] - Absatz [0028] *	1-10,12, 13,15	
Y	DE 10 2009 039645 A1 (LINDE AG [DE]) 10. März 2011 (2011-03-10) * Absatz [0019] - Absatz [0035] *	1-10,12, 13,15	
Y	DE 10 2006 048993 A1 (THERMO KING CORP [US]) 16. Mai 2007 (2007-05-16) * Absatz [0017] - Absatz [0086] *	12,13,15	
A	US 2008/302103 A1 (MINKKINEN ARI [FR] ET AL) 11. Dezember 2008 (2008-12-11) * Absatz [0031] - Absatz [0059] *	1-15	
A	JP 2005 125767 A (KAWATA MFG) 19. Mai 2005 (2005-05-19) * Zusammenfassung *	1-10,12, 13,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 2011/315243 A1 (HAYASHI RYUTARO [JP]) 29. Dezember 2011 (2011-12-29) * Absatz [0027] - Absatz [0073] *	1-15	F17C
A	US 5 590 535 A (RHOADES GEORGE D [US]) 7. Januar 1997 (1997-01-07) * Spalte 3, Zeile 19 - Spalte 8, Zeile 64 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Januar 2013	Prüfer Stängl, Gerhard
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	

1

EPO FORM 1503 (03.82) (P04C03)

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

EP 12 18 4297

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.

09-01-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005002976 A1	27-07-2006	AT 503961 T	15-04-2011
		DE 102005002976 A1	27-07-2006
		EP 1838990 A1	03-10-2007
		ES 2364160 T3	26-08-2011
		US 2009014914 A1	15-01-2009
		WO 2006077027 A1	27-07-2006
EP 2175187 A2	14-04-2010	DE 102009019275 A1	15-04-2010
		EP 2175187 A2	14-04-2010
DE 102009039645 A1	10-03-2011	DE 102009039645 A1	10-03-2011
		EP 2473772 A1	11-07-2012
		US 2012159970 A1	28-06-2012
		WO 2011026551 A1	10-03-2011
DE 102006048993 A1	16-05-2007	DE 102006048993 A1	16-05-2007
		US 2007144191 A1	28-06-2007
US 2008302103 A1	11-12-2008	AT 553330 T	15-04-2012
		EP 1853846 A1	14-11-2007
		ES 2385575 T3	26-07-2012
		FR 2882129 A1	18-08-2006
		JP 2008530472 A	07-08-2008
		KR 20070114167 A	29-11-2007
		PT 1853846 E	12-07-2012
		US 2008302103 A1	11-12-2008
		WO 2006087452 A1	24-08-2006
JP 2005125767 A	19-05-2005	JP 4125704 B2	30-07-2008
		JP 2005125767 A	19-05-2005
US 2011315243 A1	29-12-2011	CN 102089565 A	08-06-2011
		US 2011315243 A1	29-12-2011
		WO 2010041427 A1	15-04-2010
US 5590535 A	07-01-1997	KEINE	

EPO FORM P0461

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