



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.06.2018 Patentblatt 2018/24**

(51) Int Cl.:  
**F24F 3/16 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16020484.8**

(22) Anmeldetag: **08.12.2016**

(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**  
 Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(72) Erfinder: **Halde, Benjamin**  
**80336 München (DE)**

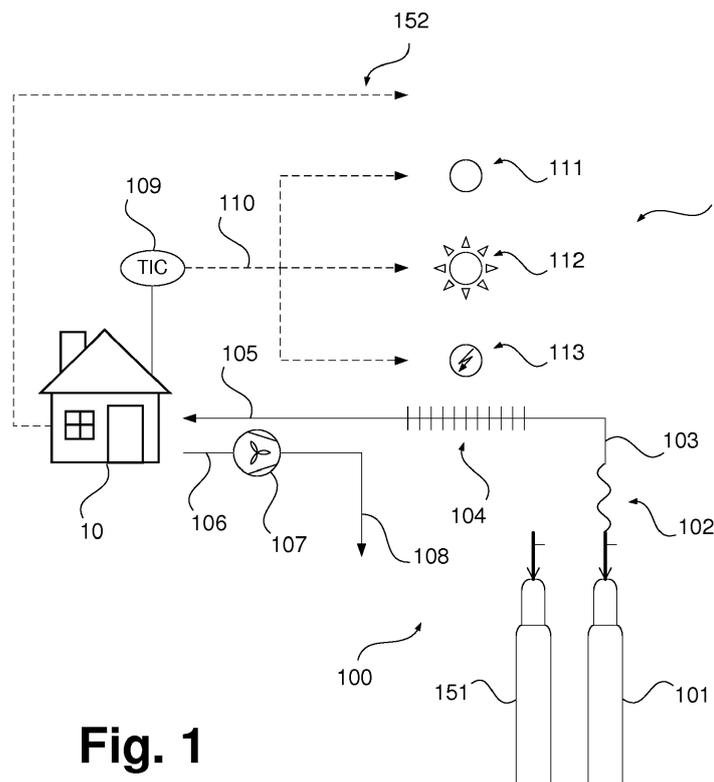
(74) Vertreter: **Imhof, Dietmar**  
**Linde AG**  
**Technology & Innovation**  
**Corporate Intellectual Property**  
**Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14**  
**82049 Pullach (DE)**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**  
**80331 München (DE)**

(54) **VERFAHREN, ANLAGE UND SYSTEM ZUR LUFTVERBESSERUNG IN EINEM GEBÄUDE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Luftverbesserung in einem Gebäude (10, 20), bei dem dem Gebäude (10, 20) ein sauerstoffhaltiger, gasförmiger Fluidstrom zugeführt und in dem Gebäude (10, 20) verteilt wird. Es ist vorgesehen, dass der sauerstoffhaltige, gasförmige Fluidstrom zumindest teilweise unter Verwen-

dung eines in einem Behälter (101, 114) gespeicherten und dem Behälter (101, 114) entnommenen sauerstoffhaltigen, flüssigen Luftprodukts gebildet wird. Eine entsprechende Anlage (100, 200) und ein entsprechendes System (1, 2) sind ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung.



**Fig. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Luftverbesserung in einem Gebäude, eine entsprechende Anlage und ein entsprechendes System gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

### Stand der Technik

**[0002]** Zur Luftverbesserung in Gebäuden sind Belüftungsanlagen unterschiedlichster Art bekannt. Diese dienen in der Regel dazu, verbrauchte Luft durch Umgebungsluft zu ersetzen. Unter "verbrauchter Luft" wird dabei nachfolgend insbesondere Luft mit einem durch die menschliche Atmung bzw. die Aktivität von Maschinen, insbesondere Verbrennungskraftmaschinen, gegenüber atmosphärischer Luft vermindertem Sauerstoff- und erhöhtem Kohlendioxidgehalt verstanden. Unter "Umgebungsluft" wird Luft verstanden, die aus der Umgebung des Gebäudes angesaugt wird. In herkömmlichen Belüftungsanlagen wird damit ein Luftaustausch mit der Umgebung vorgenommen. Dies kann durch eine Luftumwälzung der Luft in dem Gebäude selbst sowie eine geeignete Konditionierung wie beispielsweise Trocknung, Befeuchtung, Erwärmung, Abkühlung oder Filterung unterstützt werden.

**[0003]** Insbesondere in stark industriell oder durch den motorisierten Straßenverkehr geprägten Regionen kann die Umgebungsluft eines Gebäudes gegebenenfalls durch Kontaminationen eine derart schlechte Qualität aufweisen, dass sie der menschlichen Gesundheit abträglich ist oder aus anderen Gründen, beispielsweise durch Gerüche, nicht in ein Gebäude gelangen sollte, in dem sich Menschen dauerhaft aufhalten. In solchen Fällen kann eine Aufbereitung der Luft, beispielsweise durch geeignete Adsorber oder Filter, insbesondere unter Verwendung von Aktivkohle, Wäschen und dergleichen, vorgenommen werden, während sie angesaugt und/oder bevor sie im Gebäude verteilt wird. Dies erweist sich jedoch in der Praxis als sehr aufwendig und teuer. Auch können mittels einer entsprechenden Aufbereitung auch gegebenenfalls nicht sämtliche unerwünschten Komponenten aus der Luft entfernt werden. Beispielsweise ein reduzierter Gehalt an Sauerstoff oder eine Erhöhung von Kohlendioxid lässt sich auf diese Weise nicht ausgleichen.

**[0004]** Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, die Luftverbesserung in entsprechenden Situationen zu erleichtern bzw. erst zu ermöglichen.

### Offenbarung der Erfindung

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Luftverbesserung in einem Gebäude, eine entsprechende Anlage und ein entsprechendes System gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

**[0006]** Vor der Erläuterung der Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deren Grundlagen und die verwendeten Begriffe erläutert.

**[0007]** Die Herstellung von Luftprodukten in flüssigem oder gasförmigem Zustand durch Tieftemperaturzerlegung von Luft in Luftzerlegungsanlagen ist bekannt und beispielsweise bei H.-W. Häring (Hrsg.), Industrial Gases Processing, Wiley-VCH, 2006, insbesondere Abschnitt 2.2.5, "Cryogenic Rectification", beschrieben.

**[0008]** Luftzerlegungsanlagen weisen Destillationssäulensysteme auf, die beispielsweise als Zweisäulensysteme, insbesondere als klassische Linde-Doppelsäulensysteme, aber auch als Drei- oder Mehrsäulensysteme ausgebildet sein können. Neben den Destillationssäulen zur Gewinnung von Stickstoff und/oder Sauerstoff in flüssigem und/oder gasförmigem Zustand, also den Destillationssäulen zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung, können Destillationssäulen zur Gewinnung weiterer Luftkomponenten, insbesondere der Edelgase Krypton, Xenon und/oder Argon, vorgesehen sein.

**[0009]** Die Destillationssäulensysteme der genannten Destillationssäulensysteme werden auf unterschiedlichen Druckniveaus betrieben. Bekannte Doppelsäulensysteme weisen eine sogenannte Hochdrucksäule (auch als Drucksäule, Mitteldrucksäule oder untere Säule bezeichnet) und eine sogenannte Niederdrucksäule (auch als obere Säule bezeichnet) auf. Das Druckniveau der Hochdrucksäule beträgt beispielsweise 4 bis 6 bar, insbesondere etwa 5 bar. Die Niederdrucksäule wird auf einem Druckniveau von beispielsweise 1,3 bis 1,7 bar, insbesondere etwa 1,5 bar, betrieben. Bei den hier angegebenen Drücken handelt es sich insbesondere um Absolutdrücke am Kopf der genannten Säulen.

**[0010]** Die in einer Luftzerlegungsanlage eingesetzten Vorrichtungen sind in der zitierten Fachliteratur, beispielsweise bei Häring in Abschnitt 2.2.5.6, "Apparatus", beschrieben. Sofern die nachfolgenden Definitionen nicht hiervon abweichen, wird daher zum Sprachgebrauch, der im Rahmen der vorliegenden Anmeldung verwendet wird, ausdrücklich auf die zitierte Fachliteratur verwiesen.

**[0011]** Ein "Luftprodukt" ist im hier verwendeten Sprachgebrauch jedes Produkt, das zumindest durch Verdichten und Abkühlen von Luft und insbesondere, jedoch nicht notwendigerweise, durch eine anschließende Tieftemperaturrektifikation hergestellt werden kann. Insbesondere kann es sich hierbei um flüssigen oder gasförmigen Sauerstoff (LOX, GOX), flüssigen oder gasförmigen Stickstoff (LIN, GAN), flüssiges oder gasförmiges Argon (LAR, GAR), flüssiges oder gasförmiges Xenon, flüssiges oder gasförmiges Krypton, flüssiges oder gasförmiges Neon, flüssiges oder gasförmiges Helium usw. handeln, aber auch beispielsweise um Flüssiglufte (LAIR). Die vorliegende Erfindung verwendet sauerstoffhaltige, flüssige Luftprodukte, also beispielsweise reinen flüssigen Sauerstoff, sauerstoffangereicherte Flüssiglufte oder lediglich verflüssigte Luft. Auch können mehrere Luftprodukte, beispielsweise flüssiger Sauerstoff und flüssiger

Stickstoff, im Rahmen der vorliegenden Erfindung nach Bedarf gemischt und entsprechend eingesetzt werden.

**[0012]** Unter einer "tiefkalten" Flüssigkeit, bzw. einem entsprechenden Fluid, Luftverflüssigungsprodukt, Strom usw. wird hier ein flüssiges Medium verstanden, dessen Siedepunkt deutlich unterhalb der jeweiligen Umgebungstemperatur liegt und beispielsweise 200 K oder weniger, insbesondere 220 K oder weniger, beträgt. Beispiele für tiefkalte Medien sind flüssige Luft, flüssiger Sauerstoff, flüssiger Stickstoff im obigen Sinn, flüssiges Propan usw.

Vorteile der Erfindung.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung geht von einem Verfahren zur Luftverbesserung in einem Gebäude aus, bei dem dem Gebäude ein sauerstoffhaltiger, gasförmiger Fluidstrom zugeführt und in dem Gebäude verteilt wird. Insoweit ähnelt das Verfahren bekannten Belüftungsverfahren, bei denen entsprechende Luftströme aus Umgebungsluft in Gebäude eingespeist und mittels geeigneter Lüftungseinrichtungen in diesen Gebäuden, beispielsweise in mehrere Räume, verteilt werden.

**[0014]** Erfindungsgemäß ist jedoch vorgesehen, dass der sauerstoffhaltige, gasförmige Fluidstrom zumindest teilweise unter Verwendung eines in einem Behälter gespeicherten und dem Behälter entnommenen sauerstoffhaltigen, flüssigen Luftprodukts gebildet wird.

**[0015]** Auf diese Weise braucht für die Belüftung des Gebäudes keine möglicherweise ungeeignete, weil beispielsweise kontaminierte, Umgebungsluft verwendet werden. Stattdessen wird für die Belüftung, und damit zur Luftverbesserung, ein sauerstoffhaltiges, flüssiges Luftprodukt mit definierter Reinheit und Zusammensetzung eingesetzt. Dieses kann in Form geeigneter Behälter, beispielsweise Gaszylindern oder Tanks, bereitgehalten werden. Ist das sauerstoffhaltige, flüssige Luftprodukt verbraucht, kann ein entsprechender Behälter bei geeigneter Dimensionierung ausgetauscht und durch einen neuen, vollen Behälter ersetzt werden. Es ist auch möglich, einen entsprechenden Behälter vor Ort, beispielsweise unter Verwendung eines Tankfahrzeugs, zu befüllen.

**[0016]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann als das verflüssigte, sauerstoffhaltige Luftprodukt beispielsweise Flüssigluft verwendet werden. Diese kann in einer Luftzerlegungsanlage der zuvor beschriebenen Art, aber auch in einer reinen Luftverflüssigungsanlage, die nicht über ein Destillationssäulensystem, sondern nur über Einrichtungen zur Luftverflüssigung verfügt, erzeugt werden.

**[0017]** Mit besonderem Vorteil wird als das verflüssigte, sauerstoffhaltige Luftprodukt ein gegenüber atmosphärischer Luft an Sauerstoff angereichertes, flüssiges Luftprodukt verwendet. In besonderer Weise eignet sich hierfür eine sauerstoffangereicherte Flüssigkeit (engl. Enriched Liquid) aus der (Hoch-)Drucksäule einer Luftzerlegungsanlage. Bei der Verwendung eines an Sauer-

stoff angereicherten, flüssigen Luftprodukts kann verbrauchter Sauerstoff schneller und unter Verwendung geringerer Einspeisemengen ersetzt werden, so dass geringere Mengen eines entsprechenden flüssigen Luftprodukts benötigt werden. In diesem Zusammenhang können insbesondere auch Sauerstoffsensoren eingesetzt werden und es kann eine Ergänzung an Sauerstoff auf Grundlage eines entsprechenden Werts erfolgen. Grundsätzlich ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch möglich, einen Sauerstoffgehalt in der Gebäudeluft auf einen Wert oberhalb jenes in atmosphärischer Luft einzustellen.

**[0018]** Ferner kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch flüssiger Sauerstoff eingesetzt werden. Es ist auch möglich, mehrere flüssige Luftprodukte einzusetzen. Insbesondere kann der sauerstoffhaltige, gasförmige Fluidstrom, der dem Gebäude zugeführt und in dem Gebäude verteilt wird, dabei unter Verwendung des in dem Behälter gespeicherten und dem Behälter entnommenen sauerstoffhaltigen, flüssigen Luftprodukts sowie unter Verwendung eines in einem weiteren Behälter gespeicherten und dem weiteren Behälter entnommenen weiteren Luftprodukts, insbesondere eines stickstoffreichen Luftprodukts, beispielsweise von reinem Stickstoff, gebildet werden. Beispielsweise kann dadurch im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Gemisch aus Stickstoff und Sauerstoff mit gewünschtem Sauerstoff- bzw. Stickstoffgehalt gebildet werden, mittels dessen ein reduzierter Sauerstoffgehalt in dem Gebäude ausgeglichen werden kann. Auch in diesem Zusammenhang können die erwähnten Sauerstoffsensoren eingesetzt werden.

**[0019]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird das zur Bildung des sauerstoffhaltigen, gasförmigen Fluidstroms verwendete sauerstoffhaltige, flüssige Luftprodukt, insbesondere in einem Wärmetauscher, erwärmt und dadurch verdampft bzw. bei entsprechend hohem Druck vom flüssigen in den überkritischen Zustand überführt. Der Wärmetauscher kann in beliebiger geeigneter Form, beispielsweise als Flossenrohrwärmetauscher zum Austausch mit einer gasförmigen Umgebung oder als Gegenstromwärmetauscher ausgebildet sein. Ist nachfolgend von einem "Verdampfer" die Rede, sind sämtliche Ausführungsformen von Wärmetauschern, die sich zur Verdampfung eignen, hiervon umfasst. Dieser Wärmetauscher bzw. Verdampfer kann dabei zumindest teilweise unter Verwendung von Umgebungswärme, Solarwärme und/oder Elektrowärme betrieben werden. Die Einwirkung von Umgebungswärme und Solarwärme kann beispielsweise durch eine geeignete Abdeckung bzw. Abschattung eines Verdampfers gesteuert werden. Auch andere Wärmequellen, beispielsweise Brenner, können im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

**[0020]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es auch möglich, einen entsprechenden Wärmetauscher bzw. Verdampfer zumindest teilweise unter Verwendung von fühlbarer Wärme von Gebäude-

luft des Gebäudes zu betreiben. Diese Gebäudeluft kann dabei aus dem Gebäude heraus- und anschließend wieder in das Gebäude zurückgeführt werden. Sie erfährt beim Wärmetausch eine Abkühlung, so dass eine Energieeinsparung in vorhandenen Klimaanlage erzielt werden kann.

**[0021]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann auch vorgesehen sein, einen entsprechenden Wärmetauscher bzw. Verdampfer mit Wärmetauschstrukturen auszubilden, die in eine Belüftungs- bzw. Klimaanlage des Gebäudes integriert sind. Beispielsweise können Flossenrohre oder andere geeignete Wärmetauschstrukturen in Belüftungskanäle der Belüftungs- bzw. Klimaanlage des Gebäudes integriert sein, so dass auch auf diese Weise eine Abkühlung bewirkt und beispielsweise eine Klimaanlage unterstützt werden kann.

**[0022]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein Umfang der Erwärmung in dem Verdampfer auf Grundlage einer oder mehrerer Temperaturen in dem Gebäude eingestellt werden. Dies erlaubt es, unter Verwendung des verdampften, sauerstoffhaltigen Luftprodukts eine Gebäudetemperierung vorzunehmen, insbesondere eine Kühlung. Zusätzlich können jedoch beispielsweise vorhandene Klimaanlage und Heizungen eingesetzt werden.

**[0023]** Insbesondere bei einem kleineren Gebäude kann dem Gebäude Luft in einer Menge, die einer Menge des dem Gebäude zugeführten sauerstoffhaltigen, gasförmigen Fluidstroms entspricht, entnommen und in die Umgebung abgeblasen werden. Auf diese Weise kann eine besonders einfache Massebilanzierung vorgenommen werden.

**[0024]** Insbesondere bei einem größeren Gebäude kann es sich dagegen als wirtschaftlicher erweisen, wenn dem Gebäude Luft entnommen, aufbereitet und dem Gebäude erneut zugeführt wird. Die Aufbereitung solcher "Umluft" kann dabei insbesondere eine Adsorption zur Trocknung und Entfernung bzw. Reduzierung unerwünschter Komponenten, beispielsweise und insbesondere Kohlendioxid, umfassen. Auf diese Weise können unerwünschte Komponenten entfernt und, insbesondere bei der Verwendung eines an Sauerstoff angereicherten flüssigen Luftprodukts, der verbrauchte Sauerstoff ergänzt werden. Wird Kohlendioxid durch die Adsorption entfernt oder reduziert, braucht nur noch der reduzierte Sauerstoffgehalt ausgeglichen zu werden. Hierzu können insbesondere die zuvor erwähnten sauerstoffreichen Luftprodukte wie flüssige sauerstoffangereicherte Luft und flüssiger Sauerstoff eingesetzt werden. Die Entfernung bzw. Reduzierung von Kohlendioxid erlaubt es, mit geringeren Zuspeisemengen in Form des sauerstoffhaltigen, flüssigen Luftprodukts auszukommen, so dass sich beispielsweise Liefer- und Nachfüllzyklen für die entsprechenden Behälter reduzieren lassen. Der tatsächliche Sauerstoffgehalt in dem Gebäude oder dem zugeführten Fluidstrom kann dabei kontinuierlich überwacht und entsprechend eingestellt werden. Auch der Kohlendioxidgehalt wird vorzugsweise kontinuierlich über-

wacht, um eine Funktionsfähigkeit der Absorptionsanlage sicherzustellen. Bei Bedarf kann diese stillgelegt und das Gebäude kurzfristig nur mit dem oder den Luftprodukten, oder im Notfall mit Umgebungsluft, versorgt werden.

**[0025]** Es ist auch möglich, im Rahmen der Adsorption unerwünschte Feuchtigkeit abzuführen. Auch auf diese Weise wird es möglich, die Leistung einer Klimaanlage in dem Gebäude zu reduzieren, da bekanntermaßen für trockene Luft eine geringere Abkühlleistung erforderlich ist als für feuchte Luft. Als Adsorber für die Adsorption können insbesondere Molsiebadsorber eingesetzt werden, wie sie aus dem Bereich der Luftzerlegung zur Aufbereitung der Einsatzluft verwendet werden können. Durch eine nachfolgende Befeuchtung kann der Wassergehalt der Luft in dem Gebäude auf einen verträglichen Wert eingestellt werden.

**[0026]** Vor der Adsorption wird die dem Gebäude entnommene Luft insbesondere einem oder mehreren Gebläsen und/oder einem oder mehreren Verdichtern zugeführt. Das oder die Gebläse und/oder der oder die Verdichter können dabei unter Verwendung eines Elektromotors und/oder unter Verwendung einer Entspannungsmaschine angetrieben wird, in welcher ihrerseits zumindest ein Teil des in dem Verdampfer verdampften, sauerstoffhaltigen Luftprodukts entspannt wird. In letzterem Fall kann insbesondere freiwerdende Entspannungsarbeit in energiesparender Weise für eine Verdichtung verwendet werden.

**[0027]** Unter einem "Verdichter" wird eine Vorrichtung verstanden, die zum Verdichten wenigstens eines gasförmigen Stroms von wenigstens einem Eingangsdruck, bei dem dieser dem Verdichter zugeführt wird, auf wenigstens einen Enddruck, bei dem dieser dem Verdichter entnommen wird, eingerichtet ist. Der Verdichter bildet dabei eine bauliche Einheit, die jedoch mehrere "Verdichterstufen" in Form bekannter Kolben-, Schrauben- und/oder Schaufelrad- bzw. Turbinenanordnungen aufweisen kann. Insbesondere werden diese Verdichterstufen mittels eines gemeinsamen Antriebs, beispielsweise über eine gemeinsame Welle, angetrieben.

**[0028]** Ein "Gebläse" zeichnet sich im Gegensatz zu einem Verdichter im Wesentlichen dadurch aus, dass seine Hauptaufgabe nicht die Verdichtung eines Gasstroms sondern primär das Fördern eines entsprechenden Gasstroms, beispielsweise durch einen Wärmetauscher oder einen Adsorber, ist. Auch an einem Gebläse stellt sich ein gewisses Druckverhältnis zwischen Eingangsdruck und Enddruck, beispielsweise ein Druckverhältnis von 1,3 bis 3,0 (gegenüber einem Druckverhältnis von mehr als 3,0 bei einem typischen Verdichter) ein. Ein "Ventilator" ist ein Gebläse, das sich typischerweise durch ein nochmals geringeres Druckverhältnis, insbesondere im Bereich von 1,0 bis 1,3, auszeichnet.

**[0029]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere bei einem Kleingebäude oder einem Großgebäude eingesetzt werden. Bei einem Kleingebäude handelt es sich insbesondere um ein Ein- oder

kleineres Mehrfamilienhaus oder einen kleinen Gewerbebetrieb. Ein Großgebäude ist insbesondere ein Bürogebäude entsprechender Größe, ein Hochhaus, eine Fabrikhalle, ein Bahnhof, ein Flughafen usw.

**[0030]** Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine Anlage zur Luftverbesserung in einem Gebäude, mit Mitteln, die dafür eingerichtet sind, dem Gebäude einen sauerstoffhaltigen, gasförmigen Fluidstrom zuzuführen und in dem Gebäude zu verteilen. Erfindungsgemäß ist die Anlage dafür eingerichtet, den sauerstoffhaltigen, gasförmigen Fluidstrom zumindest teilweise unter Verwendung eines in einem Behälter gespeicherten und dem Behälter entnommenen sauerstoffhaltigen, flüssigen Luftprodukts zu bilden.

**[0031]** Ein System zur Luftverbesserung, das erfindungsgemäß ebenfalls vorgeschlagen wird, umfasst ein Gebäude und die soeben erläuterte Anlage gemäß unterschiedlicher Ausführungsformen.

**[0032]** Eine entsprechende Anlage und ein entsprechendes System sind gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform zur Durchführung eines Verfahrens eingerichtet, wie es zuvor erläutert wurde. Auf die zuvor erläuterten Merkmale und Vorteile wird daher ausdrücklich verwiesen.

**[0033]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert, in der bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung schematisch veranschaulicht sind.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0034]** In Figur 1 ist ein System gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in Form eines schematischen Diagramms veranschaulicht.

**[0035]** In Figur 2 ist ein System gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung in Form eines schematischen Diagramms veranschaulicht.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

**[0036]** In den nachfolgenden Figuren sind Systeme zur Luftverbesserung gemäß besonders bevorzugter Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung veranschaulicht und werden auf Grundlage der Figuren beschrieben. Für gleiche oder gleich wirkende Elemente werden dabei identische Bezugszeichen verwendet und der Übersichtlichkeit halber nicht wiederholt erläutert.

**[0037]** Werden nachfolgend Systeme zur Luftverbesserung beschrieben, gelten die entsprechenden Erläuterung jeweils sinngemäß für entsprechende Einrichtungen bzw. Anlagen und Verfahren zur Luftverbesserung, wobei durch die dargestellten Komponenten in entsprechenden Verfahren jeweils Verfahrensschritte implementiert sein können, wie sie zuvor ausführlich erläutert wurden.

**[0038]** In Figur 1 ist ein System gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in Form eines schematischen Diagramms veranschaulicht und insgesamt mit 1 be-

zeichnet. Das System 1 ist für die Luftverbesserung in einem Kleingebäude 10, insbesondere einem Ein- oder Mehrfamilienhaus, einem kleineren Gewerbebetrieb und dergleichen vorgesehen und umfasst ein solches Kleingebäude 10. Ferner umfasst das System 1 eine Anlage zur Luftverbesserung, die in Figur 1 insgesamt mit 100 bezeichnet ist.

**[0039]** In der Anlage 100 zur Luftverbesserung wird ein flüssiges, sauerstoffhaltiges Luftprodukt, insbesondere unter Druck und in tiefkalttem Zustand, in einem Behälter 101 bereitgestellt. Bei dem Behälter 101 kann es sich insbesondere um einen Gaszylinder üblicher Art handeln. Auch die Verwendung von thermisch isolierten Behältern 101 ist möglich. Insbesondere weist der Behälter 101 Dimensionen auf, die es erlauben, ihn auf üblichem Weg zu transportieren. Insbesondere ist der Behälter 101 derart ausgebildet, dass er nach dem Verbrauch des enthaltenen flüssigen, sauerstoffhaltigen Luftprodukts durch einen befüllten Behälter 101 ersetzt werden kann, der zu dem Kleingebäude 10 geliefert werden kann.

**[0040]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann ferner ein in einem weiteren Behälter 151 gespeichertes und dem weiteren Behälter 151 entnommenes weiteres Luftprodukt, beispielsweise ein stickstoffreiches Luftprodukt, eingesetzt werden. Die nachfolgenden Erläuterungen betreffend den Behälter 101 und das entsprechende sauerstoffreiche Luftprodukt gelten entsprechend auch für den Behälter 151. Die Anbindung des Behälters 151 ist nicht im Detail gezeigt.

**[0041]** Beispielsweise über einen optional vorgesehenen Druckminderer 102 ist der Behälter 101 an eine Leitung 103 angebunden, die ihrerseits mit einem Verdampfer 104 gekoppelt ist. In dem Verdampfer 104 kann, wie auch nachfolgend noch erläutert, das flüssige, sauerstoffhaltige Luftprodukt aus dem Behälter 101 verdampft werden. Es wird anschließend dem Kleingebäude 10 zugeführt und hier über eine vorhandene oder als Teil des Systems 1 bereitgestellte Belüftungsanlage (nicht gezeigt) beispielsweise in unterschiedliche Räume des Kleingebäudes 10 verteilt.

**[0042]** Zum Abführen verbrauchter Luft und zum Massenausgleich zu der über die Leitung 105 zugeführten Luft ist eine Leitung 106 vorgesehen, die mit einem Gebläse 107, beispielsweise einem oder mehreren Rohrventilatoren, gekoppelt sein kann. Alternativ dazu kann auch vorgesehen eine Abfuhr verbrauchter Luft und einen Massenausgleich über einen oder mehrere Luftabzüge, Lüftungsgitter und dergleichen vorzunehmen. Es können auch mehrere entsprechender Leitungen 106 und Gebläse 107 vorgesehen sein. Die über die Leitung(en) 106 und das oder die Gebläse 107 abtransportierte verbrauchte Luft kann über eine Leitung 108 in die Umgebung abgeblasen werden.

**[0043]** Wie erwähnt, wird das flüssige, sauerstoffhaltige Luftprodukt aus dem Behälter 101 in dem Verdampfer 104 verdampft. Hierbei kann zugleich die Temperatur des verdampften, sauerstoffhaltigen Luftprodukts einge-

stellt werden, so dass das System 1 zur Luftverbesserung zugleich zur Einstellung einer bestimmten Raumtemperatur in dem Kleingebäude 10 eingerichtet sein kann. Hierzu ist ein Temperaturregler 109 vorgesehen, der auf Grundlage einer oder mehrerer in dem Kleingebäude 10 erfasster Temperaturen über eine Regelleitung 110 eine Einwirkung von Wärmequellen auf den Verdampfer 104 regeln kann.

**[0044]** Als Wärmequellen sind in Figur 1 exemplarisch Umgebungswärme 111, Solarwärme 112, Elektrowärme 113 veranschaulicht. Diese und weitere Wärmequellen, beispielsweise ein Brenner und dergleichen, können alternativ zueinander oder in beliebiger Kombination gemeinsam in unterschiedlichem Ausmaß zur Einwirkung auf den Verdampfer 104 gebracht werden. Als weitere Wärmequelle kann beispielsweise fühlbare Wärme 152 der Gebäudeluft des Kleingebäudes 10 verwendet werden, die zu diesem Zweck beispielsweise aus dem Kleingebäude 10 herausgeführt werden kann. Jedoch ist es, wie ebenfalls erwähnt, auch möglich, geeignete Wärmetauschstrukturen des Verdampfers 104 in ein Lüftungssystem des Kleingebäudes 10 zu integrieren. Wenn gleich nicht im Detail gezeigt, kann auch die Nutzung der fühlbaren Wärme 152 der Gebäudeluft des Kleingebäudes 10 unter Kontrolle des Temperaturreglers 109 stehen. Beispielsweise kann in einer Solarheizeinrichtung durch variable Abschattung oder Verstellung gegenüber einer Einstrahlrichtung des Sonnenlichts eine variable Aufheizung bewirkt werden, oder mittels unterschiedlicher Heizstufen eines elektrischen Heizers kann eine einstellbare Erwärmung erzielt werden.

**[0045]** Es versteht sich, dass für eine entsprechende Erwärmung auch weitere Steuer- und Regeleinrichtungen vorgesehen sein können. Beispielsweise kann auch eine Temperatur des verdampften, sauerstoffhaltigen Luftprodukts in oder direkt stromab des Verdampfers 104 erfasst werden, so dass gegebenenfalls eine schnellere Steuerung bzw. Regelung möglich ist.

**[0046]** In Figur 2 ist ein System gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung in Form eines schematischen Diagramms veranschaulicht und insgesamt mit 2 bezeichnet. Im Gegensatz zu dem in Figur 1 veranschaulichten System 1 ist das System 2 zur Versorgung eines Großgebäudes 20, beispielsweise eines Bürokomplexes, eines größeren Wohnhauses oder eines größeren Gewerbebetriebs eingerichtet. Die Anlage zur Luftverbesserung ist der besseren Unterscheidbarkeit halber mit 200 bezeichnet.

**[0047]** Zur Versorgung des Großgebäudes 20 kann vorgesehen sein, zusätzlich oder alternativ zu dem relativ kleinen Behälter 101 einen Behälter 114 für das sauerstoffhaltige, verflüssigte Luftprodukt einzusetzen. Es handelt sich hierbei insbesondere um einen beispielsweise thermisch isolierten Großtank, der beispielsweise periodisch von einem Tankfahrzeug mit dem sauerstoffhaltigen, verflüssigten Luftprodukt befüllt werden kann. Es können auch mehrere entsprechender Großtanks vorhanden sein. Aus Redundanzgründen können kleine-

re Behälter 101 weiter vorhanden sein und beispielsweise dann verwendet werden, wenn der Behälter 114 wie erläutert über ein Tankfahrzeug neu befüllt wird. Der Behälter 114 kann über eine Leitung 115 befüllt werden. Das sauerstoffhaltige, verflüssigte Luftprodukt kann dem Behälter 114 über eine Leitung 116 entnommen und ebenfalls zu dem Verdampfer 104 geführt werden.

**[0048]** Wie zu Figur 1 und dem weiteren kleineren Behälter 151 erläutert, kann auch ein weiterer größerer Behälter 153 eingesetzt werden, dem ein weiteres Luftprodukt, beispielsweise ein stickstoffreiches Luftprodukt, entnommen werden kann. Auch hier gelten die entsprechenden Erläuterungen betreffend die Behälter 101, 151 und 114 sinngemäß. Auch die Anbindung des Behälters 152 ist nicht im Detail gezeigt.

**[0049]** Die Temperaturregelung, die bereits zu Figur 1 unter Bezugnahme auf die Elemente 109 bis 113 erläutert wurde, kann auch in dem System 2 zur Luftverbesserung für das Großgebäude 20 vorhanden sein. Als weitere Wärmequelle kann auch hier fühlbare Wärme 152 der Gebäudeluft des Großgebäudes 20 verwendet werden.

**[0050]** Das verdampfte, sauerstoffreiche Luftprodukt in der Leitung 105 wird zumindest zum Teil über eine Leitung 117 einer Entspannungsmaschine 118, beispielsweise einem Turboexpander, zugeführt und dort entspannt. Eine Menge des in der Leitung 105 geführten verdampften, sauerstoffreichen Luftprodukts kann dabei über ein Ventil 119 eingestellt werden. Hierzu kann ein Flussratenregler 120 verwendet werden, der über eine Regelleitung 121 mit einem Lüftungsregler 122 verbunden sein kann. Der Lüftungsregler 122 kann beispielsweise eine Luftqualität oder einen oder mehrere Luftparameter der Luft in dem Großgebäude 20 erfassen.

**[0051]** Das in der Entspannungsmaschine 118 entspannte verdampfte, sauerstoffhaltige Luftprodukt kann mittels einer Leitung 121 einem Wärmetauscher 122 zugeführt, in diesem erwärmt, und über eine Leitung 123 mit Umluft (siehe unten) in einer Leitung 124 vereinigt werden. Nach einer optionalen Befeuchtung in einem Befeuchter 125 kann die Luft über eine Leitung 126 in das Großgebäude 20 eingespeist und dort beispielsweise über ein Lüftungssystem in mehrere Räume verteilt werden.

**[0052]** Über eine Leitung 127 kann verbrauchte Luft (die nachfolgend als die bereits oben erwähnte "Umluft" bezeichnet wird, weil sie in das Großgebäude 20 zurückgeführt wird) aus dem Großgebäude 20 ausgeführt werden. Diese wird einer Verdichtung in einem mit der Entspannungsmaschine 118 mechanisch gekoppelten Verdichter 128 zugeführt. Es ist alternativ auch möglich, zum Antreiben des Verdichters 128 beispielsweise einen elektrischen Antrieb bereitzustellen. In diesem Fall kann auf die Entspannungsmaschine 118 verzichtet und das verdampfte, sauerstoffhaltige Luftprodukt aus der Leitung 117 direkt dem Wärmetauscher 122 zugeführt werden.

**[0053]** Über eine Leitung 129 wird die verdichtete Um-

luft dem Wärmetauscher 122 zugeführt, wo insbesondere die Verdichtungswärme abgeführt werden kann. Anschließend wird ein Teil der Umluft über eine Leitung 130 einem Adsorber 131 zugeführt und dort in geeigneter Weise behandelt, beispielsweise von Wasser und Kohlendioxid befreit. Der Adsorber 131 weist ein Paar von Adsorberbehältern auf, die mit einem geeigneten Adsorptionsmaterial befüllt sind und im Wechselbetrieb betrieben werden.

**[0054]** Zur Regeneration des jeweils nicht zur Behandlung der Umluft aus der Leitung 130 verwendeten Adsorberbehälters kann ein weiterer Teil der Umluft verwendet werden, der über eine Leitung 132 einem elektrischen Heizer 133 zugeführt, dort erwärmt und über eine weitere Leitung 134 dem Adsorber zugeführt wird. Zur Funktion eines entsprechenden Adsorbers 131 sei auf die bezüglich Luftzerlegungsanlagen zitierte Literatur, beispielsweise Häring, Figur 2.3A und zugehörige Erläuterungen, verwiesen.

**[0055]** Die in dem Adsorber 131 behandelte Umluft wird über die bereits erwähnte Leitung 124 mit dem verdampften, sauerstoffhaltigen Luftprodukt in der Leitung 123 vereinigt und der Befeuchtung in dem Befeuchter 125 zugeführt.

**[0056]** Über einen Bypass 135 und ein Ventil 136 kann das verdampfte, sauerstoffhaltige Luftprodukt zu einem Teil auch direkt aus der Leitung 105 in die Leitung 132 überführt und damit zur Regeneration des Adsorbers 131 eingesetzt werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Luftverbesserung in einem Gebäude (10, 20), bei dem dem Gebäude (10, 20) ein sauerstoffhaltiger, gasförmiger Fluidstrom zugeführt und in dem Gebäude (10, 20) verteilt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der sauerstoffhaltige, gasförmige Fluidstrom zumindest teilweise unter Verwendung eines in einem Behälter (101, 114) gespeicherten und dem Behälter (101, 114) entnommenen sauerstoffhaltigen, flüssigen Luftprodukts gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als das flüssige, sauerstoffhaltige Luftprodukt Flüssigluft, ein gegenüber atmosphärischer Luft an Sauerstoff angereichertes, flüssiges Luftprodukt oder flüssiger Sauerstoff verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der sauerstoffhaltige, gasförmige Fluidstrom unter Verwendung des in dem Behälter (101, 114) gespeicherten und dem Behälter entnommenen sauerstoffhaltigen, flüssigen Luftprodukts sowie unter Verwendung eines in einem weiteren Behälter (151, 153) gespeicherten und dem weiteren Behälter entnommenen weiteren Luftprodukts gebildet wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das zur Bildung des sauerstoffhaltigen, gasförmigen Fluidstroms verwendete sauerstoffhaltige, flüssige Luftprodukt in einem Wärmetauscher (104) verdampft oder aus dem flüssigen in den überkritischen Zustand überführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem der Verdampfer (104) zumindest teilweise unter Verwendung von Umgebungswärme (111), Solarwärme (112), Elektrowärme (113) und/oder fühlbarer Wärme von Gebäudeluft des Gebäudes (10, 20) betrieben wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, bei dem ein Umfang der Erwärmung in dem Verdampfer (104) auf Grundlage einer oder mehrerer Temperaturen in dem Gebäude (10, 20) eingestellt wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem dem Gebäude (10) Luft in einer Menge, die einer Menge des dem Gebäude (10) zugeführten sauerstoffhaltigen, gasförmigen Fluidstroms entspricht, entnommen und in die Umgebung abgeblasen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem dem Gebäude (20) Luft entnommen, aufbereitet und dem Gebäude (20) erneut zugeführt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem die Aufbereitung eine adsorptive Trocknung, eine adsorptive Reduzierung des Gehalts an Kohlendioxid und/oder eine Befeuchtung umfasst.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die dem Gebäude entnommene Luft im Rahmen der Aufbereitung wenigstens einem Verdichter (128) und/oder wenigstens einem Gebläse zugeführt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem der wenigstens eine Verdichter (128) und/oder das wenigstens eine Gebläse unter Verwendung eines Elektromotors und/oder unter Verwendung einer Entspannungsmaschine (118) angetrieben wird, welche unter Verwendung zumindest eines Teils des in dem Verdampfer (104) verdampften, sauerstoffhaltigen Luftprodukts angetrieben wird.
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Gebäude ein Kleingebäude (10) oder ein Großgebäude ist.
13. Anlage zur Luftverbesserung in einem Gebäude (10, 20), mit Mitteln, die dafür eingerichtet sind, dem Gebäude (10, 20) einen sauerstoffhaltigen, gasförmigen Fluidstrom zuzuführen und in dem Gebäude (10, 20) zu verteilen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anlage dafür eingerichtet ist, den sauerstoffhal-

tigen, gasförmigen Fluidstrom zumindest teilweise unter Verwendung eines in einem Behälter (101, 114) gespeicherten und dem Behälter (101, 114) entnommenen sauerstoffhaltigen, flüssigen Luftprodukts zu bilden.

5

14. Anlage nach Anspruch 13, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 eingerichtet ist.

10

15. System (1, 2) zur Luftverbesserung, die ein Gebäude (10, 20) aufweist, **gekennzeichnet durch** eine Anlage nach Anspruch 13 oder 14.

15

20

25

30

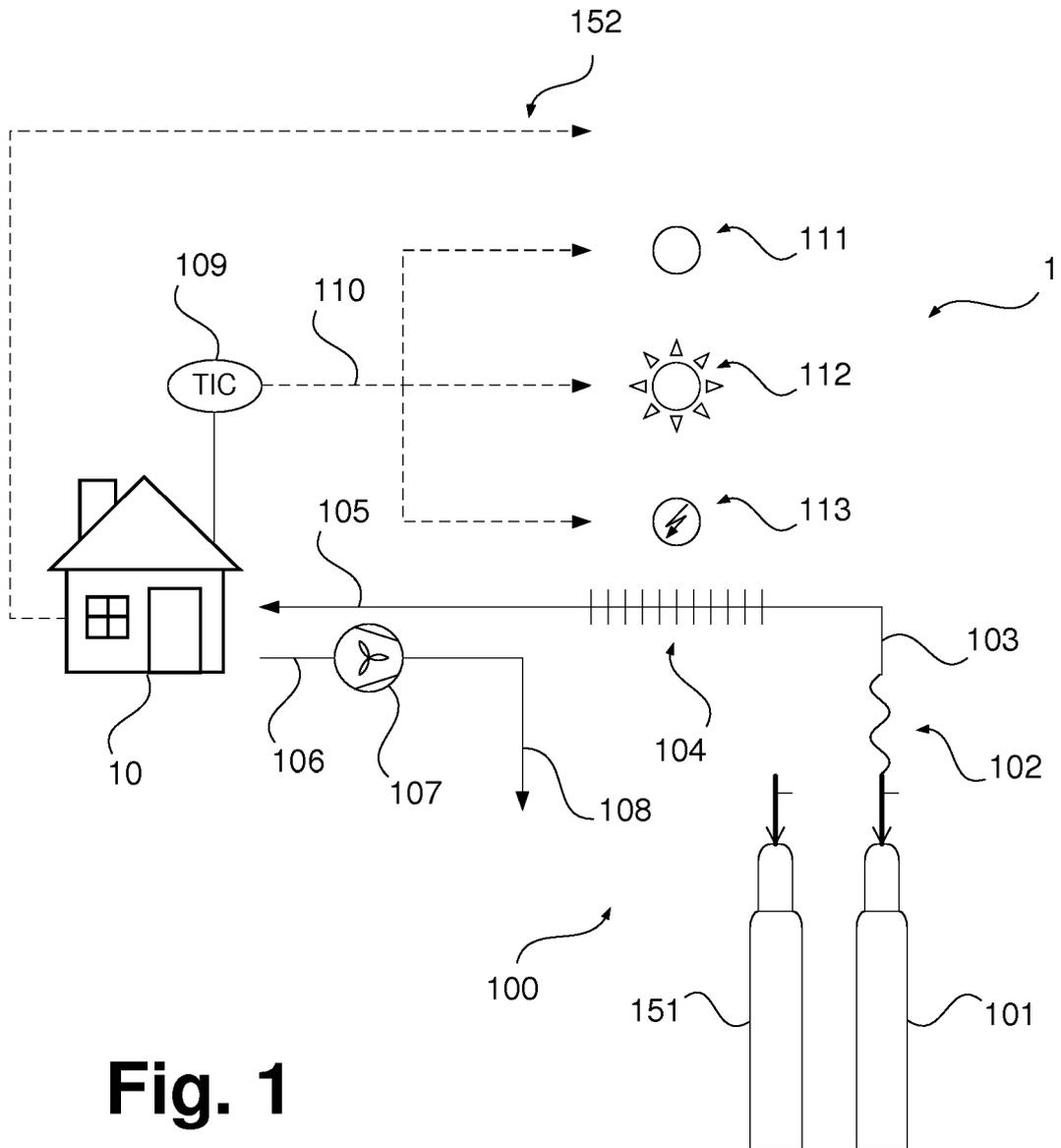
35

40

45

50

55



**Fig. 1**





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 02 0484

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |  |                                    |
|---|---|--|------------------------------------|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| Y   | EP 1 574 195 A2 (L O T LOW OXYGEN TECHNOLOGY GM [DE])<br>14. September 2005 (2005-09-14)<br>* Ansprüche 1,3,8,13,14,; Abbildung 2 *       | 1-15   | INV.<br>F24F3/16                   |
| Y   | EP 0 427 112 A1 (WESTFALEN AG [DE])<br>15. Mai 1991 (1991-05-15)<br>* Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 2, Zeile 5; Ansprüche 1,6; Abbildung 1 * | 1-15   |                                    |
| Y   | EP 0 757 212 A2 (BOC GROUP PLC [GB])<br>5. Februar 1997 (1997-02-05)<br>* Zusammenfassung; Abbildung 1 *                                  | 1-15   |                                    |
|   |   |  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|   |   |  | F24F                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |   |  |                                    |
| Recherchenort<br><b>München</b>   |   | Abschlußdatum der Recherche<br><b>11. Mai 2017</b>   | Prüfer<br><b>Decking, Oliver</b>   |
| 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 |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 02 0484

5 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.

11-05-2017

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |  | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|
|    | EP 1574195   | A2 | 14-09-2005                    | DE 102004012097 A1                |  | 29-09-2005                    |
|    |  |    |                               | EP 1574195 A2                     |  | 14-09-2005                    |
|    | -----  |    |                               |                                   |  |                               |
| 15 | EP 0427112   | A1 | 15-05-1991                    | DE 3936940 A1                     |  | 08-05-1991                    |
|    |  |    |                               | EP 0427112 A1                     |  | 15-05-1991                    |
|    | -----  |    |                               |                                   |  |                               |
|    | EP 0757212   | A2 | 05-02-1997                    | CA 2184229 A1                     |  | 28-02-1998                    |
|    |  |    |                               | EP 0757212 A2                     |  | 05-02-1997                    |
| 20 |  |    |                               | PL 315454 A1                      |  | 03-02-1997                    |
|    |  |    |                               | US 5778687 A                      |  | 14-07-1998                    |
|    | -----  |    |                               |                                   |  |                               |
| 25 |  |    |                               |                                   |  |                               |
| 30 |  |    |                               |                                   |  |                               |
| 35 |  |    |                               |                                   |  |                               |
| 40 |  |    |                               |                                   |  |                               |
| 45 |  |    |                               |                                   |  |                               |
| 50 |  |    |                               |                                   |  |                               |
| 55 |  |    |                               |                                   |  |                               |

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 Nicht-Patentliteratur**

- Industrial Gases Processing. Wiley-VCH, 2006  
[0007]