



(11)

EP 3 772 623 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.02.2021 Patentblatt 2021/06

(51) Int Cl.:
F24F 3/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 19191097.5

(22) Anmeldetag: 09.08.2019

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: Brunner Thermo GmbH
8636 Wald (CH)

(72) Erfinder: TURAL, Ayhan
5406 Rütihof (CH)

(74) Vertreter: Keller Schneider
Patent- und Markenanwälte AG (Bern)
Eigerstrasse 2
Postfach
3000 Bern 14 (CH)

(54) ENTFEUCHTUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ENTFEUCHTUNG

(57) Der Antrieb für den Entfeuchtungsrotor (13) einer Entfeuchtungsanlage (1) zur Bereitstellung von trockener Luft umfasst einen Elektromotor (34). Dieser ist derart angeordnet, dass dessen Antriebskraft im Zentrum des Entfeuchtungsrotors (13) auf diesen übertragbar ist. Der Elektromotor (34) ist beispielsweise ein Synchronmotor mit Permanentmagneten und umfasst einen Stator (36) und einen Rotor (37). Der Stator (36) ist dabei an einem der Träger (31) befestigt und der Rotor (37) ist mit einer Welle (30) fest verbunden. Auch der Entfeuchtungsrotor (13) ist fest mit der Welle (30) verbunden, wobei die Welle (30) in Rotationslagern (33) in den Trägern (31) frei rotierbar gelagert ist. Im Betrieb ist der Elektromotor (34) an dem Träger (31) abgestützt, sodass die Rotation des Rotors (37) des Elektromotors (34) via die Welle (30) auf den Entfeuchtungsrotor (13) übertragen wird, und zwar in dessen Zentrum. Dadurch kann ein antriebsbedingter Verzug des Entfeuchtungsrotors (13) minimiert oder eliminiert werden, sodass die Dichtung (28) zwischen Entfeuchtungsrotor (13) und Gehäuse (25, 26) bzw. Trennwand (27) verbessert ist und weniger Verschmutzungen in die Prozessluft gelangen können. Durch die Verwendung eines Direktantriebs als Elektromotor (34) kann zudem der Abrieb deutlich reduziert oder eliminiert werden, sodass die Gefahr einer Verschmutzung der Prozessluft nochmals reduziert ist.

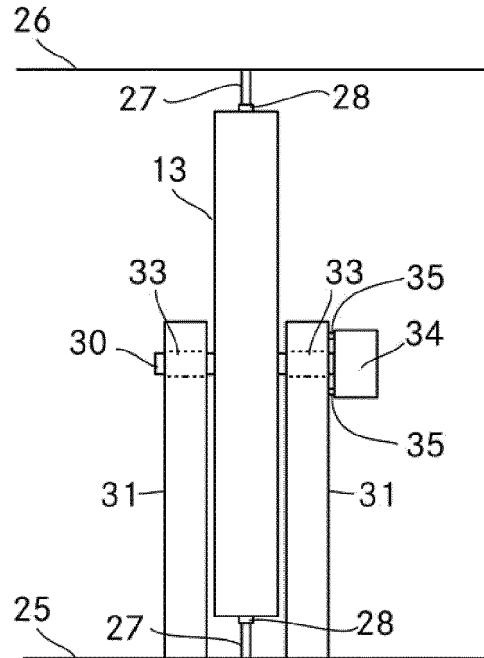


Fig. 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Entfeuchtungsvorrichtung zur Reduktion eines Wasseranteils eines gasförmigen Stoffes, insbesondere Luft, umfassend ein Gehäuse mit einem Strömungspfad, welcher von dem gasförmigen Stoff durchströmbar ist, ein im Strömungspfad angeordnetes Entfeuchtungselement zur Aufnahme von Wasser aus dem gasförmigen Stoff und einen Antrieb mit einem rotierbaren Antriebselement, wobei das Entfeuchtungselement mit dem Antriebselement um eine Rotationsachse rotierbar ist. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Reduktion eines Wasseranteils eines gasförmigen Stoffes.

Stand der Technik

[0002] In vielen verschiedenen industriellen Prozessen, beispielsweise in der chemischen oder pharmazeutischen Industrie oder in der Lebensmittelindustrie, wird bei der Lagerung, Herstellung, Produktion, Verpackung oder anderen Be- oder Verarbeitungsprozessen von unterschiedlichsten Gütern, trockene Luft benötigt.

[0003] Sind beispielsweise hygrokopische Stoffe im Spiel, kann eine reduzierte Luftfeuchtigkeit das Handling solcher Güter deutlich erleichtern. Solche Güter wie etwa Schüttgüter sind zum Teil auch sehr empfindlich gegenüber Feuchtigkeit, sodass eine reduzierte Luftfeuchtigkeit hilft, solche Produkte unter präzisen und kontrollierten Umgebungsbedingungen ohne größere Probleme verarbeiten oder auch über einen bestimmten Zeitraum trocken lagern zu können. Entsprechend ist es auch wichtig, dass sich beispielsweise an pulverförmigen Produkten kein Kondensat bildet.

[0004] Bei anderen Prozessen wird trockene und ggf. auch warme Luft benötigt, um andere Stoffe zu trocknen. So wird beispielsweise bei der Herstellung von Milchpulver mit einem Sprühtrocknungsverfahren die Milch mit einem Zerstäuber in einen trockenen, warmen Luftstrom eingebracht und so zu Pulver getrocknet. Bei der Herstellung von Lithium-Ionen Zellen wiederum wird trockene, warme Luft beispielsweise benötigt, um Hilfsstoffe zu verdunsten, welche für einzelne Prozessschritte benötigt werden.

[0005] Es besteht folglich ein Bedarf, Luft im industriellen Massstab zu entfeuchten. Luft ist bekanntermassen ein Gasgemisch, das hauptsächlich aus Sauerstoff und Stickstoff besteht. Luft enthält aber eben auch einen Anteil an Wasser in Form von Wasserdampf. Je weniger Wasser die Luft enthält, als umso trockener wird sie bezeichnet und umgekehrt, je mehr Wasser die Luft enthält, als umso feuchter wird sie bezeichnet. Die Entfeuchtung von Luft bedeutet entsprechend die Reduktion des Wasseranteils in der Luft. Ist eine relative Restfeuchtigkeit von über 40% erlaubt, reicht häufig die Entfeuchtung der Luft mittels des Kondensationsprinzips, bei welchem die

feuchte Luft an Kühlregistern oder Wärmetauschern vorbeigeführt wird, wo ein Teil des in der Luft enthaltenen Wasserdampfs kondensiert. Als relative Luftfeuchtigkeit wird dabei das Verhältnis der tatsächlich enthaltenen zur maximal möglichen Masse an Wasserdampf in der Luft bezeichnet, wobei die maximal mögliche Masse an Wasserdampf von der Temperatur der Luft abhängig ist.

[0006] Muss der Restfeuchtgehalt der Luft jedoch tiefer liegen, muss auf andere Verfahren zurückgegriffen werden. Ein solches Verfahren ist etwa die Entfeuchtung nach dem Sorptionsprinzip. Als Sorption wird in diesem Fall die selektive Aufnahme von Wassermolekülen, die in der Luft in Form von Wasserdampf enthalten sind, durch andere Stoffe bezeichnet. Dabei fällt sowohl die Adsorption, d. h. die Anlagerung der Wassermoleküle an der Oberfläche eines festen Körpers (Adsorbens), als auch die Absorption, d.h. die Aufnahme der Wassermoleküle im Inneren eines festen Körpers (Absorbens) unter diesen Begriff.

[0007] Für den industriellen Einsatz sind Anlagen bekannt, bei welchen die zu entfeuchtende, meist kühle oder sogar gekühlte Luft durch einen sich langsam und kontinuierlich drehenden Rotor geleitet wird. Dieser ist typischerweise als Rad mit einem Durchmesser von mehreren Metern ausgebildet und mit einer luftdurchlässigen Wabenstruktur aus anorganischen Fasern gefüllt. Diese Wabenstruktur ist mit einem Adsorptionsmittel beschichtet. Beim Durchströmen der Luft durch den sich drehenden Rotor in einem ersten Luftstrom wird die Luft durch das Adsorptionsmittel entfeuchtet, wobei sie dabei typischerweise auch erwärmt wird. Diese trockene, warme Luft wird dann als Prozessluft weiterverwendet.

[0008] In einem zweiten Schritt wird das Sorptionsmittel seinerseits wieder regeneriert. Hierfür wird ein zweiter Luftstrom mit typischerweise warmer Luft, die sogenannte Regenerationsluft, durch den sich drehenden Rotor geführt, wobei die im Sorptionsmittel gespeicherte Feuchtigkeit an die Regenerationsluft abgegeben wird. Die dafür notwendige thermische Energie liefert der warme Regenerationsluftstrom gleich selber, wodurch sich die Regenerationsluft abkühlt. Das Sorptionsmittel wird somit nicht verbraucht.

[0009] Die Temperatur der Prozessluft liegt beispielsweise im Bereich von 10° C bis 45° C und jene der Regenerationsluft beispielsweise im Bereich von 30° C bis 160° C.

[0010] Dabei sind die beiden Luftströme mit der feuchten, kalten bzw. der trockenen, warmen Luft örtlich voneinander getrennt, d. h. sie werden in voneinander getrennten Sektoren des vom Rotor durchlaufenen Bereich durch den Rotor geführt, sodass sich jeder Sektor bzw. Abschnitt des Rotors bei einer Umdrehung jeweils durch beide Luftströme hindurch bewegt. Der sogenannte Prozesssektor, d. h. jener Sektor, durch welchen die Prozessluft zur Trocknung geführt wird, beträgt üblicherweise etwa 240° - 270°. Der Regenerationssektor, d. h. jener Sektor, durch welchen die Regenerationsluft zur Regeneration des Sorptionsmittels hindurchgeführt wird, be-

trägt üblicherweise etwa 90° - 120°. D. h. rund zwei Drittel bis drei Viertel der Fläche des Rotors werden als Prozesssektor und rund ein Viertel bis ein Drittel werden als Regenerationssektor genutzt.

[0011] Dabei sind sowohl die beiden Luftströme gegeneinander als auch von der Umgebung abgetrennt und abgedichtet, sodass sich weder die verschiedenen Luftströme miteinander vermischen noch Luft oder andere Stoffe aus der Umgebung unerwünschterweise in einen der beiden Luftströme gelangt. Alle Komponenten sind in einem gasdichten und isolierten Gehäuse, typischerweise aus Edelstahl, untergebracht.

[0012] Mit solchen Anlagen lassen sich sehr tiefe Feuchtigkeitswerte von bis zu unter 2 g Wasser pro kg Luft erreichen.

[0013] In der Regel werden derartige Sorptionsräder mit konstanter Drehzahl für den Maximalbetrieb der Anlage gefahren. Die Auslegung richtet sich daher in der Regel nach dem Maximalwert der vorgesehenen Fahrzyklen. Dabei werden die sich aus etwaigen unterschiedlichen Betriebsverhältnissen ergebenden, niedrigen Betriebsdaten nicht berücksichtigt. Dies führt dazu, dass das gesamte Sorptionsrad samt Antrieb für den Dauerbetrieb überdimensioniert wird, damit die maximale Anforderung, welche in der Regel nur von relativ kurzer Dauer sind, erfüllt werden können.

[0014] Selbstverständlich umfassen solche Anlagen auch weitere, zumindest teilweise optionale Module wie Heizelemente, Kühlelemente, Filter, Ventilatoren, UV-Systeme etc. Weiter ist auch der Einsatz von sogenannten Rekuperationssystemen bekannt, welche zur Wärmerückgewinnung aus Abluft oder Rauchgasen eingesetzt werden, um mit der so gewonnenen Energie beispielsweise die Prozess-Eintrittsluft vorzuwärmen.

[0015] Typischerweise ist der Rotor dabei in seinem Zentrum rotierbar gelagert und der Antrieb für den Rotor ist ein herkömmlicher Elektromotor mit Kohlebürsten, der seitlich ausserhalb des Rotors angeordnet ist und diesen über ein typischerweise ölgeschmiertes Getriebe mit Zahnrädern oder einer Kette bzw. Riemen antreibt.

[0016] Aus dieser Anordnung des Antriebs ergeben sich mehrere Probleme. Sowohl Motor als auch Getriebe, beispielsweise die Kette bzw. der Riemen, erzeugen im Betrieb Abrieb. Zudem kann sich der Rotor verziehen, d. h. sich in unerwünschter Art und Weise verformen. Dies insbesondere durch die einseitige Krafteinwirkung des ausserhalb des Rotors angeordneten Antriebs am Umfang des Rotors. Dadurch besteht zwischen dem Angriffspunkt der Antriebskraft und dem Lager des Rotors ein grosser Abstand, sodass entsprechend grosse Hebelkräfte auf den Rotor wirken. Dies insbesondere bei einer Änderung der Antriebskraft.

[0017] Eine solche unerwünschte Verformung des Rotors kann aber auch durch die lokal unterschiedliche thermische Belastung des Rotors auftreten, wenn sich dieser bei jeder Umdrehung abwechselnd durch einen warmen und einen kalten Luftstrom bewegt.

[0018] Beide möglichen Verformungen, insbesondere

in Kombination, können dazu führen, dass die beiden Luftströme nicht mehr sauber von der Umgebung oder voneinander abgetrennt sind, weil die Dichtungen nicht mehr richtig abdichten können. Entsprechend können Luft und mit der Luft auch andere Stoffe, die sich in der Luft befinden, wie beispielsweise unerwünschte Gase oder der erwähnte Abrieb von Motor oder Getriebe aus der Umgebung in die Regenerationsluft oder, noch schlimmer, in die Prozessluft gelangen und diese so verschmutzen.

[0019] Dies ist insbesondere unerwünscht bei Anwendungen in der Lebensmittelindustrie, wo höchste Sauberkeit und Hygiene oberstes Gebot sind. Allerdings sind derartige Verschmutzungen auch in vielen anderen Anwendungen unerwünscht.

[0020] Eine solche Vorrichtung zur Luftentfeuchtung ist beispielsweise aus der US 2017/227241 A1 bekannt. Der Rotor ist in eine Trennwand eingebaut, welche Ein- und Ausgangsbereich voneinander trennt und der Rotor ist gegen die Trennwand abgedichtet. Angetrieben wird der Rotor von einem seitlich angeordneten Motor, und zwar entweder direkt oder indirekt via einen Riemen. Diese Vorrichtung weist die bereits erwähnten Nachteile auf.

[0021] Bei der aus der US 2007/0273240 A1 bekannten Vorrichtung ist das Rotor-Rad in einem Rahmen befestigt und wird beispielsweise von einem bürstenlosen DC Motor mit oder ohne Sensoren angetrieben. Der Rotor des Motors umfasst einen segmentierten Läufer-Streifen entlang des Umfangs des Rotor-Rads zur Bereitstellung einer Mehrzahl von Permanentmagnet-Segmenten mit sich abwechselnden Polarisierungen. Der Stator des Motors umfasst mindestens drei derart am Rahmen befestigte Stator-Wicklungen, dass die Permanentmagnet-Segmente an diesen Stator-Wicklungen vorbeilaufen, wenn das Rotor-Rad rotiert. Dieses Dokument löst zwar das Problem des unerwünschten Abriebs des Motors bzw. des (nicht vorhandenen) Getriebes, aber das Problem, dass sich das Rotor-Rad aufgrund der einseitig darauf einwirkenden Antriebskraft verziehen kann, bleibt bestehen. Entsprechend besteht auch bei dieser Vorrichtung das Problem, dass das Rotor-Rad gegenüber der Umgebung bzw. die beiden Luftströme gegeneinander nicht mehr sauber abgedichtet sind.

45 Darstellung der Erfindung

[0022] Aufgabe der Erfindung ist es, eine dem ein- gangs genannten technischen Gebiet zugehörende Entfeuchtungsvorrichtung zu schaffen, welche die genannten Nachteile vermeidet, und insbesondere die Erzeugung von Abrieb im Antriebstrakt vermeidet oder zumindest stark reduziert und welche gleichzeitig eine verbesserte Abdichtung der beiden Luftströme gegeneinander wie auch gegenüber der Umgebung gewährleistet.

[0023] Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Gemäss der Erfindung ist der Antrieb des Entfeuchtungselements derart angeordnet, dass eine Antriebskraft des Antriebs vom Antriebsele-

ment in einem Zentrum des Entfeuchtungselementen auf das Entfeuchtungselement übertragbar ist.

[0024] Der Begriff Zentrum meint in diesem Zusammenhang, dass die Antriebskraft eben nicht am Umfang des Entfeuchtungselementen angreift, sondern in dessen Zentrum. Dabei ist der Begriff Zentrum durchaus breit zu verstehen und bezeichnet einen Bereich um denjenigen Abschnitt des Entfeuchtungselementen herum, durch welchen die Rotationsachse des Entfeuchtungselementen verläuft. Im Verhältnis zum Durchmesser des Entfeuchtungselementen ist die radiale Ausdehnung dieses Bereichs jedoch gering.

[0025] Ist das Entfeuchtungselement beispielsweise als Rad mit Nabe ausgebildet, bezeichnet der Begriff Zentrum den Bereich des Rades um dessen Rotationsachse herum. In diesem Beispiel kann etwa die Nabe des Rades als Zentrum des Entfeuchtungselementen angesehen werden.

[0026] Durch diese Anordnung des Antriebs wirkt die Antriebskraft eben nicht am Umfang des Entfeuchtungselementen auf dieses ein, sondern in dessen Zentrum. Dadurch wird der Abstand zwischen dem Angriffspunkt der Antriebskraft und der Rotationsachse, um welche das Entfeuchtungselement rotiert, stark reduziert bzw. im optimalen Fall praktisch eliminiert. Die auf das Entfeuchtungselement wirkenden Kräfte und damit auch der Verzug des Entfeuchtungselementen werden somit deutlich reduziert. Dadurch verformt sich das Entfeuchtungselement weniger und die Abdichtung der beiden Luftströme gegeneinander wie auch gegenüber der Umgebung wird verbessert. So wird die Prozessluft weniger verschmutzt, was insbesondere bei Anwendungen mit hohen Hygieneanforderungen wie etwa in der Lebensmittelindustrie, von Vorteil ist. Aber natürlich wird auch die Regenerationsluft weniger verschmutzt.

[0027] Zudem findet auch kein oder ein verringelter Luftaustausch zwischen dem Prozessluftstrom und dem Regenerationsluftstrom statt. Dies wiederum verbessert die Effizienz der Vorrichtung.

[0028] Wie weiter oben bereits erwähnt, erfolgt die Aufnahme von Wasser aus dem gasförmigen Stoff hierbei durch Sorption, d. h. durch Absorption oder durch Adsorption.

[0029] Im Prinzip könnte der Antrieb auch via eine Kupplung an das Entfeuchtungselement angekoppelt werden, um eine Abkopplung des Antriebs zu ermöglichen. Aber in den meisten Fällen ist eine Kupplung nicht notwendig und sollte weggelassen werden. Eine Kupplung würde auch nur wieder die Anzahl der Bauelemente erhöhen und möglicherweise auch wieder Abrieb produzieren.

[0030] Grundsätzlich kann der Antrieb in Bezug auf das Entfeuchtungselement beliebig angeordnet werden. Der Antrieb könnte beispielsweise so angeordnet sein, dass die Rotationsachse des Antriebselementen in einem Winkel verschieden von Null zur Rotationsachse des Entfeuchtungselementen angeordnet ist. Der Antrieb könnte beispielsweise ein Kegelradgetriebe zwischen Antrieb-

selement und Entfeuchtungselement umfassen, sodass die Rotationsachse des Antriebselement in einem rechten Winkel zur Rotationsachse des Entfeuchtungselement ausgerichtet ist.

5 **[0031]** Oder der Antrieb könnte so angeordnet sein, dass die Rotationsachse des Antriebselement parallel zur Rotationsachse des Entfeuchtungselement, aber in einem Abstand dazu angeordnet ist. Es ist sogar eine Anordnung denkbar, bei welcher der Antrieb wie beim **10** Stand der Technik ausserhalb des Rotors bzw. des Gehäuses angeordnet ist.

[0032] Bei allen diesen Anordnungen würde die Antriebskraft des Antriebs via ein Getriebe, beispielsweise Zahnräder, Riemen, Kette usw. in das Zentrum des Entfeuchtungselement übertragen und dort auf das Entfeuchtungselement übertragen. Das Getriebe kann dabei als separates Element zusätzlich zu einem Motor ausgebildet sein, wie dies etwa bei einem Riemen oder einer Kette der Fall ist. Es gibt aber auch Antriebe, bei **15** welchen der Motor ein Gehäuse umfasst, in welches ein Getriebe integriert ist. Solche Motoren werden häufig als Getriebemotoren bezeichnet. In diesem Fall bildet die Abtriebsachse des Getriebes das Antriebselement, wobei im Prinzip jedes beliebige Getriebe verwendet werden kann. Wenn ein Getriebe eingesetzt werden soll, ist es vorzugsweise ein möglichst einfaches, mechanisches Getriebe wie beispielsweise ein Stirnrad-, Koaxial- oder **20** Kegelradgetriebe.

[0033] Damit haben auch diese Anordnungen den **25** oben erwähnten Vorteil, dass der Abstand zwischen dem Angriffspunkt der Antriebskraft und der Rotationsachse, um welche das Entfeuchtungselement rotiert, stark reduziert oder sogar eliminiert wird und die Dichtigkeit der Vorrichtung entsprechend verbessert ist.

[0034] Allerdings muss bei diesen Anordnungen die Antriebskraft wie erwähnt zunächst vom Antrieb ins Zentrum des Entfeuchtungselement übertragen werden. Dafür werden zusätzliche Getriebekomponenten benötigt, die nicht nur wieder die Anzahl der notwendigen Elemente des Antriebs erhöhen, sondern auch wieder unerwünschten Abrieb erzeugen können. **40**

[0035] Vorzugsweise ist der Antrieb daher so angeordnet, dass die Rotationsachse des Antriebselemente **45** koaxial zur Rotationsachse des Entfeuchtungselement ausgerichtet ist.

[0036] Auf diese Weise kann ein Getriebe vollständig entfallen, was die Anzahl benötigter Antriebselemente wie auch den Abrieb von Getriebekomponenten reduziert bzw. vollständig eliminiert.

[0037] Die Übertragung der Antriebskraft vom Antrieb **50** auf das Entfeuchtungselement erfolgt wie bereits erwähnt im Zentrum des Entfeuchtungselement.

[0038] Das Entfeuchtungselement ist beispielsweise auf einer drehbar gelagerten Welle befestigt, auf welcher **55** ein Element des Antriebs befestigt ist, beispielsweise ein Zahnräder, eine Riemenscheibe oder ein anderes geeignetes Element, welches mit dem Antrieb direkt oder indirekt angetrieben wird. Die Übertragung der Antriebs-

kraft auf das Entfeuchtungselement geschieht folglich durch die rotierende Welle, welche wiederum durch das darauf befestigte Element angetrieben wird.

[0039] Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist dieses Element des Antriebs nicht auf der Welle, sondern direkt am Entfeuchtungselement angeordnet, d. h. fix aber optional wieder lösbar mit diesem verbunden. Dabei handelt es sich beispielsweise um ein Zahnrad oder eine Riemscheibe, welche koaxial mit dem Entfeuchtungselement angeordnet fest mit diesem verbunden ist und einen deutlich kleineren Durchmesser aufweist als das Entfeuchtungselement selber. Das Entfeuchtungselement selber ist dann frei um seine Nabe drehbar auf einer Achse gelagert, wobei dieses Element und damit das Entfeuchtungselement vom Antrieb wiederum direkt oder indirekt angetrieben wird.

[0040] Wenn nun das Entfeuchtungselement unsymmetrisch mit der Welle verbunden ist, wenn beispielsweise lediglich ein einzelner Mitnehmer vorgesehen ist, oder wenn die Antriebskraft vom Antrieb unsymmetrisch auf das Entfeuchtungselement übertragen wird, wenn beispielsweise die Antriebskraft von einem Zahnrad auf ein am Entfeuchtungselement angeflanschtes Zahnrad übertragen wird, kann dies zu einer unregelmässigen Belastung des Entfeuchtungselementes und damit wiederum zu einem unerwünschtem Verzug des Entfeuchtungselementes führen. Durch eine solche einseitige Drehmomentübertragung könnte auch die Welle oder die Achse selber unregelmässig belastet werden, wodurch unerwünschte Kräfte auf die Lager der Welle ausgeübt werden können.

[0041] Um dies zu verhindern oder zumindest zu reduzieren, ist die Antriebskraft vom Antriebselement daher vorzugsweise symmetrisch in Bezug auf die Rotationsachse des Entfeuchtungselementes vom Antriebselement auf das Entfeuchtungselement übertragbar.

[0042] Im erstgenannten Beispiel ist das Entfeuchtungselement daher beispielsweise an zwei oder mehr symmetrisch in Bezug auf die Rotationsachse des Entfeuchtungselementes angeordneten Punkten mit der Welle verbunden, sodass die Antriebskraft symmetrisch auf das Entfeuchtungselement übertragen wird. Dies ist natürlich auch dann der Fall, wenn das Entfeuchtungselement mit seiner Nabe beispielsweise über eine Presspassung mit der Welle verbunden ist. Selbstverständlich können auch andere Welle-Nabe Verbindungen verwendet werden, welche eine im Wesentlichen symmetrische Kraftübertragung von der Welle auf das Entfeuchtungselement gewährleisten.

[0043] Im zweitgenannten Beispiel ist das Entfeuchtungselement mit seiner Nabe grundsätzlich frei auf der Welle drehbar. Und als zusätzliches Übertragungselement ist beispielsweise ein Zahnrad koaxial an das Entfeuchtungselement angeflanscht, wobei dieses Zahnrad vom Antrieb über ein Planetengetriebe angetrieben wird. Auch so wird eine symmetrische Kraftübertragung vom Antrieb auf das Entfeuchtungselement erreicht.

[0044] Das Entfeuchtungselement kann grundsätzlich

eine beliebige äussere Form haben. Es kann beispielsweise ein regelmässiges Polygon mit drei oder mehr Ecken sein, etwa ein Quadrat oder ein regelmässiges 6- oder 8-Eck bilden. Es kann aber auch ein unregelmässiges Polygon sein oder es kann sogar eine vollkommen unregelmässige äussere Form haben. Die Rotationsachse, um welche das Entfeuchtungselement rotiert, verläuft dabei vorzugsweise durch den Massenschwerpunkt des Entfeuchtungselementes, wobei das aber nicht zwingend der Fall sein muss.

[0045] Da das Entfeuchtungselement im Betrieb jedoch ohnehin rotiert, ist es vorzugsweise rotationssymmetrisch bezüglich der Rotationsachse ausgebildet. So fällt auch die Rotationsachse mit der Symmetriearchse des Entfeuchtungselementes zusammen und beide verlaufen durch den Massenschwerpunkt des Entfeuchtungselementes. Dadurch wird auch der Energiebedarf für den Antrieb des Entfeuchtungselementes minimiert.

[0046] Am meisten Vorteile bietet die Ausbildung des Entfeuchtungselementes als Rad. Dabei ist der Durchmesser des Rades mit Vorteil deutlich grösser als seine Dicke, d. h. seine Ausdehnung in axialer Richtung. Derartige Entfeuchtungselemente sind für solche Entfeuchtungsanlagen wie bereits erwähnt in verschiedenen Grössen erhältlich.

[0047] Zur Trocknung der Prozessluft kann grundsätzlich das Kondensationsprinzip verwendet werden. So könnte das Entfeuchtungselement beispielsweise gekühlt werden, sodass das in der Luft enthaltene Wasser beim Durchströmen des Entfeuchtungselementes kondensiert und abgeführt werden kann.

[0048] Da der Feuchtigkeitsgehalt der Prozessluft mit diesem Verfahren jedoch häufig nicht genügend reduziert werden kann, wird die Prozessluft vorzugsweise gemäss dem Sorptionsprinzip entfeuchtet. Zur Aufnahme des Wassers aus der Luft umfasst das Entfeuchtungselement hierfür vorzugsweise ein Sorptionsmittel, insbesondere ein Adsorptionsmittel.

[0049] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Entfeuchtungselement beispielsweise vollständig oder zumindest teilweise mit einem Sorptionsmittel beschichtet.

[0050] Bei einem Rad-förmigen Entfeuchtungselement ist beispielsweise das Innere des Rades mit einer Wabenstruktur aus einem anorganischen Trägermaterial gefüllt, wobei das Trägermaterial mit dem Sorptionsmittel beschichtet ist. Dabei verbleibt zwischen den beschichteten Rändern der Waben genügend Raum, sodass die Luft daran vorbeiströmen und dabei entfeuchtet werden kann.

[0051] Als Sorptionsmittel können wie bereits erwähnt Sorptions- wie auch Adsorptionsmittel eingesetzt werden. Dabei wird der Einsatz von Adsorptionsmitteln bevorzugt, da entsprechende Entfeuchtungselemente, die mit einem Adsorptionsmittel beschichtet sind, in verschiedenen Grössen und für den Einsatz in solchen Entfeuchtungsanlagen optimiert erhältlich sind.

[0052] Als Adsorptionsmittel dienen beispielsweise

Kieselgel, Zeolithe, Aluminiumoxide, Calcium- oder Lithiumchlorid, Kaliumcarbonat oder auch Natrium- bzw. Kaliumhydroxid. Gewisse Adsorptionsmittel wie beispielsweise Magnesiumperchlorat, di-Phosphorpentoxid (P4O10) oder konzentrierte Schwefelsäure eignen sich nicht, weil sie mit dem aufgenommenen Wasser in unerwünschter Weise reagieren.

[0053] Eines der meist verwendeten Adsorptionsmittel für den vorliegenden Zweck ist Kieselgel, auch bekannt als Kiesel säuregel oder Silikagel. Dieses ist stark hygroskopisch, einfach zu regenerieren und zu günstigen Preisen erhältlich, weshalb es auch bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung als Adsorptionsmittel verwendet wird.

[0054] Wie vorgängig beschrieben, ist der Antrieb vorzugsweise derart angeordnet, dass die Rotationsachse des Antriebselementes koaxial zur Rotationsachse des Entfeuchtungselementes ist. Für die Übertragung der Antriebskraft vom Antrieb auf das Entfeuchtungselement im Zentrum des Entfeuchtungselementes kann auch bei einer solchen Antriebsanordnung ein Getriebe vorgesehen sein. So ist es beispielsweise möglich, die Antriebskraft mittels eines Koaxialgetriebes, beispielsweise eines Planetengetriebes, vom Antrieb auf das Entfeuchtungselement zu übertragen.

[0055] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist jedoch kein Getriebe vorgesehen und der Antrieb ist als Direktantrieb ausgebildet. D. h. der Antrieb und das Entfeuchtungselement sind getriebelos miteinander verbunden. In diesem bevorzugten Fall ist auch kein Getriebe in das Gehäuse eines Motors integriert, sondern die Ausgangsachse bzw. -welle des Motors ist direkt mit dem Entfeuchtungselement verbunden. Das bedeutet, dass die Drehzahl des Entfeuchtungselementes gleich der Drehzahl des Antriebs, insbesondere des Antriebselementes, ist. Entsprechend fällt die Rotationsachse, um welche das Entfeuchtungselement rotiert, mit der Abtriebsachse des Antriebs, d. h. der Rotationsachse des Antriebselementes, zusammen.

[0056] Die Antriebskraft des Antriebs wird also direkt, d. h. ohne Über- oder Untersetzung, auf das Entfeuchtungselement übertragen.

[0057] Durch den vollständigen Wegfall eines Getriebes, in welcher Form auch immer, kann der konstruktive Aufwand reduziert werden. So kann nicht nur das Getriebe selber entfallen, auch das Entfeuchtungselement kann einfacher aufgebaut sein, da es keine Aufnehmer mehr benötigt, welche die Antriebskraft vom Getriebe aufnehmen.

[0058] Das Resultat sind insgesamt weniger bewegte Teile, dadurch natürlich auch weniger Verschleissteile und insgesamt eine verbesserte Effizienz.

[0059] Als Motor des Direktantriebs kann grundsätzlich jeder beliebige Motor eingesetzt werden. So könnte beispielsweise ein Hydraulikmotor oder auch ein Verbrennungsmotor verwendet werden. Bei bestimmten Anwendungen, beispielsweise in der pharmazeutischen oder der Lebensmittelindustrie sind solche Motoren je-

doch ungeeignet, da sie häufig unerwünschte Betriebsstoffe benötigen oder Abgase erzeugen, die in solchen Industrien typischerweise unerwünscht sind.

[0060] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Direktantrieb daher einen Elektromotor. Die benötigte Elektrizität stellt in den allermeisten Anwendungen keinerlei Problem dar und es werden auch keine unerwünschten Abgase oder dergleichen produziert.

[0061] Als Direktantrieb umfasst der Elektromotor einen Stator und einen Rotor, jedoch kein Getriebe. Der Stator ist dabei vorzugsweise mit dem Gehäuse der Entfeuchtungsvorrichtung und der Rotor mit dem Entfeuchtungselement verbunden. Der Rotor ist dabei rotierbar am Antrieb gelagert, wobei der Stator die Antriebskraft berührungslos auf den Rotor überträgt. Dadurch fällt beim Betrieb eines solchen Antriebs kein oder höchstens ein vernachlässigbarer Abrieb an.

[0062] Dabei gibt es im Wesentlichen zwei Möglichkeiten, den Rotor mit dem Entfeuchtungselement zu verbinden und dieses anzutreiben. Entweder ist der Motor als Innenläufer ausgebildet, wobei der Rotor mit der Welle verbunden ist, auf welcher wieder das Entfeuchtungselement fest verbunden ist. Oder der Motor ist als Außenläufer ausgebildet, wobei der Rotor mit dem Entfeuchtungselement fest verbunden ist, welches wiederum frei auf einer Achse drehbar befestigt ist. Bei beiden Varianten wird die Antriebskraft im Zentrum des Entfeuchtungselementes auf dieses übertragen.

[0063] Im Falle eines solchen Elektromotors ist der Rotor die vorgängig als rotierbares Antriebselement bezeichnete Komponente des Antriebs, welche die Antriebskraft des Antriebs im Zentrum des Entfeuchtungselementes auf dieses überträgt und dessen Rotationsachse koaxial zur Rotationsachse des Entfeuchtungselementes ausgerichtet ist.

[0064] Eine etwas andere Bauform haben sogenannte Scheibenläufermotoren, welche ebenfalls eingesetzt werden können. Bei derartigen Elektromotoren umfasst der Stator typischerweise Elektro- oder Permanentmagnete, welche das Statorfeld erzeugen und der Rotor hat die Form einer Scheibe und umfasst die stromdurchflossenen Wicklungen, wobei der elektrische Strom über Bürsten zugeführt wird. Es gibt aber auch Scheibenläufermotoren, bei welchen der Rotor Permanentmagnete umfasst und das Statorfeld durch entsprechende Wicklungen erzeugt wird. Dadurch kann der Motor bürstenlos ausgebildet und so wiederum Abrieb vermieden werden. Auch bei einem Scheibenläufermotor ist der Rotor indirekt via Welle oder direkt mit dem Entfeuchtungselement fest verbunden und die Antriebskraft wird ebenfalls im Zentrum des Entfeuchtungselementes auf dieses übertragen.

[0065] Bei einem radförmig ausgebildeten Rotor umfasst dieser vorzugsweise eine Nabe, welche mit dem Rotor des Antriebs verbunden ist.

[0066] Als Elektromotor für einen Direktantrieb kann beispielsweise ein Asynchronmotor eingesetzt werden, welche typischerweise als Drehstrommaschinen ausge-

führt sind, bei welchen der Stator mittels eines typischerweise mehrphasigen Eingangsstromes ein magnetisches Drehfeld erzeugt. Diesem Drehfeld folgt der Rotor asynchron, wodurch eine Spannung induziert wird, die, bei kleinem Schlupf, einen Strom hervorruft, der proportional zum Schlupf ist. Dadurch entsteht ein Drehmoment, das proportional zum Schlupf ist und den Rotor antreibt. Es gibt aber auch Asynchronmotoren, die einphasig betreibbar sind.

[0066] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird jedoch ein Synchronmotor eingesetzt, der selbst- oder fremderregt ist. Synchronmotoren, insbesondere permanenterregte Synchronmotoren, lassen sich typischerweise kompakter und effizienter realisieren als entsprechende Asynchronmotoren. Für die vorliegende Anwendung eignen sich Synchronmotoren aufgrund der starren Kopplung der Drehzahl an die Betriebsfrequenz zudem besser als Asynchronmotoren. Synchronmotoren sind auch besonders geeignet für Anwendungen, bei denen eine belastungsunabhängige, stabile Drehzahl gefordert ist. Sie sind typischerweise auch spielarm und lassen sich entsprechend präzise steuern.

[0067] Bei einem solchen Synchronmotor wird vom Stator wiederum ein magnetisches Drehfeld erzeugt, dem der Rotor synchron folgt, wobei der Rotor dem Drehfeld bei Belastung um einen bestimmten Winkel nachläuft, der umso höher ist, je höher das Lastmoment ist. Das so erzeugte Drehmoment wird auf den Rotor übertragen und treibt diesen an.

[0068] Bei einem solchen Synchronmotor ist die Drehzahl des Rotors abhängig von der Frequenz des im Stator erzeugten Drehfeldes. Für einen Betrieb des Direktantriebs mit einer steuerbaren Drehzahl umfasst die Entfeuchtungsvorrichtung daher vorzugsweise einen steuerbaren Frequenzumrichter, der die elektrische Leistung für den Betrieb des Synchronmotors liefert. Je nach gewünschter Drehzahl des Synchronmotors wird der Frequenzumrichter entsprechend gesteuert, sodass er das Energieversorgungssignal mit der für die resultierende Drehzahl notwendigen Frequenz liefert.

[0069] Zur Steuerung der Frequenz umfasst die Entfeuchtungsvorrichtung daher mit Vorteil auch eine Steuerung, die je nach Bedarf die Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters steuert.

[0070] Anstelle eines Frequenzumrichters, der das gewünschte Ausgangssignal mittels Leistungselektronik erzeugt, wäre zwar auch der Einsatz eines Frequenzumformers möglich, welche das Ausgangssignal durch eine mechanische Kombination von rotierenden elektrischen Maschinen erzeugt. Aber letztere sind typischerweise aufwändiger zu realisieren und benötigen mehr Platz. Sie sind damit teurer als ein Frequenzumrichter.

[0071] Durch den Einsatz eines derartigen Elektromotors mit einem Frequenzumrichter ist der Antrieb äusserst variabel. D. h. seine Drehzahl ist einfach steuer- und regelbar, wodurch auch der Produktionsprozess optimiert werden kann. So kann die Drehzahl beispielsweise dynamisch an die jeweils herrschenden Prozessbe-

dingungen angepasst werden. Diese Prozessbedingungen umfassen beispielsweise die Temperatur oder den Feuchtigkeitsgehalt der zugeführten Luft und/oder des zu verarbeitenden Produkts. Es können also auf einfachste Art und Weise unterschiedliche Betriebszustände realisiert werden. Entsprechend muss das System nicht für eine Maximal-Belastung ausgelegt werden, die kaum je benötigt wird. So kann auch ein Optimum zwischen Design und Energieeffizienz erreicht werden.

[0072] Weiter weisen derart angesteuerte Elektromotoren in der Regel auch eine optimale Laufruhe und Effizienz auf. Das Entfeuchtungselement kann beispielsweise auch sehr langsam bewegt, exakt positioniert und in Position gehalten werden. So kann es beispielsweise für die Montage des Entfeuchtungselementes, welches typischerweise aus mehreren Einzelteilen besteht, exakt und sicher positioniert werden, sodass jedes der Einzelteile bequem und sicher montiert werden kann, bis das gesamte Entfeuchtungselement zusammengebaut ist.

Entsprechendes gilt natürlich auch für die Inbetriebnahme und Wartung.

[0073] Durch das äusserst wartungsarme Antriebssystem, das weder nennenswerten Abrieb noch irgendwelche ölgeschmierten Komponenten aufweist, ist auch die Hygiene gewährleistet und der Einsatz in empfindlichen Prozessen wie in der Pharmazie oder im Lebensmittelbereich sind gefahrlos möglich.

[0074] Zudem haben solche Antriebe eine hohe Lebensdauer, da sie keine Verschleisssteile umfassen.

[0075] Ein weiterer Vorteil ist der geringere Platzbedarf, wenn der Motor quasi im Entfeuchtungselement integriert ist bzw. auf deren Welle montiert ist.

[0076] Zudem kann ein solcher Antrieb auch bereits am oder im Entfeuchtungselement vormontiert zum Ort der Entfeuchtungsvorrichtung geliefert werden, was wiederum den Montageaufwand bei der Inbetriebnahme der Anlage reduziert.

[0077] Schliesslich ist es auch ein grosser Vorteil einer solchen Ausführung der Erfindung, dass bestehende Anlagen, welche ein Entfeuchtungselement mit einem herkömmlichen, seitlich angeordneten Antrieb samt Getriebe umfasst, auf einfache Art und Weise mit einem erfindungsgemässen Antrieb nachgerüstet werden können. Hierzu muss lediglich der bestehende Antrieb samt Getriebe etc. abgebaut und lediglich der entsprechend vorbereitete neue Antrieb, ggf. samt Entfeuchtungselement eingebaut werden.

[0078] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Elektromotor als Drehmomentmotor ausgebildet. Als Drehmomentmotoren, auch Torquemotoren genannt, werden Elektromotoren bezeichnet, welche typischerweise langsam laufen und bei kleinen Drehzahlen hohe Drehmomente liefern.

[0079] Ausgeführt sind sie in der Regel als permanenterregte Synchronmotoren. Sie sind häufig toroidförmig, d. h. haben einen im Vergleich zur Achslänge grossen Durchmesser.

[0080] Solche Drehmomentmotoren haben typischer-

weise eine grosse Antriebssteifigkeit und kein Verdrehspiel. Durch die verringerten Störgrößen lassen sich Systeme, die von solchen Motoren angetrieben sind, einfacher und präziser regeln.

[0081] In der Regel sind solche Drehmomentmotoren im Vergleich mit entsprechenden, herkömmlichen Motor-Getriebe-Einheiten kompakter und aufgrund des nicht vorhandenen Getriebes auch wartungsärmer.

[0082] Drehmomentmotoren können für sämtliche Leistungsbereiche, benötigten Drehmomente und Drehzahlen flexibel optimiert werden.

[0083] Der Motor kann auch mit einem Temperaturüberwachungsmodul ausgestattet werden, um den notwendigen Schutz bei einem Temperatur-Anstieg des Motors gewährleisten zu können. Dies kann insbesondere bei Anwendungen an der Motorleistungsgrenze der Fall sein, beispielsweise bei tiefen Drehzahlen oder im Stillstandsbetrieb, wie er etwa für Installations- und Wartungszwecke verwendet werden kann.

[0084] Ja nach konkreter Anwendung kann eine passive Kühlung des Motors dabei ausreichend sein. Aber natürlich kann auch eine aktive Kühlung vorgesehen sein, beispielsweise eine Wasserkühlung.

[0085] Wie bereits erwähnt kann ein Synchronmotor selbst- oder fremderregt sein. Handelt es sich um einen fremderregten Synchronmotor, wird das am Rotor benötigte Magnetfeld beispielsweise erzeugt, indem Feldspulen auf dem Rotor durch externe Mittel elektromagnetisch erregt werden. Hierfür werden allerdings Schleifringe benötigt, welche den elektrischen Kontakt zwischen den Spulen auf dem Rotor und dem externen Erreger herstellt. Dies wiederum kann zu unerwünschtem Abrieb führen.

[0086] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Synchronmotor daher permanenterregt. D. h. der Rotor umfasst Permanentmagnete, welche das Feld am Rotor erzeugen.

[0087] Durch den Einsatz von Permanentmagneten kann darüber hinaus auch ein höherer Wirkungsgrad erreicht werden.

[0088] Wie eingangs erwähnt, umfasst die erfindungsgemäße Entfeuchtungsvorrichtung ein Gehäuse mit einem Strömungspfad, der von dem gasförmige Stoff durchströmt wird. Dieser Strömungspfad ist typischerweise eine Art Kanal innerhalb des Gehäuses, der sich im Wesentlichen in axialer Richtung bezüglich der Rotationsachse des Entfeuchtungselementes erstreckt, zumindest im Bereich des Entfeuchtungselementes. Entsprechend ist eine Strömungsrichtung des gasförmigen Stoffes entlang des Strömungspfades in einem Bereich des Entfeuchtungselementes vorzugsweise im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse des Entfeuchtungselementes.

[0089] Dies gilt auch für die Strömungsrichtung des Regenerationsluftstromes, wobei dieser typischerweise in entgegengesetzter Richtung zum Prozessluftstrom durch das Entfeuchtungselement geführt wird.

[0090] Wie bereits mehrfach erwähnt, rotiert das Ent-

feuchtungselement während des Betriebs um eine Rotationsachse. Entsprechend umfasst die Entfeuchtungsvorrichtung vorzugsweise auch eine Lageranordnung zur Rotationslagerung des Entfeuchtungselementes. Diese ist mir Vorteil möglichst widerstandsarm ausgebildet, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Rotationsgeschwindigkeit des Entfeuchtungselement im Normalbetrieb relativ gering ist. Bei einem Entfeuchtungsrad mit einem Durchmesser von beispielsweise 4 bis 5 Metern

liegt die Rotationsgeschwindigkeit beispielsweise im Bereich von etwa 5 bis 30 Umdrehungen pro Stunde. Je nach konkreter Anwendung, d. h. je nach benötigter Menge an trockener Luft kann die Rotationsgeschwindigkeit aber natürlich auch deutlich über oder unter diesen Werten liegen. Auch die Grösse des Entfeuchtungsrads kann einen Einfluss auf die Drehzahl haben, wobei die Drehzahl typischerweise umso kleiner ist, je grösser das Entfeuchtungsrad ist.

[0091] Um den gasförmigen Stoff entlang des Strömungspfades zu befördern, umfasst die Entfeuchtungsvorrichtung mit Vorteil einen Ventilator. Dieser ist typischerweise ebenfalls in dem Strömungspfad angeordnet, wobei er in Strömungsrichtung sowohl vor, als auch nach dem Entfeuchtungselement angeordnet sein kann.

[0092] Im Prinzip wäre es zwar auch möglich, zur Beförderung des Luftstromes die natürliche Bewegung des gasförmigen Stoffes auszunutzen, die sich beispielsweise aufgrund von Temperatur- oder Dichteunterschieden ergeben oder auch unter Ausnutzung der Schwerkraft.

Allerdings sind damit in der Regel keine ausreichenden Strömungsgeschwindigkeiten und Gasvolumina erreichbar.

[0093] Zudem kann der gasförmige Stoff der Entfeuchtungsvorrichtung auch über Rohre oder Schläuche mit der notwendigen Strömungsgeschwindigkeit zugeführt werden. D. h. der gasförmige Stoff wird ausserhalb der Entfeuchtungsvorrichtung auf die benötigte Strömungsgeschwindigkeit beschleunigt, sodass auf einen Ventilator oder dergleichen innerhalb der Entfeuchtungsvorrichtung verzichtet werden kann.

[0094] Bei dem Verfahren zur Reduktion eines Wasseranteils eines gasförmigen Stoffes wird gemäss der Erfindung die Antriebskraft des Antriebs in einem Zentrumsbereich des Entfeuchtungselement auf das Entfeuchtungselement übertragen. Dadurch erhält man auch bei dem erfindungsgemässen Verfahren die vorgängig genannten Vorteile.

[0095] Vorzugsweise wird dabei das Entfeuchtungselement mit einem Direktantrieb um die Rotationsachse rotiert.

[0096] Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

55

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0097] Die zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele

verwendeten Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine Entfeuchtungsanlage mit einem Antrieb für den Entfeuchtungsrotor gemäss dem Stand der Technik;
- Fig. 2 ein schematisch dargestelltes erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer seitlichen Ansicht;
- Fig. 3 eine vergrösserte Darstellung eines Ausschnitts aus Fig. 2;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung des Antriebs aus Fig. 2 in axialer Sichtrichtung;
- Fig. 5 ein schematisch dargestelltes zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer seitlichen Ansicht;
- Fig. 6 eine vergrösserte Darstellung eines Ausschnitts aus Fig. 5;
- Fig. 7 eine schematische Darstellung des Antriebs aus Fig. 5 in axialer Sichtrichtung;
- Fig. 8 ein schematisch dargestelltes drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer seitlichen Ansicht;
- Fig. 9 eine vergrösserte Darstellung eines Ausschnitts aus Fig. 8;
- Fig. 10 eine schematische Darstellung des Antriebs aus Fig. 8 in axialer Sichtrichtung;
- Fig. 11 ein schematisch dargestelltes viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer seitlichen Ansicht;
- Fig. 12 eine vergrösserte Darstellung eines Ausschnitts aus Fig. 11;
- Fig. 13 eine schematische Darstellung des Antriebs aus Fig. 11 in axialer Sichtrichtung;
- Fig. 14 ein schematisch dargestelltes fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung in axialer Sichtrichtung und
- Fig. 15 ein schematisch dargestelltes sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung in axialer Sichtrichtung.

[0098] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0099] Figur 1 zeigt eine Entfeuchtungsanlage 1 gemäss dem Stand der Technik. Das Gehäuse der Entfeuchtungsanlage 1 ist der Einfachheit halber nicht dargestellt. Die Entfeuchtungsanlage 1 umfasst einen Entfeuchtungsrotor 13 und einen Motor 19, der den Entfeuchtungsrotor 13 via einen Riemen 20 antreibt, wobei anstelle eines Riemens selbstverständlich auch eine Kette verwendet werden kann. Der Entfeuchtungsrotor 13 ist mit einer nicht weiter dargestellten Wabenstruktur aus anorganischen Fasern gefüllt, welche beispielsweise mit Silikagel beschichtet ist. Der Bereich vor und hinter dem Entfeuchtungsrotor 13 ist durch die angedeuteten Wände 17 in zwei Sektoren 15 und 16 unterteilt.

[0100] Ein feuchter Luftstrom 2 wird über einen Filter 9, einen Kühler 10 und ein UV-System 8 im Bereich des Sektors 15 durch den Entfeuchtungsrotor 13 geführt. Beim Durchströmen des sich drehenden Entfeuchtungsrotors 13 wird der feuchte Luftstrom 2 entfeuchtet. Da sich der Entfeuchtungsrotors 13 dreht, durchströmt der feuchte Luftstrom 2 im Bereich des Sektors 15 jeweils einen anderen Bereich der Wabenstruktur, der wie weiter unten beschrieben jeweils zuvor regeneriert, d.h. seinerseits entfeuchtet worden ist. Damit befindet sich im laufenden Betrieb der Entfeuchtungsanlage 1 im Sektor 15 jeweils ein Bereich des Entfeuchtungsrotors 13 mit trockenem Silikagel, das entsprechend bereit für die Aufnahme von Wasser aus dem feuchten Luftstrom 2 ist.

[0101] Hinter dem Entfeuchtungsrotor 13 ist der feuchte Luftstrom 2 im Bereich des Sektors 15 entsprechend entfeuchtet und wird als trockener Luftstrom 3 über einen Kühler 10 geführt und von einem Ventilator 11 schliesslich als Prozessluftstrom 4 für die weitere Verwendung, beispielsweise für die Herstellung von Milchpulver, bereitgestellt.

[0102] Wie bereits erwähnt, wird das Silikagel, das nach dem Durchlaufen des Sektors 15 Feuchtigkeit aus dem feuchten Luftstrom 2 aufgenommen hat, wieder regeneriert, d. h. entfeuchtet. Dies geschieht im Bereich des Sektors 16. Nach dem Durchlaufen des Sektors 15 dreht sich der Entfeuchtungsrotor 13 mit dem feuchten Silikagel weiter und durchläuft den Sektor 16. Zur Trocknung des Silikagels wird ein Regenerationsluftstrom 5 im Bereich des Sektors 16 durch den Entfeuchtungsrotor 13 geführt, wobei der Regenerationsluftstrom 5 zuvor durch einen Filter 9 und eine Heizung 7 geführt worden ist. Dabei gibt das Silikagel die zuvor aufgenommene Feuchtigkeit an den Regenerationsluftstrom 5 ab, der von einem in Strömungsrichtung hinter dem Entfeuchtungsrotor 13 angeordneten Ventilator 11 als feuchte Abluft 6 wieder abgegeben wird.

[0103] Um eine Vermischung des feuchten Luftstroms 2 mit der Abluft 6 zu verhindern, sind diese beiden Luftströme durch Radialdichtungen an den Wänden 17 gegeneinander abgedichtet. Auf der anderen Seite des Entfeuchtungsrotors 13 sind ebenso der trockene Luftstrom 3 und der Regenerationsluftstrom 5 durch Radialdichtun-

gen gegeneinander abgedichtet. Zudem ist der Entfeuchtungsrotors 13 selber gegenüber dem (nicht dargestellten) Gehäuse abgedichtet, damit sich einerseits nicht die Luftströme vor und hinter dem Entfeuchtungsrotors 13 vermischen und damit andererseits keine Luft oder andere Stoffe unabsichtlich in einen der Luftströme gelangt. Diese Dichtungen sind nicht dargestellt.

[0104] Der Riemen 20 muss dabei entweder durch das Gehäuse der Entfeuchtungsanlage 1 hindurchgeführt werden. Dann werden entsprechend auch Dichtungen benötigt, welche diese Öffnungen für den Riemen 20 abdichten. Oder der Entfeuchtungsrotor 13 wird beidseitig mit einer Trennwand versehen, welche jeweils den Bereich ausserhalb des Entfeuchtungsrotors 13 bis an die Gehäusewände verschließt, aber die Öffnungen für die Luftströme frei lässt. In diesem Fall muss entsprechend der Entfeuchtungsrotor 13 auf beiden Seiten gegenüber diesen Trennwänden abgedichtet werden. Diese Bauform wird insbesondere bevorzugt, wenn der Entfeuchtungsrotor 13 auf einfache Art und Weise aus der Entfeuchtungsanlage 1 ausgebaut werden können soll. In diesem Fall wird der Entfeuchtungsrotor 13 in einem seitlich entnehmbaren Modul integriert, welches eben auf beiden Seiten mit entsprechenden abgedichteten Trennwänden ausgestattet ist.

[0105] Der Motor 19, typischerweise ein Elektromotor mit Bürsten, erzeugt im Betrieb Abrieb. Zudem entsteht Abrieb durch den Riemen 20, der einerseits auf der Antriebswelle des Motors 19 und andererseits auf dem Umfang des Entfeuchtungsrotors 13 umläuft. Sind die Dichtungen entlang dem Umfang des Entfeuchtungsrotors 13 nicht ganz dicht, kann dieser Abrieb in den feuchten Luftstrom 2 oder den trockenen Luftstrom 3 gelangen und so den Prozessluftstrom 4 verschmutzen.

[0106] Es ist zu beachten, dass einige der dargestellten Elemente der Entfeuchtungsanlage 1 optional sind und die Entfeuchtungsanlage 1 auch zusätzliche Elemente umfassen kann. Je nach Anwendung können beispielsweise die Filter 9, der Kühler 10, das UV-System 8 oder die Heizung 7 entfallen. Die Ventilatoren sind typischerweise notwendig. Je nach Anwendung kann die Entfeuchtungsanlage 1 beispielsweise ein Rekuperationssystem zur Wärmerückgewinnung umfassen.

[0107] Die Erfindung betrifft nun insbesondere den Antrieb des Entfeuchtungsrotors 13 und je nach konkreter Ausgestaltung des Antriebs kann auch der Entfeuchtungsrotor 13 bei der Erfindung unterschiedlich ausgestaltet sein.

[0108] Die Figuren 2, 3 und 4 zeigen ein schematisch dargestelltes erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Figur 2 zeigt das erste Ausführungsbeispiel in einer seitlichen Ansicht, Figur 3 zeigt eine vergrösserte Darstellung eines Ausschnitts aus Figur 2 und Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung des Antriebs aus Figur 2 in axialer Sichtrichtung.

[0109] Dargestellt ist der Entfeuchtungsrotor 13, der in einem Gehäuse mit Boden 25 und Decke 26 angeordnet ist. Der Entfeuchtungsrotor 13 ist bei diesem Beispiel in

eine Trennwand 27 eingelassen, welche die Bereiche vor und hinter dem Entfeuchtungsrotor 13 voneinander trennt. Dabei ist der Entfeuchtungsrotor 13 durch eine Dichtung 28 gegenüber der Trennwand 27 abgedichtet.

[0110] Der Entfeuchtungsrotor 13 ist dabei auf einer Welle 30 befestigt, welche jeweils vor und hinter dem Entfeuchtungsrotor 13 an einem Träger 31 gelagert ist. Die Träger 31 sind dabei fest mit dem Gehäuse der Entfeuchtungsanlage verbunden. In diesem ersten Ausführungsbeispiel ist dargestellt, dass die Träger 31 mit dem Boden 25 verbunden, beispielsweise darin verankert sind. Selbstverständlich können die Träger 31 aber auch an der Decke oder einer Seitenwand der Entfeuchtungsanlage befestigt sein. Dies gilt auch für die weiter unten beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung.

[0111] Die beiden Lager 33 sind als Rotationslager ausgebildet, beispielsweise als Kugel- oder Rollenlager, welche eine Rotation der Welle 30 um ihre Achse und damit eine Rotation des Entfeuchtungsrotors 13 um seine Achse ermöglicht.

[0112] Der Antrieb des Entfeuchtungsrotors 13 umfasst einen Motor 34, der an einem der Träger 31 befestigt bzw. gelagert ist. Bei dem Motor 34 handelt es sich beispielsweise um einen Synchronmotor mit einem Stator 36 und einem Rotor 37 mit Permanentmagneten. Das von den Wicklungen des Stators erzeugte Drehfeld versetzt den Rotor mit seinen Permanentmagneten in Rotation.

[0113] In diesem Beispiel ist der Motor 34 als Innenläufer konzipiert. Der Stator 36 des Motors 34 ist mit dem Motorengehäuse verbunden, welches wiederum fest mit einem der Träger 31 verbunden ist, im dargestellten Beispiel über entsprechende Schraubverbindungen 35. Der Rotor 37 wiederum ist mit der Welle 30 fest verbunden, beispielsweise an diese angeflanscht.

[0114] Es sind 6 Schraubverbindungen 35 dargestellt, welche symmetrisch in Bezug auf die Rotationsachse, d. h. die Welle 30, angeordnet sind. Selbstverständlich können auch mehr oder weniger Schraubverbindungen 35 vorgesehen sein, welche das Motorengehäuse bzw. den Stator 36 mit einem der Träger 31 fest verbinden. Vorzugsweise sind zwei oder mehr Schraubverbindungen 35 vorgesehen, welche jeweils symmetrisch in Bezug auf die Welle 30 angeordnet sind.

[0115] Im Betrieb dreht sich folglich der Rotor 37 des Motors 34 innerhalb des Stators 36 und versetzt auf diese Weise die Welle 30 samt Entfeuchtungsrotor 13 in Rotation um die gemeinsame Rotationsachse der Welle 30.

[0116] Der Motor 34 überträgt seine Antriebskraft so mit über die Welle 30 auf den Entfeuchtungsrotor 13, und damit im Zentrum des Entfeuchtungsrotors 13. Dadurch verringert sich der antriebsbedingte Verzug des Entfeuchtungsrotors 13 und die Dichtigkeit des Systems kann besser aufrechterhalten werden.

[0117] In einer etwas anderen Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels könnte der Motor 34 auch als Getriebemotor ausgebildet sein. D.h. er würde nicht nur den Elektromotor selber, sondern im gleichen Gehäuse

auch ein Getriebe umfassen. Das Getriebe könnte beispielsweise ein Kegelradgetriebe sein, wobei ein erstes Kegelrad mit dem Rotor des Motors fest verbunden ist und die Achse eines zweiten Kegelrads, das senkrecht zum ersten angeordnet ist, wäre dann fest mit der Welle 33 verbunden, beispielsweise an diese angeflanscht. Auch in dieser Ausgestaltung ist das Gehäuse des Motors wie in Figur 2 dargestellt, fest mit einem der Träger 31 verbunden.

[0118] Die Figuren 5, 6 und 7 zeigen ein schematisch dargestelltes zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung. Figur 5 zeigt das zweite Ausführungsbeispiel in einer seitlichen Ansicht, Figur 6 zeigt eine vergrösserte Darstellung eines Ausschnitts aus Figur 5 und Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung des Antriebs aus Figur 5 in axialer Sichtrichtung.

[0119] Dargestellt ist wiederum der Entfeuchtungsrotor 13, der in einem Gehäuse mit Boden 25 und Decke 26 angeordnet ist. Der Entfeuchtungsrotor 13 ist bei diesem Beispiel an einer Trennwand 27 angeordnet, welche die Bereiche vor und hinter dem Entfeuchtungsrotor 13 voneinander trennt. Dabei ist der Entfeuchtungsrotor 13 durch eine Dichtung 28 gegenüber der Trennwand 27 abgedichtet. Die Dichtung 28 ist beispielsweise als Lippendichtung ausgeführt, die am Entfeuchtungsrotor 13 angeordnet ist und sich mit diesem an der Trennwand 27 vorbeidreht.

[0120] Der Entfeuchtungsrotor 13 ist dabei auf einer Achse 30' mittels zweier Lager 33 frei rotierbar befestigt. Die Achse 30' ist dabei vor und hinter dem Entfeuchtungsrotor 13 fest mit einem Träger 31 verbunden. Die Träger 31 sind wiederum fest mit dem Boden 25 verbunden. Die Lager 33 sind wiederum als Rotationslager ausgebildet, beispielsweise als Kugel- oder Rollenlager, und sind in den Entfeuchtungsrotor 13 integriert.

[0121] Der Antrieb des Entfeuchtungsrotors 13 umfasst einen Motor 34, der in den Entfeuchtungsrotors 13 integriert ist. Bei dem Motor 34 handelt es sich beispielsweise um einen Synchronmotor mit einem Stator 36 und einem Rotor 37 mit Permanentmagneten. Das von den Wicklungen des Stators erzeugte Drehfeld versetzt den Rotor mit seinen Permanentmagneten in Rotation.

[0122] In diesem Beispiel ist der Motor 34 als Aussenläufer konzipiert. Der Stator 36 des Motors 34 ist fest mit der Achse 30' verbunden. Alternativ kann die Achse 30' auch direkt als Stator des Motors verwendet werden. Der Rotor 37 wiederum ist fest mit dem Entfeuchtungsrotor 13 verbunden.

[0123] Im Betrieb dreht sich folglich der Rotor 37 des Motors 34 um den Stator 36 und versetzt auf diese Weise den Entfeuchtungsrotor 13 in Rotation um die Achse 30', welche fest mit den Trägern 31 verbunden ist.

[0124] Die Figuren 8, 9 und 10 zeigen ein schematisch dargestelltes drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Figur 8 zeigt das dritte Ausführungsbeispiel in einer seitlichen Ansicht, Figur 9 zeigt eine vergrösserte Darstellung eines Ausschnitts aus Figur 8 und Figur 10 zeigt eine schematische Darstellung des Antriebs aus Figur 8

in axialer Sichtrichtung.

[0125] Dieses dritte Ausführungsbeispiel ist dem zweiten ähnlich. Der Motor 34, der wiederum als Elektromotor mit Stator 36 und Rotor 37 ausgebildet ist, ist ebenfalls in den Entfeuchtungsrotor 13 integriert. Der Unterschied zum zweiten Ausführungsbeispiel besteht darin, dass der Motor als Innenläufer konzipiert ist. Es ist beispielsweise wiederum ein Synchronmotor mit Stator 36 und Rotor 37 mit Permanentmagneten, wobei der Stator 36 wiederum fest mit einem der Träger 31 verbunden ist, beispielsweise mittels Schraubverbindungen 35. Dargestellt sind wiederum 6 Schraubverbindungen 35, wobei wiederum mehr oder weniger Schraubverbindungen 35 vorgesehen sein können. Auch in diesem Beispiel sind die Träger 31 fest mit dem Boden 25 verbunden.

[0126] Der Rotor 37 ist fest mit der Achse 30' verbunden, welche in diesem Beispiel in Lagern 33 in bzw. an den Trägern 31 frei rotierbar gelagert ist. Die Achse 30' ist dabei fest mit dem Entfeuchtungsrotor 13 sowie dem Rotor 37 des Motors 34 verbunden. Die Lager 33 könnten allerdings auch wie beim zweiten Ausführungsbeispiel am Entfeuchtungsrotor 13 angeordnet sein, wobei der Rotor fest mit dem Entfeuchtungsrotor 13 verbunden wäre, nicht aber mit der Achse 30'. Der Entfeuchtungsrotor 13 würde dann in den Lagern 33 frei auf der Achse 30' rotieren, angetrieben durch das vom Stator 36 erzeugte Drehfeld.

[0127] Auf diese Weise wird der Entfeuchtungsrotor 13 vom Motor 34 im Betrieb in Rotation versetzt, wobei die Antriebskraft des Motors 34 direkt auf die Achse 30' und damit auf das Zentrum des Entfeuchtungsrotors 13 übertragen wird.

[0128] Die Figuren 11, 12 und 13 zeigen ein schematisch dargestelltes viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Figur 11 zeigt das vierte Ausführungsbeispiel in einer seitlichen Ansicht, Figur 12 zeigt eine vergrösserte Darstellung eines Ausschnitts aus Figur 11 und Figur 13 zeigt eine schematische Darstellung des Antriebs aus Figur 11 in axialer Sichtrichtung.

[0129] Dieses vierte Ausführungsbeispiel ist dem ersten ähnlich. Der Motor 34, der wiederum als Elektromotor mit Stator 36 und Rotor 37 ausgebildet ist, ist außerhalb des Entfeuchtungsrotors 13 angeordnet. Bei dem Motor 34 handelt es sich beispielsweise wiederum um einen Synchronmotor mit Permanentmagneten.

[0130] Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist der Motor 34 als Aussenläufer ausgebildet. Der Stator 36 ist fix mit einer Achse 30' verbunden, welche wieder fest mit den Trägern 31 verbunden ist. Die Träger 31 sind wiederum fest mit dem Boden 25 verbunden. Der Rotor 37 ist fest mit dem Entfeuchtungsrotor 13 verbunden, hier wiederum mittels Schraubverbindungen 35 und der Entfeuchtungsrotor 13 umfasst Lager 33, mittels welcher der Entfeuchtungsrotor 13 auf der Achse 30' frei rotierbar gelagert ist. Die Lager 33 sind entsprechend wiederum als Rotationslager, beispielsweise als Kugel- oder Rollenlager ausgebildet.

[0131] Im Betrieb dreht sich folglich der Rotor 37 um

den fest mit der Achse 30' und den Trägern 31 verbundenen Stator 36 und versetzt auf diese Weise den Entfeuchtungsrotor 13 in Rotation um die gemeinsame Achse 30'. Auch in diesem Beispiel überträgt der Motor 34 seine Antriebskraft somit über die Schraubverbindungen 35 auf den Entfeuchtungsrotor 13, und zwar in dessen Zentrum.

[0132] Figur 14 zeigt ein schematisch dargestelltes fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung in axialer Sichtrichtung. Dargestellt ist der Entfeuchtungsrotor 13, der an Trägern 31 befestigt ist, welche wiederum fest mit dem Boden 25 verbunden sind. Der Motor 34 ist in diesem Beispiel ebenfalls fest mit dem Boden 25 verbunden, beispielsweise am Boden 25 verankert und umfasst ein Ritzel 39. Weiter ist eine Riemscheibe 40 koaxial mit dem Entfeuchtungsrotor 13 angeordnet, wobei beide auf einer Welle 30 befestigt sind. Die Welle 30 ist entsprechend in Lagern 33 in den Trägern 31 frei rotierbar gelagert. Mit einem Riemen 20 wird nun die Antriebskraft des Motors 34 auf die Riemscheibe 40 und damit auf die Welle 30 und entsprechend auf den Entfeuchtungsrotor 13 übertragen und dieser so in Rotation versetzt. Alternativ können auch die Riemscheibe und der Entfeuchtungsrotor 13 fest miteinander verbunden sein, sodass die Antriebskraft von der Riemscheibe 40 direkt auf den Entfeuchtungsrotor 13 übertragen wird, ohne den Umweg über die Welle 30.

[0133] Auch in diesem Beispiel wird die Antriebskraft des Motors 34 somit auf die Welle 30 und damit im Zentrum des Entfeuchtungsrotors 13 auf diesen übertragen.

[0134] Da die Dichtigkeit des Systems auf diese Weise verbessert ist, kann der Motor je nach konkreter Anwendung grundsätzlich auch ein herkömmlicher Elektromotor mit Kohlebürsten sein. Der Abrieb des Motors und des Riemenantriebs können je nach Anwendung hingenommen werden, da durch die Anordnung des Antriebs bzw. dessen Kraftübertragung auf den Entfeuchtungsrotor in dessen Zentrum eben für eine erhöhte Dichtigkeit sorgt und Abrieb nicht oder nur in hinnehmbaren Mengen in die Prozessluft gelangen kann. Vorzugsweise ist der Motor 34 aber auch in diesem Beispiel ein Synchronmotor mit Permanentmagneten.

[0135] Figur 15 zeigt ein schematisch dargestelltes sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung in axialer Sichtrichtung. Das sechste Ausführungsbeispiel ist ähnlich dem Fünften. Im Unterschied dazu ist der Motor 34 jedoch nicht am Boden 25, sondern an einem der Träger 31 befestigt.

[0136] Der Motor 34 umfasst wiederum ein Ritzel 39 und der Entfeuchtungsrotor 13 ist auf einer Welle 30 befestigt. Weiter ist ein Zahnrad 41 auf der Welle 30 befestigt, wobei die Welle 30 wiederum in Lagern 33 in den Trägern 31 frei rotierbar gelagert ist. Der Motor 34 ist nun derart an einem der Träger 31 befestigt, dass das Ritzel 39 in das Zahnrad 41 eingreift und dieses im Betrieb antriebt. Dadurch wird die Antriebskraft des Motors über die Welle 30 auf den Entfeuchtungsrotor 13 übertragen und dieser so in Rotation versetzt. Auch in diesem Bei-

spiel kann das Zahnrad 41 direkt mit dem Entfeuchtungsrotor 13 verbunden sein, sodass die Antriebskraft vom Zahnrad 41 direkt auf den Entfeuchtungsrotor 13 übertragen wird, ohne den Umweg über die Welle 30.

[0137] Auch in diesem Beispiel wird die Antriebskraft des Motors 34 somit im Zentrum des Entfeuchtungsrotors 13 auf diesen übertragen.

[0138] Wie schon beim fünften Ausführungsbeispiel ist der Motor vorzugsweise ein Synchronmotor mit Permanentmagneten. Durch die verbesserte Dichtigkeit des Systems kann er aber auch ein herkömmlicher Elektromotor mit Kohlebürsten sein.

[0139] Es ist zu beachten, dass die vorgängig verwendeten Begriffe "fest verbunden" bzw. "befestigt" nicht so zu verstehen sind, dass die beiden verbundenen Elemente nicht voneinander trennbar wären. Vielmehr besteht zwischen den beiden Elementen eine feste Verbindung im dem Sinne, dass Kräfte bzw. Drehmomente übertragbar sind. Die Kraft- bzw. Drehmomentübertragung ist dabei typischerweise mechanisch als Form-, Kraft- oder Stoffschluss ausgeführt, kann im Prinzip aber auch auf andere Art und Weise, beispielsweise elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch erfolgen. Die beiden Elemente können dabei aber durchaus und ohne Beschädigung voneinander trennbar sein.

[0140] Weiter ist festzuhalten, dass die Auslegung des verwendeten Motors jeweils auf die konkrete Anwendung abzustimmen ist. Je nach Grösse, Gewicht und der benötigten Drehzahlen des Entfeuchtungsrotors kann der Antrieb entsprechend optimiert werden. Er kann beispielsweise auf eine höhere Drehzahl bei geringerem Drehmoment oder aber auch für ein hohes Drehmoment und geringe Drehzahlen abgestimmt werden.

[0141] In den Figuren nicht dargestellt ist ein ggf. vorhandener Frequenzumrichter, der den Betrieb der Entfeuchtungsanlage mit unterschiedlichen Drehzahlen des Entfeuchtungsrotors ermöglicht. Ebenfalls nicht dargestellt ist jeweils die Steuerung, welche unter anderem beispielsweise die Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl des Entfeuchtungsrotors übernimmt, wobei eine Vielzahl von Parametern und Messwerten wie beispielsweise die aktuellen Temperaturen, Feuchtigkeitsgehalte der zugeführten Luft, der Regenerationsluft und/oder des zu verarbeitenden Produkts berücksichtigt werden kann. Ebenso lassen sich mit einem Frequenzumrichter und einer entsprechenden Steuerung unterschiedliche Betriebszustände realisieren. So kann der Entfeuchtungsrotor für dessen Montage oder für Wartungsarbeiten beispielsweise in einer bestimmten Position gehalten werden.

[0142] Auch nicht dargestellt in den Figuren ist jeweils die Stromversorgung der Motoren. Diese erfolgt auf einfache Art und Weise mittels entsprechender Stromkabel, die in das Gehäuse der Entfeuchtungsvorrichtung und dort zu dem Motor geführt werden. Das Stromkabel wird dabei vorzugsweise in die Träger integriert und durch eine Öffnung im Träger, die sich im Bereich des Motors befindet, diesem direkt zugeführt. Bei den im Entfeuch-

tungsrotor integrierten Motoren kann das Stromkabel auch durch die Achse bzw. Welle hindurch in den Entfeuchtungsrotor und zum Motor geführt werden. Durch verdeckte, die integrierte Zuführung des Stromkabels kann verhindert werden, dass die verschiedenen Luftströme in Kontakt mit der Stromversorgung des Motors gelangen.

[0143] Wie beschrieben sind bei sämtlichen Ausführungsbeispielen Lager vorgesehen, typischerweise Rotationslager, welche die durch den Entfeuchtungsrotor entstehenden Kräfte aufnehmen. Je nach Anwendung kann allerdings auch auf derartige Lager verzichtet werden, da die Lagerung des Entfeuchtungsrotors auch durch den Motor 34 übernommen werden kann, beispielsweise in Form von Magnetlagern. Dies ist insbesondere dann möglich, wenn der Entfeuchtungsrotor ein geringes Gewicht aufweist.

[0144] Zusammenfassend ist festzustellen, dass es die Erfindung ermöglicht, eine Entfeuchtungsvorrichtung zu schaffen, welche gegenüber den bekannten Entfeuchtungsvorrichtungen eine erhöhte Dichtigkeit aufweist, sodass Abrieb oder andere Verschmutzungen nicht oder nur in deutlich reduziertem Ausmass in die Luftströme innerhalb der Entfeuchtungsvorrichtung eindringen können. Auch die verschiedenen Luftströme innerhalb der Anlage sind so besser voneinander getrennt und die Anlage kann effizienter betrieben werden. Je nach Ausführung kann zudem ein unerwünschter Abrieb praktisch eliminiert werden.

Patentansprüche

1. Entfeuchtungsvorrichtung zur Reduktion eines Wasseranteils eines gasförmigen Stoffes, insbesondere Luft, umfassend ein Gehäuse (25, 26) mit einem Strömungspfad, welcher von dem gasförmigen Stoff durchströmbar ist, ein im Strömungspfad angeordnetes Entfeuchtungselement (13) zur Aufnahme von Wasser aus dem gasförmigen Stoff und einen Antrieb (34) mit einem rotierbaren Antriebselement (37), wobei das Entfeuchtungselement (13) mit dem Antriebselement (37) um eine Rotationsachse (30) rotierbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb (34) derart angeordnet ist, dass eine Antriebskraft des Antriebs (34) vom Antriebselement (37) in einem Zentrum des Entfeuchtungselement (13) auf dieses übertragbar ist.
2. Entfeuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Rotationsachse des Antriebselement (37) ko-axial zur Rotationsachse (30) des Entfeuchtungselement (13) ausgerichtet ist.
3. Entfeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 2, wobei die Antriebskraft vom Antriebselement (37) symmetrisch in Bezug auf die Rotationsachse (30) des Entfeuchtungselement (13) vom
4. Entfeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 3, wobei das Entfeuchtungselement (13) rotationssymmetrisch bezüglich der Rotationsachse (30) ausgebildet.
5. Entfeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4, wobei das Entfeuchtungselement (13) zur Aufnahme des Wassers ein Sorptionsmittel, insbesondere ein Adsorptionsmittel, umfasst.
- 10 6. Entfeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5, wobei der Antrieb als Direktantrieb (34) ausgebildet ist.
- 15 7. Entfeuchtungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Direktantrieb (34) einen Elektromotor mit einem Stator (36) und einem Rotor (37) umfasst, der Stator (36) mit dem Gehäuse (31, 25, 26) und der Rotor (37) als Antriebselement mit dem Entfeuchtungselement (13) verbunden ist.
- 20 8. Entfeuchtungsvorrichtung nach Anspruch 7, umfassend einen steuerbaren Frequenzumrichter für einen Betrieb des Direktantriebs (34) mit einer steuerbaren Drehzahl sowie eine Steuerung zur Steuerung des vom Frequenzumrichter erzeugten Energieversorgungssignals.
- 25 9. Entfeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7-8, wobei der Elektromotor (34) als Drehmomentmotor ausgebildet ist.
- 30 10. Entfeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7-9, wobei der Rotor (37) Permanentmagnete umfasst.
- 35 11. Entfeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 - 10, wobei das Entfeuchtungselement (13) als Rad ausgebildet und der Rotor (37) mit einer Nabe des Rades verbunden ist.
- 40 12. Entfeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 11, wobei sie eine Lageranordnung (33) umfasst zur Rotationslagerung des Entfeuchtungselement (13).
- 45 13. Entfeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 12, wobei sie einen Ventilator umfasst zur Beförderung des gasförmigen Stoffes entlang des Strömungspfades.
- 50 14. Verfahren zur Reduktion eines Wasseranteils eines gasförmigen Stoffes, insbesondere Luft, wobei ein Strömungspfad von dem gasförmigen Stoff durchströmt und von einem in dem Strömungspfad ange-

Antriebselement (37) auf das Entfeuchtungselement (13) übertragbar ist.

- 55
- 13
- 14

ordneten Entfeuchtungselement (13) Wasser aus dem gasförmigen Stoff aufgenommen wird, wobei das Entfeuchtungselement (13) mit einem Antrieb (34) um eine Rotationsachse (30) rotiert wird, **da-durch gekennzeichnet, dass** eine Antriebskraft 5 des Antriebs (34) in einem Zentrumsbereich des Entfeuchtungselement (13) auf das Entfeuchtungselement (13) übertragen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Entfeuchtungselement (13) mit einem Direktantrieb (34) um die Rotationsachse rotiert wird. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

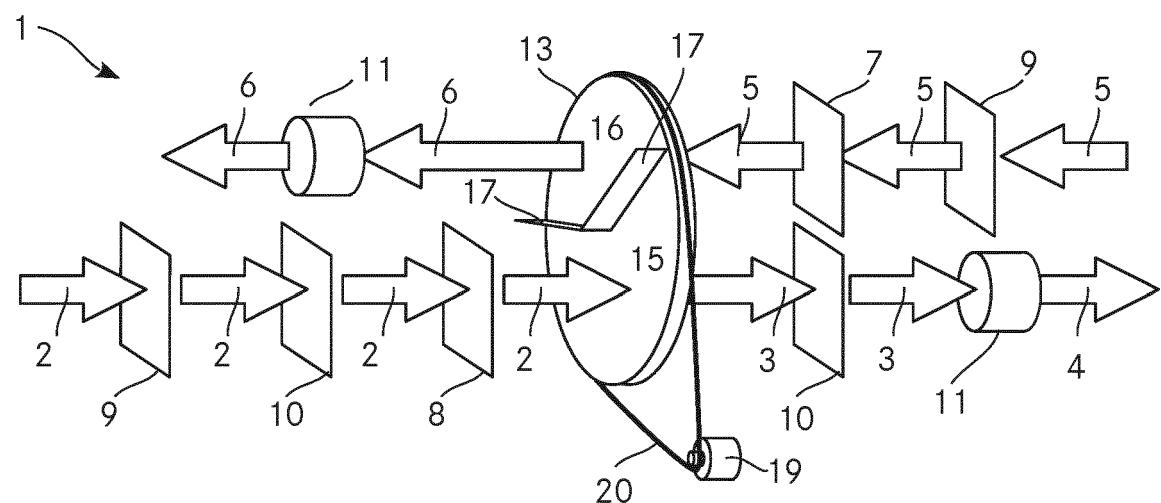


Fig. 1

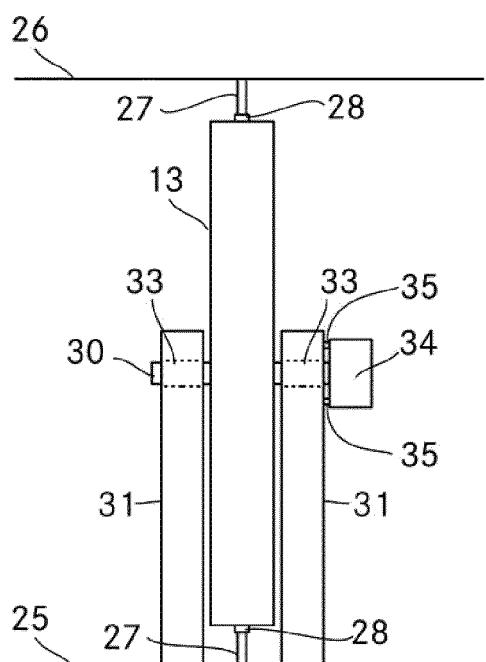


Fig. 2

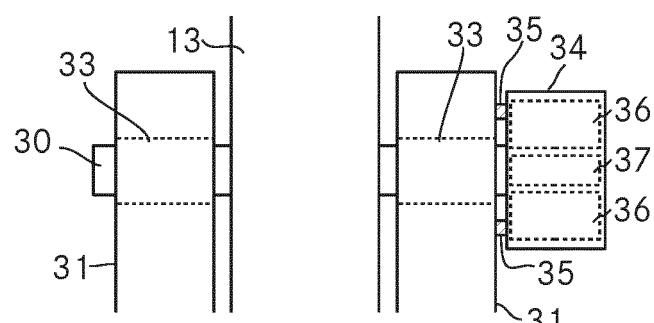


Fig. 3

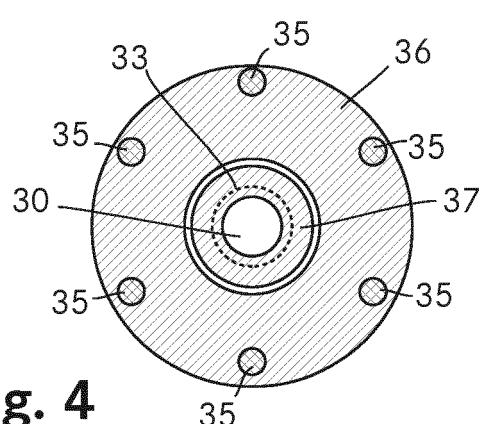


Fig. 4

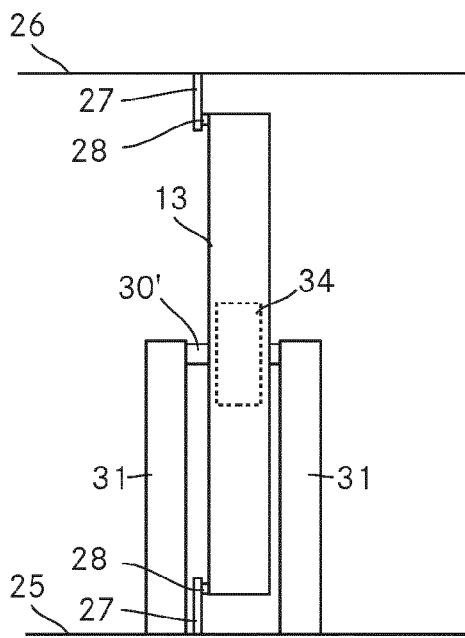


Fig. 5

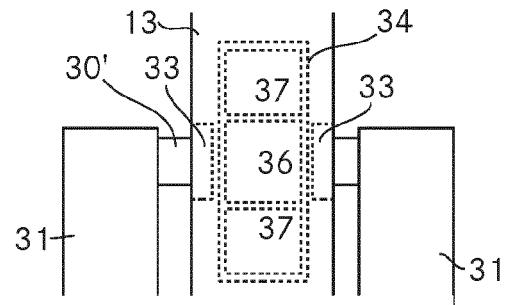


Fig. 6

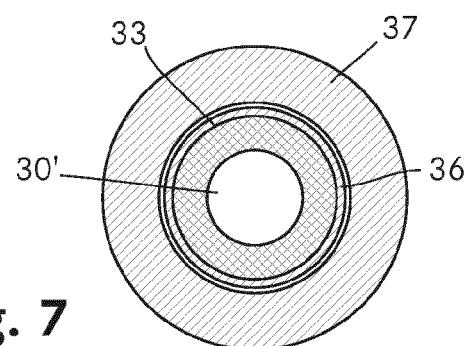


Fig. 7

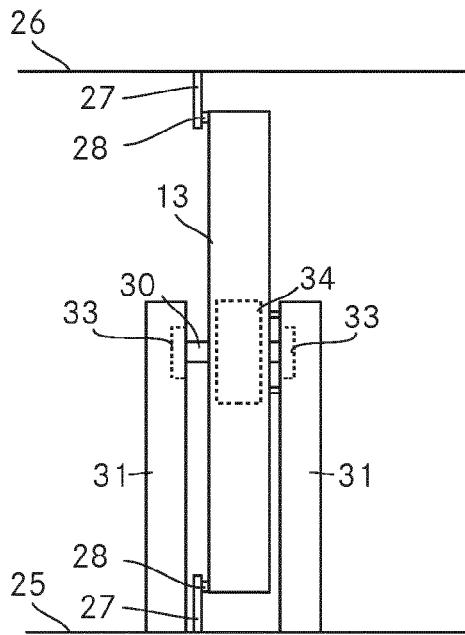


Fig. 8

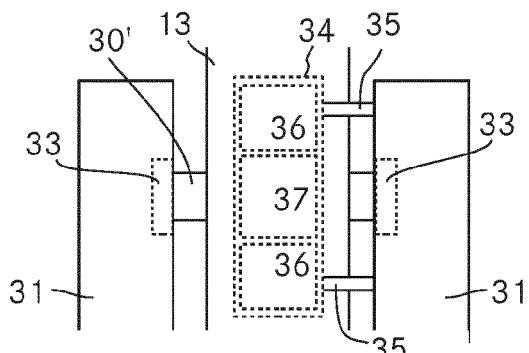


Fig. 9

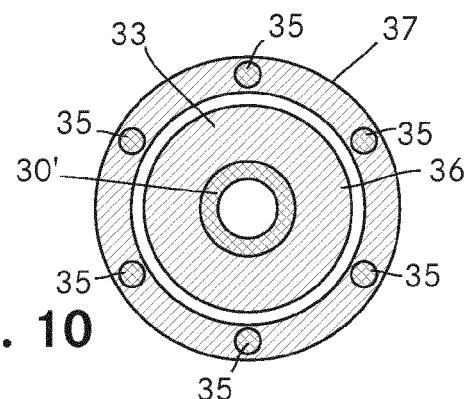


Fig. 10

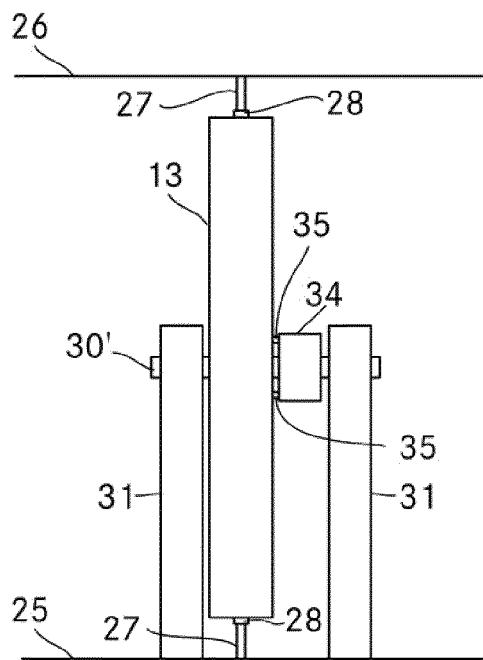


Fig. 11

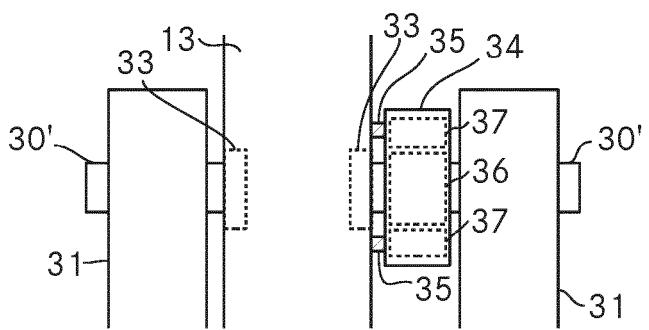


Fig. 12

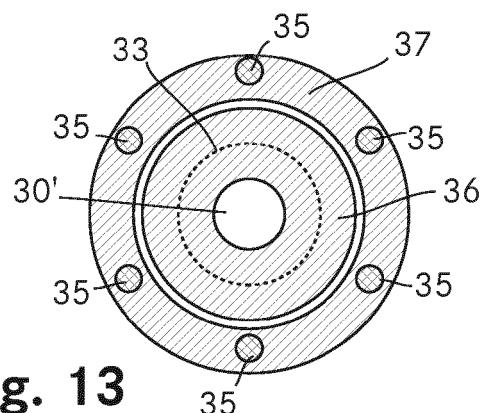


Fig. 13

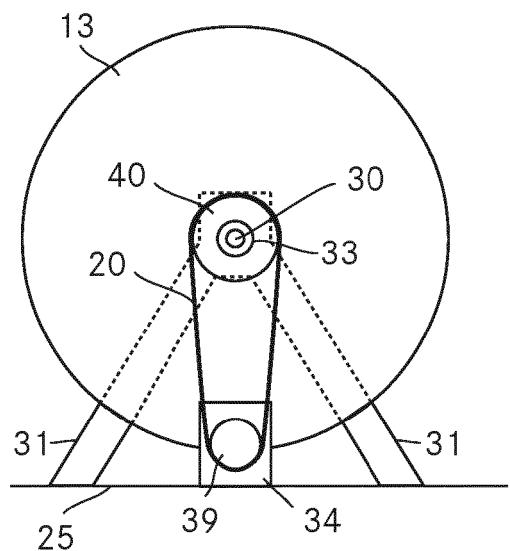


Fig. 14

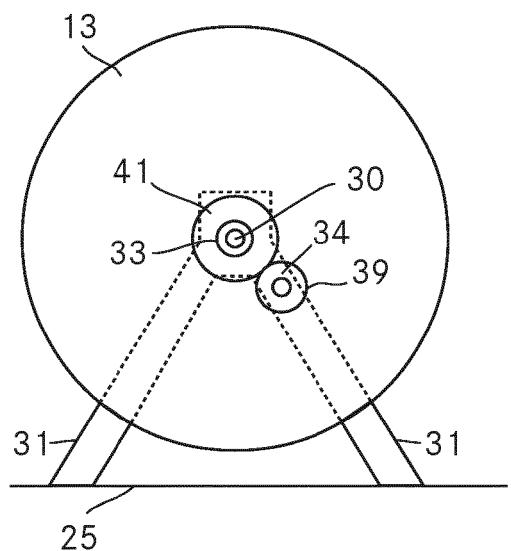


Fig. 15



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 19 19 1097

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X JP 2001 289464 A (SHARP KK) 19. Oktober 2001 (2001-10-19) * Zusammenfassung; Abbildungen 2,5 *	1-11, 13-15	INV. F24F3/14
15	X JP 2001 137325 A (DAIKIN IND LTD) 22. Mai 2001 (2001-05-22) * Zusammenfassung; Abbildung 11 *	1-15	
20	X CN 1 265 733 A (EBARA CORP [JP]) 6. September 2000 (2000-09-06) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
25			
30			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35			F24F
40			
45			
50	1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 4. Februar 2020	Prüfer Decking, Oliver
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 19 19 1097

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.

04-02-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	JP 2001289464 A	19-10-2001	KEINE		
20	JP 2001137325 A	22-05-2001	KEINE		
25	CN 1265733 A	06-09-2000	CN 1265733 A	06-09-2000	
30		JP 2971843 B2	JP 2971843 B2	08-11-1999	
35		JP H11118192 A	JP H11118192 A	30-04-1999	
40		US 6318106 B1	US 6318106 B1	20-11-2001	
45		WO 9919675 A1	WO 9919675 A1	22-04-1999	
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 Patentdokumente

- US 2017227241 A1 **[0020]**
- US 20070273240 A1 **[0021]**