

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 154/2019
(22) Anmeldetag: 30.04.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2020

(51) Int. Cl.: **F24F 3/14** (2006.01)
F24F 3/16 (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)
B01F 5/00 (2006.01)

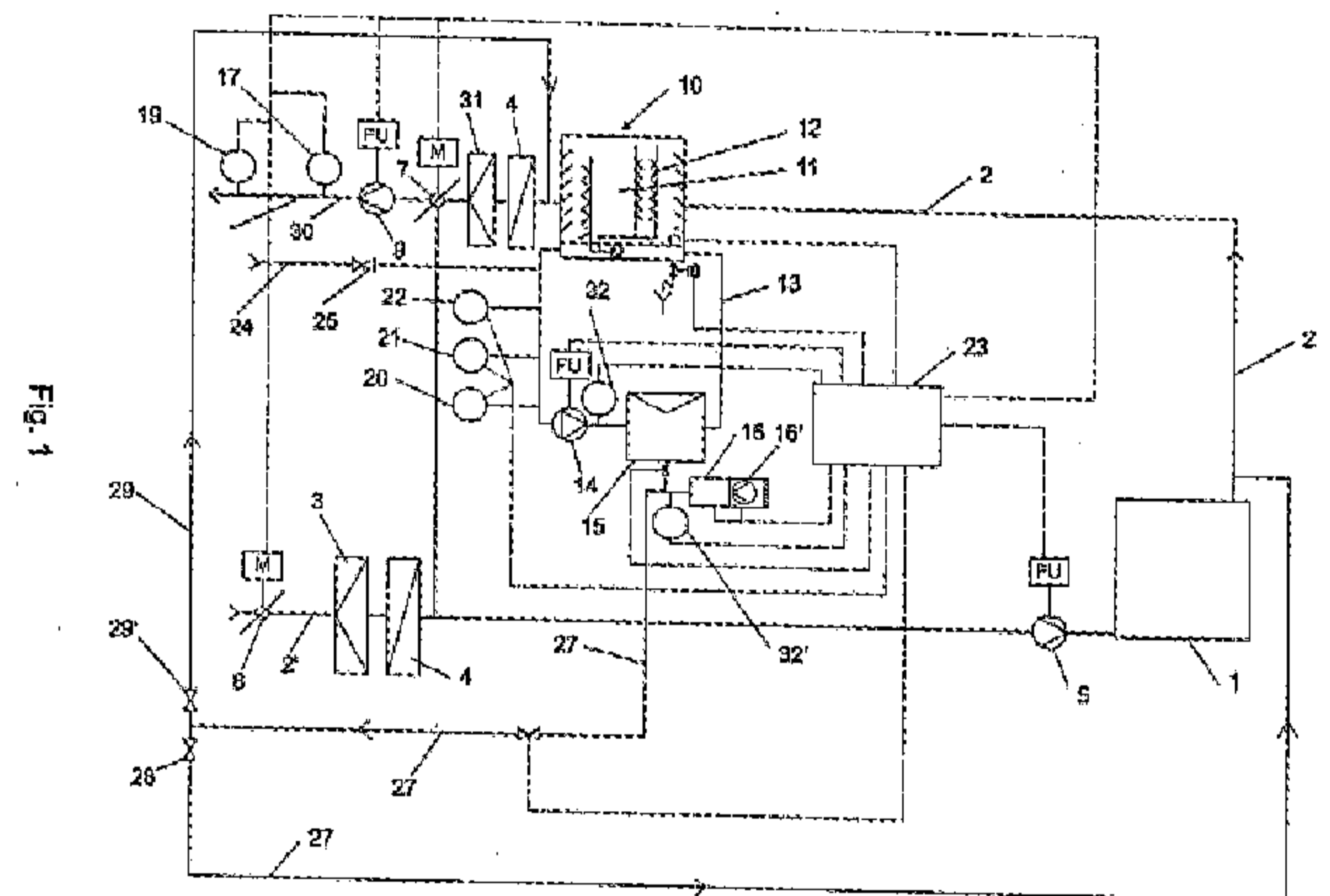
(56) Entgegenhaltungen:
JP H08281039 A
US 4614596 A
US 4599166 A
DE 69301457 T2

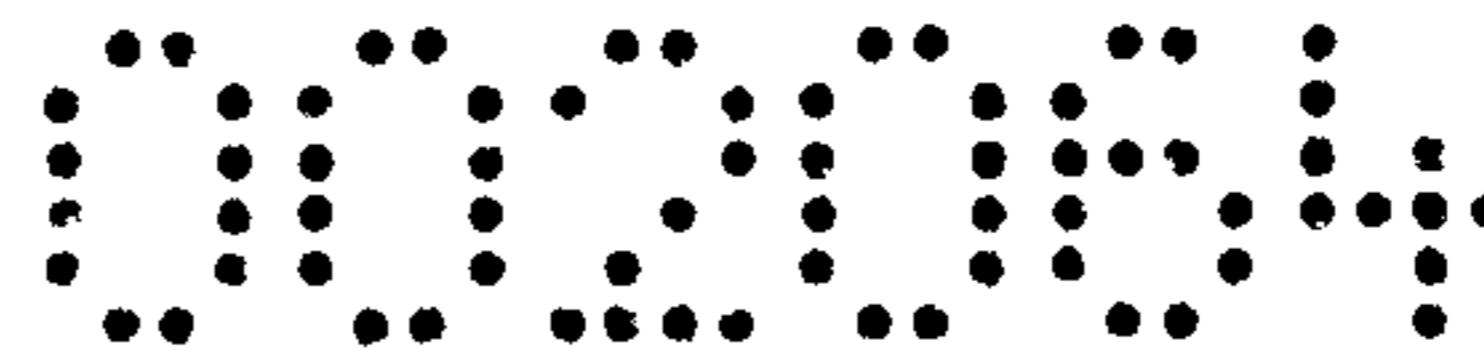
(71) Patentanmelder:
Koch Peter Ing.
7423 Pinkafeld (AT)

(74) Vertreter:
Haffner und Keschmann Patentanwälte GmbH
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren zur Reinigung bzw. Wäsche von Luft unter Verwendung einer Sprühkammer**

(57) Bei einem Verfahren zur Reinigung bzw. Wäsche von Luft unter Verwendung einer Sprühkammer, durch welche die zu reinigende Luft hindurch geleitet wird und in der durch Versprühen von Wäscherwasser ein Sprühnebel erzeugt wird, der geeignet ist, Verunreinigungen der zu reinigenden Luft aufzunehmen, wobei das Wäscherwasser nach dem Versprühen gesammelt, einem Regenerationsschritt in einem Regenerationskreislauf unterworfen und der Sprühkammer erneut zum Versprühen zugeführt wird, umfasst der Regenerationsschritt die Zugabe von Ozon in einen Wirbelkammerreaktor.

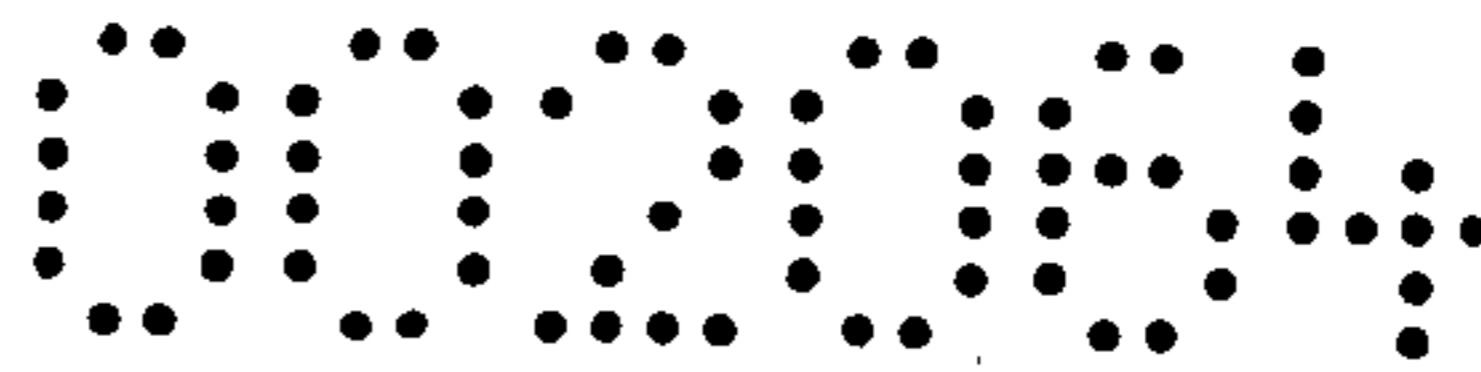




Zusammenfassung:

Bei einem Verfahren zur Reinigung bzw. Wäsche von Luft unter Verwendung einer Sprühkammer, durch welche die zu reinigende Luft hindurch geleitet wird und in der durch Versprühen von Wäscherwasser ein Sprühnebel erzeugt wird, der geeignet ist, Verunreinigungen der zu reinigenden Luft aufzunehmen, wobei das Wäscherwasser nach dem Versprühen gesammelt, einem Regenerationsschritt in einem Regenerationskreislauf unterworfen und der Sprühkammer erneut zum Versprühen zugeführt wird, umfasst der Regenerationsschritt die Zugabe von Ozon in einen Wirbelkammerreaktor.

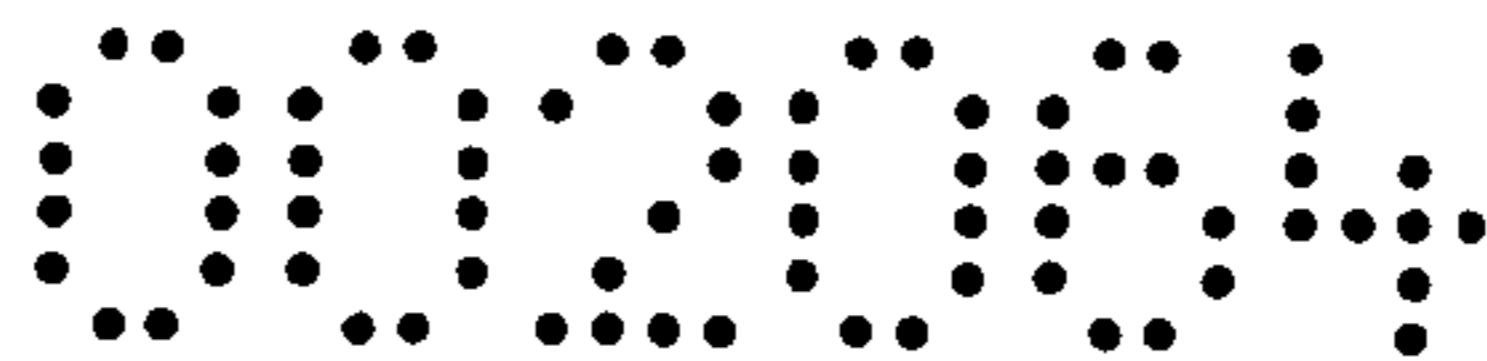
(Fig. 1)



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung bzw. Wäsche von Luft unter Verwendung einer Sprühkammer, durch welche die zu reinigende Luft hindurch geleitet wird und in der durch Versprühen von Wäscherwasser ein Sprühnebel erzeugt wird, der geeignet ist, Verunreinigungen der zu reinigenden Luft aufzunehmen, wobei das Wäscherwasser nach dem Versprühen gesammelt, einem Regenerationsschritt in einem Regenerationskreislauf unterworfen und der Sprühkammer erneut zum Versprühen zugeführt wird, sowie eine entsprechende Vorrichtung.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung bezeichnet der Begriff „Luft“ ein gasförmiges Medium, im allgemeinen Sprachgebrauch Luft, die ggf. aus geschlossenen Räumen abgezogen und wieder rückgeführt oder diesen Räumen aus der Umgebung zugeführt wird, oder Luft, die abgezogen und als Fortluft in die Umwelt ausgestoßen wird. Der Begriff „Luft“ ist im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung nicht zwangsläufig als Atemluft zu verstehen, sondern kann auch als chemisch und biologisch hochbelastete Prozessluft verstanden werden, die mit dem Verfahren und der Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung gereinigt wird, um sich als Atemluft zu qualifizieren oder zumindest chemisch und biologisch so gering belastet ist, dass sie als Fortluft in die Atmosphäre entlassen werden kann.

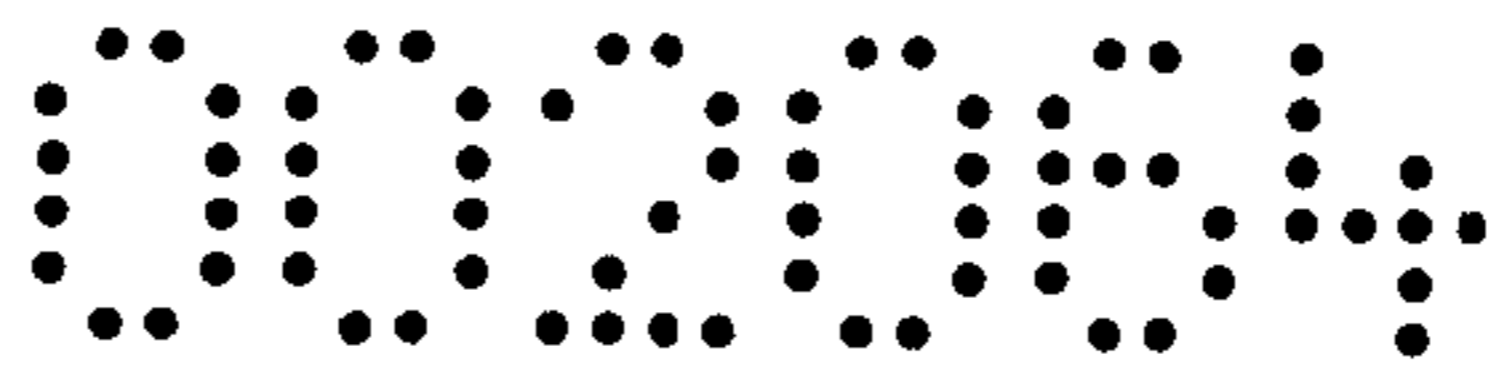
Verfahren und Vorrichtungen zur Luftwäsche sind im Stand der Technik bereits bekannt, wobei unter Luftwäsche das Vorgehen verstanden wird, dass verunreinigte Luft bspw. aus Klimaanlageanlagen sowie Abluft durch eine Sprühkammer geleitet wird, in der Wasser versprüht und/oder zerstäubt wird, wodurch es zu einer Befeuchtung der Luft und einer Niederschlagung von Staubpartikeln, Rußpartikeln und ggf. Bakterien sowie anderen Krankheitserregern kommt. Während die Luftwäsche zur



Entfernung von Staubpartikeln und im Besonderen auch von Feinstaub in höchstem Maße geeignet ist und hervorragende Resultate liefert, wird sie zur Reinigung von Zuluft kaum mehr eingesetzt. Dies liegt darin begründet, dass etwa ab den 1980er Jahren Bedenken hinsichtlich der Hygiene von Luftwäschern aufgekommen sind. In der Tat wird das Wäscherwasser aus der Sprühkammer gesammelt und regeneriert, um dem Luftwäscher erneut zugeführt werden zu können, was ohne Augenmerk auf die Hygienisierung und Desinfektion des regenerierten Wassers tatsächlich ein erhebliches hygienisches Risiko birgt. Der Luftwäscher, so er hygienisch einwandfrei funktioniert, ersetzt nicht nur die zweite Filterstufe, die üblicherweise erforderlich ist, sondern er befeuchtet und kühlt gleichzeitig und kann so über das gesamte Jahr energetisch günstig eingesetzt werden. Üblicherweise wird heute auf aufwendige Wasseraufbereitung mit RO-Wassertechnik und Hochdruckdüsen zurückgegriffen, was nicht nur teuer ist, sondern auch im Betrieb keine dauerhaft hygienischen Bedingungen sicherstellen kann. RO-Wasser ist darüber hinaus sehr anfällig für Verkeimung.

Zur Reinigung und Desinfektion des im Kreis geführten Wäscherwassers für Luftwäscher wurden daher verschiedene andere Ansätze verfolgt, die jedoch zumeist mit einem hohen Energieaufwand und/oder einem hohen chemischen Aufwand und damit einhergehend mit hohen Wartungskosten der entsprechenden Anlagen verbunden sind.

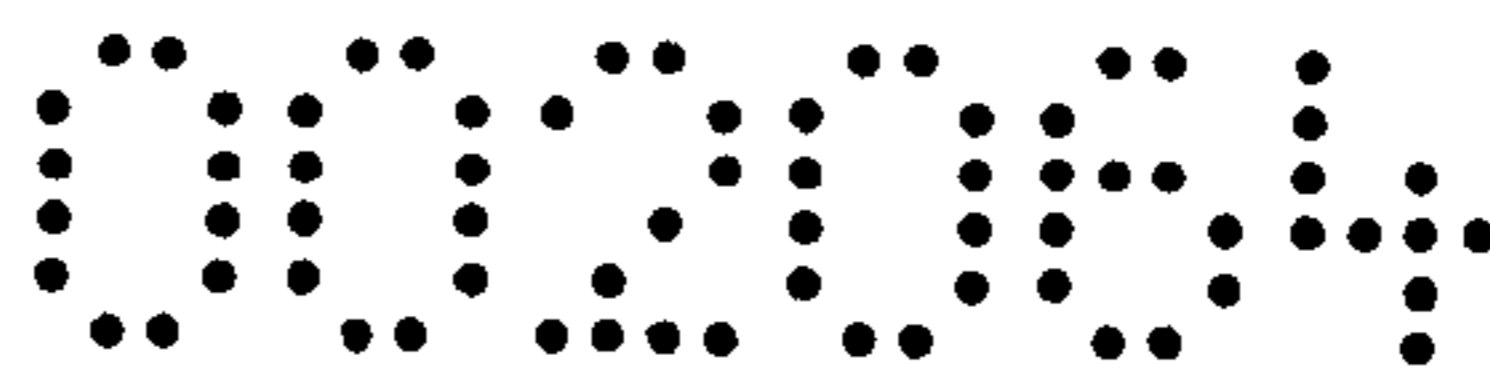
In der EP 25 157 B1 ist ein Verfahren zur Luftwäsche in Klimaanlage offenbart, bei dem das Wäscherwasser im Umwälzkreis mit Ozon behandelt wird. Ozon ist als hochwirksames Desinfektionsmittel bekannt und wurde gemäß der EP 25 157 B1 aus einem Ozonerzeuger in eine Mischkammer mit



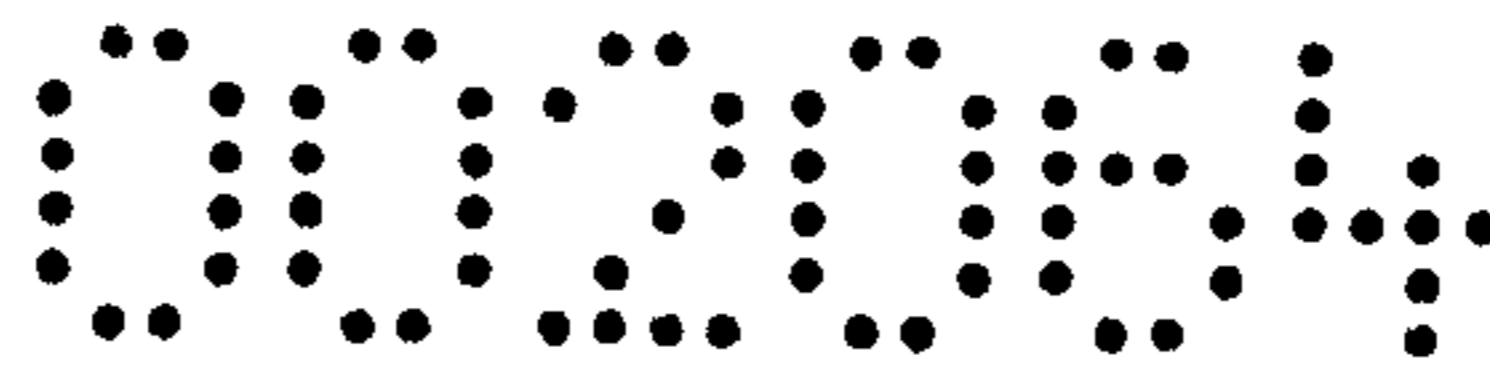
Schikanen abgegeben, wobei zur Vermeidung von unzulässig hohen Ozonbelastungen aufgrund von ausgasendem Ozon in der aus diesem System abgegebenen Luft das Wäscherwasser mit einem Halogen versetzt wurde. Während das Verfahren gemäß der EP 25 157 B1 für normal belastete Luftströme durchaus zufriedenstellend funktioniert, werden für hochbelastete Luftströme und insbesondere für Luftströme mit Keimbelastung in sensiblen Bereichen, wie z.B. Krankenhäusern, erhöhte Hygieneanforderungen an Klimaanlage gestellt, die mit den bisher bekannten Verfahren zur Hygienisierung von Luftwäschern nicht erfüllt werden können, ohne aufwendige zusätzliche Hygienemaßnahmen wie Bestrahlung mit UV-C-Licht, Mikrofiltration, chemische und/oder Hochfrequenzbehandlung einzusetzen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Ozonbehandlungsverfahren für Luftwäscher gemäß der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass auch höchsten Hygieneansprüchen Genüge getan wird, ohne jedoch die energetisch aufwendigen und mit hohen Wartungskosten verbundenen genannten ergänzenden Hygienisierungsverfahren und -maßnahmen anzuwenden.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Verfahren der eingangs genannten Art daher erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass der Regenerationsschritt die Zugabe von Ozon in einen Wirbelkammerreaktor umfasst. Die Zugabe von Ozon in einen Wirbelkammerreaktor sorgt durch den zentralen Kernwirbel bzw. die Kernsäule in einem solchen Reaktor für eine besonders gute Durchmischung des Ozons mit dem Wasser und erhöht dadurch die desinfizierende Wirkung des Ozons. Die starken Reibungen der Moleküle in der Kernsäule führen zu den Effekten der veränderten Oberflächenspannung und Viskosität und durch die

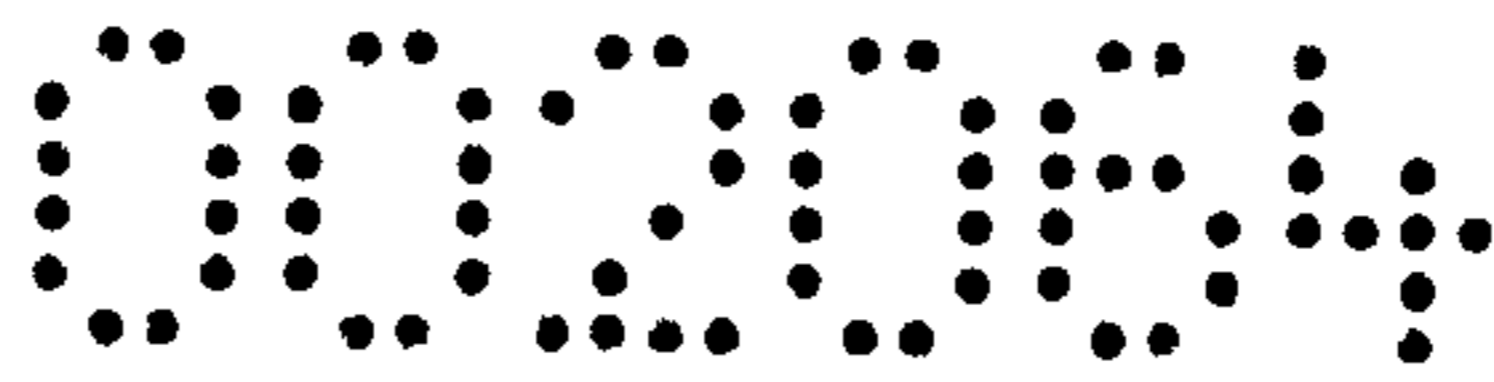


Beigabe von CO₂ aus freier Luft steigt der PH Wert auf über pH 9 und der gelöste Kalk (Carbonathärte) wandelt sich in kolloide Form. Dadurch, dass das Ozon besser in Lösung geht, wird die Bildung von Hydroxyl-Radikalen gefördert, bevor dieses aus dem Wasser ausgast, sodass zum Einen Bakterien und andere Keime im Wäscherwasser über eine längere Zeit einer höheren Ozondosis ausgesetzt sind und zum Anderen insbesondere im Luftwäscher höhere Ozondosen erzielt werden. Dies beeinflusst wiederum die Desinfektionsleistung im Wäscherwasser positiv. Weiters kommen auch weitere Installationen einer Klimaanlage, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Luftwäsche arbeiten, mit dem ausgasenden bzw. ausgegastem Ozon in Kontakt, sodass auch Teile der Klimaanlage, die nicht unmittelbar den Luftwäscher betreffen, also Rohrleitungen für Raumluft, Gebläse, Luftbefeuchter, Erhitzer, Kühler und ähnliches, desinfiziert und Bakterienwachstum und anderweitige Keimbelastung wirkungsvoll eliminiert und hintangehalten werden. Ozon gelangt hierbei in erwünschter Weise auch in den zu belüftenden Raum, wo es ebenfalls seine desinfizierende Wirkung entfalten kann. Im Falle der Reinigung von Abluft, beispielsweise aus Industriebetrieben oder landwirtschaftlichen Betrieben, Käsereien, Molkereien und dergleichen sowie zur Geruchsbeseitigung aus Küchenabluft, die in hohem Maße mit organischen Gift- und/oder Geruchsstoffen belastet sein kann sowie zum Ersatz von Biofilteranlagen kann bei entsprechend hoher Ozonkonzentration eine hocheffiziente Reinigung und Geruchsbeseitigung erreicht werden. Gleichzeitig werden problematische Stoffe wie Geruchs- und Giftstoffe sowie Fette im Waschwasser durch die Wirkung des Ozons eliminiert. Das beim erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte Ozon wird bevorzugt aus Sauerstoff unter Verwendung von Molekularsieben



erzeugt, wodurch ein Oxidationsumfeld gesorgt ist, welches frei von NO_x ist.

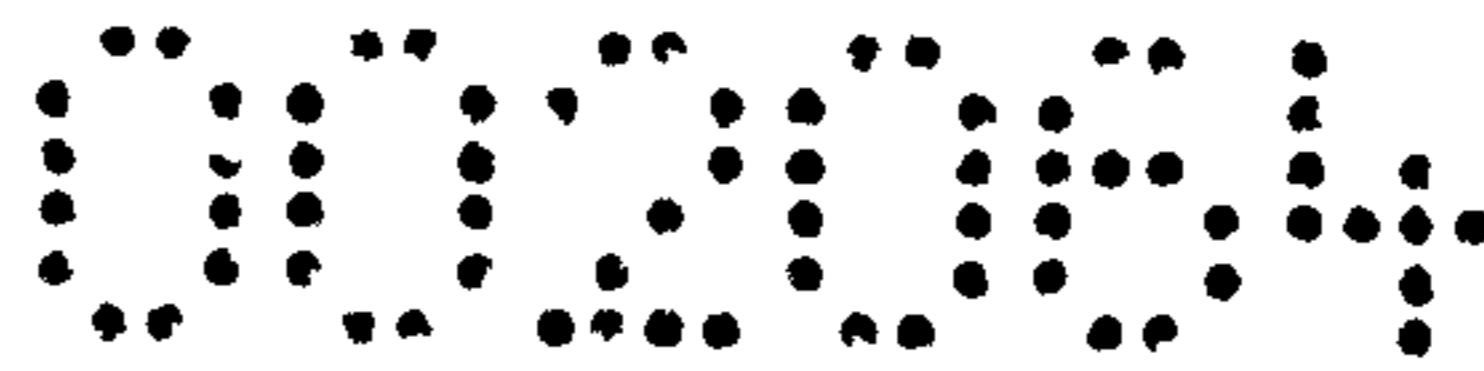
Die desinfizierende und reinigende Wirkung im Wäscherwasser wird bei der erfindungsgemäßen Verwendung eines Wirbelkammerreaktors verbessert, da es hierbei zu einer besonders günstigen Vermischung des Wassers mit dem Gas und damit zu einer Veränderung der Oberflächenspannung und der Viskosität und damit einhergehend zu einer verbesserten Wirkung des Ozons im Wasser kommt. Dies basiert vermutlich auf im Wirbelkammerreaktor auftretenden Scherkräften, die bewirken, dass große Teile des eingebrachten Ozons schneller in OH-Radikale umgewandelt werden und dadurch ein zu rasches Ausgasen verhindert wird. Zusätzlich wird durch die im Wirbelkammerreaktor eventuell auftretenden Kavitationen ein zusätzlicher Reinigungs- und Desinfektionseffekt hinsichtlich Mikroorganismen erzielt. Die im Wirbelkammerreaktor auftretende Mikrobblasenbildung und die dadurch erzielte gezielte Vermischung des Ozons mit dem Fluid führt zu einer Verringerung der Oberflächenspannung und der Viskosität des Fluids. Durch den hohen pH-Wert (z.B. $\text{pH} > 9$) wird zusätzliche Waschgüte erzeugt. Die physikalische Veränderung des Wassers führt zu einer verbesserten Zerstäubung des Wasser und damit einhergehend zu einem verbesserten Auswaschverhalten im Vergleich zu herkömmlichem Wasser, wobei dies im Rahmen der vorliegenden Erfindung ohne eine weitere chemische Behandlung des Wassers gelingt. Durch die erfindungsgemäße Zugabe von Ozon in einen Wirbelkammerreaktor werden langkettige Moleküle wie Kohlenwasserstoffe aufgebrochen und in der Folge abgebaut und Bakterien wie insbesondere Legionellen zerstört. Dies bedeutet eine gegenüber dem Stand der Technik stark verbesserte Reinigungs- und Desinfektionswirkung im Wäscherwasser, die sich auch auf die angeschlossenen



Anlagenteile erstreckt. Insbesondere führt die erfindungsgemäße Zugabe von Ozon zum Abbau und zur Verhinderung der Neubildung von Biofilmen in der Anlage.

Unter einem Wirbelkammerreaktor wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung allgemein eine Einrichtung verstanden, die ausgelegt ist, in geregelter Weise in dem zugeführten Wäscherwasser eine Verwirbelung zu erzeugen, wobei der Wirbelkammerreaktor bevorzugt dazu eingerichtet ist, den Druck in dem durch den Wirbelkammerreaktor strömenden Wäscherwasser von etwa 6 bar Überdruck auf etwa 1 bar Überdruck abzubauen. Unter einem Wirbelkammerreaktor wird im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung weiters ein Reaktor verstanden, der zumindest eine Einlauföffnung und zumindest eine Auslauföffnung für die Flüssigkeit bzw. das Wäscherwasser aufweist, wobei der Reaktor derart ausgebildet ist, dass die eintretende Flüssigkeit auf dem Weg zur Auslauföffnung eine Flüssigkeitssäule ausbildet, in der die Flüssigkeit um die durch die Bewegungsrichtung der Flüssigkeit gebildete Achse rotiert. Die Flüssigkeit bewegt sich also schraubenförmig oder spiralförmig vorwärts. Im Unterschied zu einer Venturidüse, die üblicherweise für die Einbringung von Ozon verwendet wird, wird bei einem Wirbelkammerreaktor zusätzlich eine rotierende Bewegung bereitgestellt.

Der Wirbelkammerreaktor kann bspw. durch eine Kammer gebildet sein, bei der die Flüssigkeit im oberen Bereich eingeleitet und entlang einer Kammerwandung geführt wird, sodass ein mit der Spitze nach unten gerichteter, wandernder Wirbel entsteht. Am unteren Scheitelpunkt, an dem lokal ein Unterdruck im Bereich von 0,7-0,95 bar entsteht, wird dieser Wirbel mit dem Ozon gemischt und anschließend auf der Innenseite eines in die entgegengesetzte Richtung führenden Auslaufrohrs unter

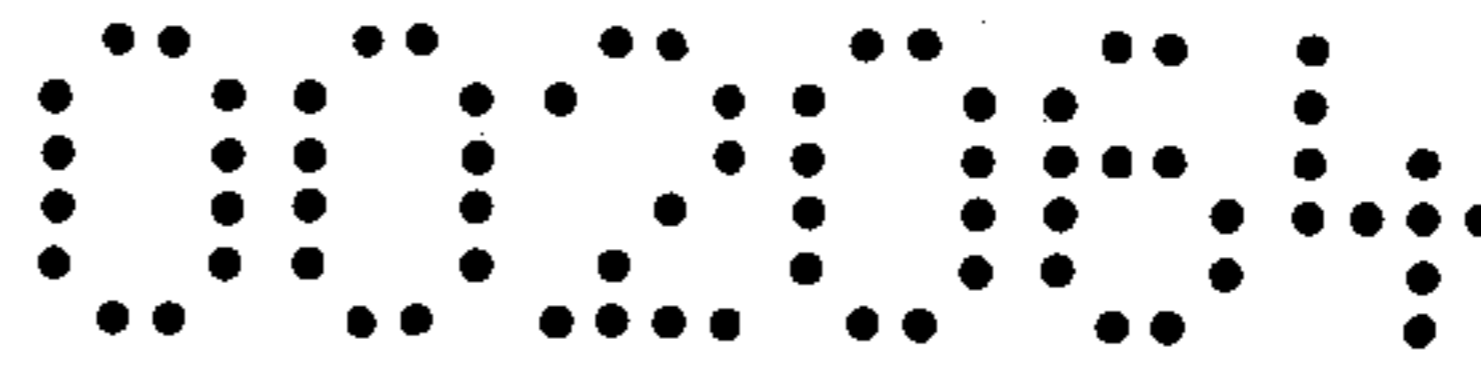


schraubenförmigen oder spiralförmigen Bewegungen nach oben geführt. Durch die schraubenförmigen bzw. spiralförmigen Bewegungen wird eine gute Durchmischung des Ozons mit dem Wasser bewirkt.

Der Wirbelkammerreaktor umfasst bevorzugt eine Lavaldüse. Diese ist bevorzugt in einem Auslaufrohr des Wirbelkammerreaktors, insbesondere nahe an der Eintrittsöffnung des Auslaufrohrs, angeordnet und verbessert die Durchmischung des Wassers mit dem Ozon weiter. Hierbei ist es besonders bevorzugt, wenn die Ozoneinbringung im Bereich der Verengung der Lavaldüse vorgesehen ist. In diesem Bereich entsteht ein Unterdruck, welcher die Durchmischung verbessert. Die Durchflussgeschwindigkeit durch die Düse beträgt bevorzugt mehr als 10 m/s.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführung ist vorgesehen, dass der Wirbelkammerreaktor zumindest zwei Fluidzuläufe aufweist und bevorzugt spiralförmig oder eiförmig ausgebildet ist. Die Fluidzuläufe sind insbesondere so angeordnet, dass das einströmende Fluid jeweils tangential an der Reaktorwand geführt wird, sodass eine schraubenförmige oder spiralförmige Bewegung des Fluids an der Reaktorwand erzielt wird. Dadurch werden innerhalb des Reaktors Reibungskräfte bewirkt, durch welche Verbindungen innerhalb des Fluids aufbrechen und dadurch eine bessere Vermischung mit dem Ozon erzielt wird.

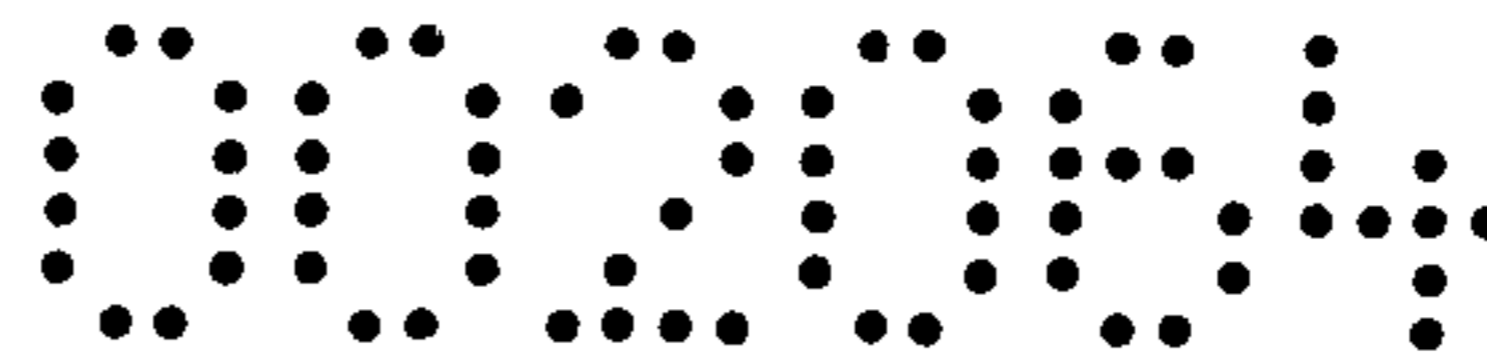
Zur Einstellung der für die effiziente Verwirbelung erforderlichen Druckverhältnisse im Wirbelkammerreaktor ist bevorzugt vorgesehen, dass im Wäscherwasserkreislauf stromaufwärts des Wirbelkammerreaktors eine erste ansteuerbare Pumpe und vorzugsweise (aber nicht unbedingt) weiters eine zweite ansteuerbare Pumpe stromabwärts des



Wirbelkammerreaktors angeordnet ist. Bei der ersten Pumpe handelt es sich in vorteilhafter Weise um eine druckgesteuerte Pumpe, wobei diese dazu dient, die für die Verwirbelung erforderlichen Druckniveaus bereitzustellen. Die zweite (optional) vorgesehene Pumpe dient dazu, die der Sprühkammer zugeführte Wassermenge genau einzustellen.

Es sind verschiedene Ausführungsformen von Wirbelkammerreaktoren bekannt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird jedoch ein Wirbelkammerreaktor der Art umfassend ein Gehäuse mit einer rotationssymmetrischen, im Längsschnitt bevorzugt im Wesentlichen herzförmigen Wirbelkammer, weiters umfassend zumindest einen tangential in die Wirbelkammer mündenden Zufluss und ein mit einem Aufnahmeende axial in die Wirbelkammer eintauchendes Abflussrohr für das zu behandelnde Medium eingesetzt. Diese Art von Wirbelkammerreaktor wird bereits zur Abwasserreinigung verwendet und kann ohne großen Aufwand zur Zugabe des Ozons in das Wäscherwasser modifiziert werden. Der notwendige Unterdruck tritt bei dieser Bauart an der Eintrittsstelle einer Lavalldüse des Wirbelkammerreaktors auf und führt zu einer optimalen Vermischung des Ozons mit dem Wasser. Wirbelkammerreaktoren dieser Bauart können als betriebssicher bei sehr geringem Betriebsaufwand angesehen werden und zeichnen sich durch eine kompakte Bauart aus, wodurch sie relativ einfach in die Wasseraufbereitung bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens integriert werden können.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt die Zugabe von Ozon mittels einer Zugabevorrichtung am Aufnahmeende des Abflussrohrs, d.h. am in Richtung des Wirbelstroms betrachtet unteren Ende des

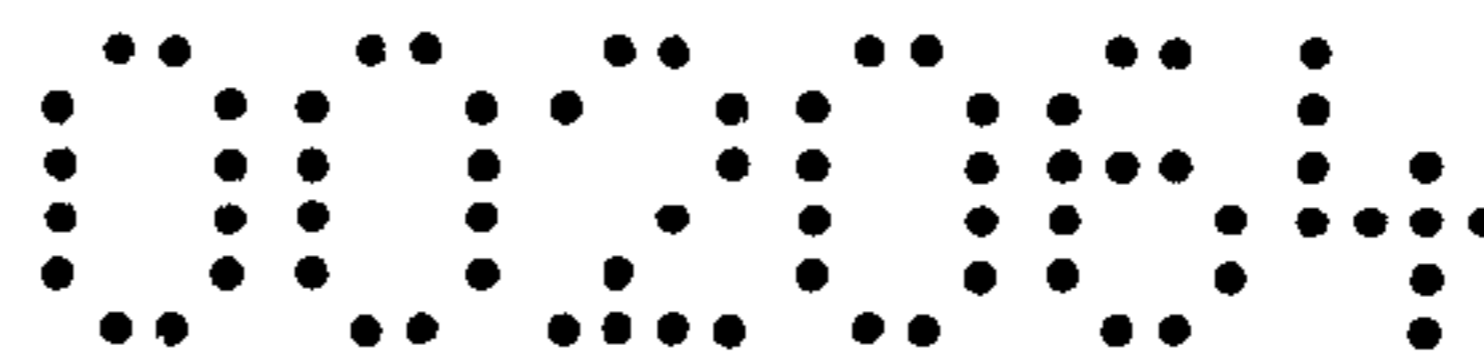


Wirbelkammerreaktors, was baulich leicht zu realisieren ist.

Bevorzugt kann das erfindungsgemäße Verfahren dahingehend weitergebildet sein, dass stromaufwärts der Zugabe von Ozon im Regenerationsschritt der pH-Wert, der Leitwert und/oder das Redoxpotential gemessen und davon abhängig die Beimengung von Ozon gesteuert wird, was moderne Einrichtungen zur Messung und Steuerung und Regelung des erfindungsgemäßen Verfahrens voraussetzt. Das Redoxpotential wird bevorzugt bei Werten >600 mV gehalten, um den Erfordernissen der Wasserhygienisierung gemäß der Trinkwasserverordnung zu entsprechen.

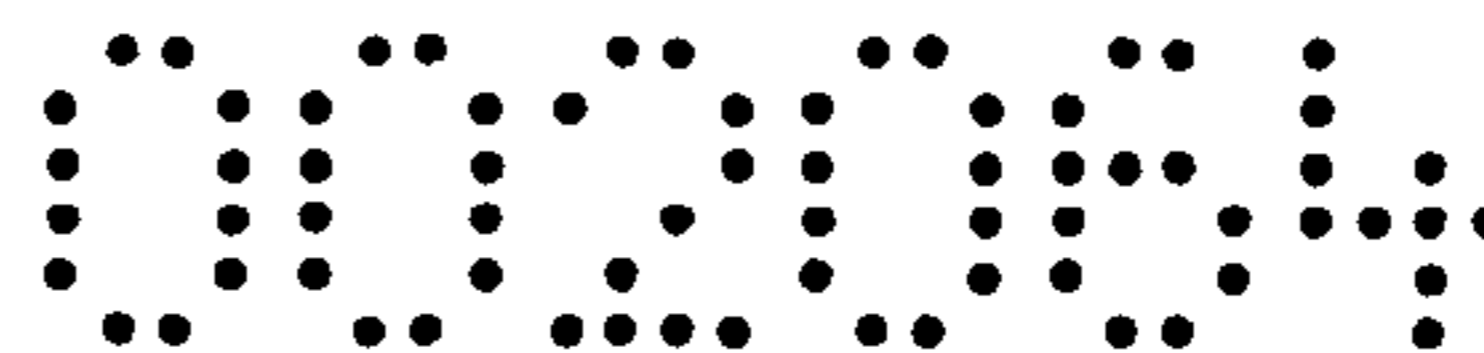
Die genannten Einrichtungen zur Messung, Steuerung und Regelung des erfindungsgemäßen Verfahrens können auch dahingehend genutzt werden, dass die Zugabe von Ozon unter Berücksichtigung einer aufgrund von aus dem Wäscherwasser nach dem Regenerationsschritt ausgasendem Ozon zu erwartenden Konzentration von Ozon in der Raumluft geregelt wird, wie dies einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht. Die zu erwartende Konzentration von Ozon in der Raumluft ist hierbei von der eingebrachten Ozonmenge, vom Dampfdruck des Ozons bei einer bestimmten Temperatur in der Anlage sowie weiteren chemischen und physikalischen Faktoren abhängig und kann mit Hilfe computergestützter Steuerungs- und Regelungsalgorithmen abgeschätzt werden. Die Zugabe von Ozon kann in der Folge abhängig von dieser Schätzung eingestellt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird alternativ oder zusätzlich dermaßen vorgegangen, dass die Zugabe von Ozon unter Berücksichtigung einer aufgrund von aus dem Wäscherwasser nach dem Regenerationsschritt ausgasendem Ozon gemessenen Konzentration von Ozon in der Raumluft geregelt



wird. Dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung werden somit auch Messwerte von Ozongehalten in der Raumluft zur Verfügung gestellt, sodass die Steuerung und Regelung der Zugabe von Ozon entsprechend eingestellt werden kann. Die Regelung auf der Grundlage von gemessenen Konzentrationen von Ozon in der Raumluft kann hierbei für sich alleine ausgeführt werden oder aber auch zur Einstellung und Korrektur der zuvor genannten Regelung der Zugabe von Ozon auf der Grundlage von zu erwartenden Konzentrationen von Ozon in der Raumluft herangezogen werden. Hierbei erfolgt eine rechnerische Rückkopplung der beiden Steuerungs- und Regelungsansätze, was zu einer feinfühligsten Steuerung und Regelung der Zugabe von Ozon führt. Vom Gesetzgeber geforderte Höchstwerte von Ozon in der Raumluft und insbesondere Höchstwerte von 50 ppb oder niedriger, beispielsweise 30 ppb, können auf diese Weise zuverlässig eingehalten werden, um eine Gefährdung von Mensch und Tier auszuschließen.

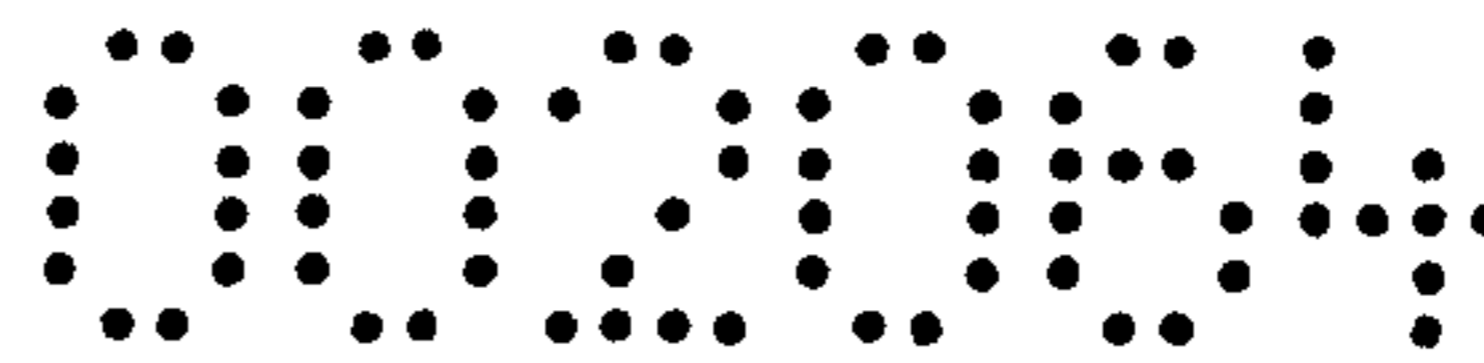
Wie eingangs erwähnt, ist die Behandlung von zu reinigender Zuluft mit Luftwäschern auch dahingehend als vorteilhaft anzusehen, als es zu einer Befeuchtung der Raumluft kommt. Dies führt naturgemäß zu einem gewissen Schwund von Wäscherwasser aus der Sprühkammer bzw. aus dem Kreislauf zur Regeneration des Wäscherwassers. Dieser Schwund des Wäscherwassers kann für einen dauerhaften Betrieb regelmäßig ausgeglichen werden, wobei gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung so vorgegangen wird, dass in die Sprühkammer oder in den Regenerationskreislauf zum Ergänzen des Wäscherwassers zugeführtem Nachspeisewasser Ozon zugegeben wird. Das Wäscherwasser ist daher von Anfang an mit Ozon versetzt und entspricht somit den hygienischen Anforderungen des Gesamtprozesses. Vorzugweise erfolgt die Zugabe von Ozon zum



Nachspeisewasser dadurch, dass das Nachspeisewasser direkt in den Wirbelkammerreaktor oder stromaufwärts des Wirbelkammerreaktors in den Regenerationskreislauf eingeleitet wird. Alternativ oder zusätzlich kann ein mikrobiologischer Eintragsschutz dadurch realisiert werden, dass das Nachspeisewasser vor Eintritt in den Regenerationskreislauf durch eine Filtrationseinrichtung geleitet wird, bevorzugt durch eine Membran mit einer Ausschlussgrenze von mindestens $0,2 \mu\text{m}$, bevorzugt $0,1-0,2 \mu\text{m}$, wobei aufgrund ihrer Unempfindlichkeit gegenüber Ozon insbesondere Membranen aus Keramik oder Metall eingesetzt werden.

Grundsätzlich ist jede Form der Versorgung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit ausreichenden Mengen von Ozon bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens denkbar. Es ist jedoch bevorzugt, dass zuzugebendes Ozon aus der Umgebungsluft durch Verwendung von Molekularsieben gewonnen wird. Die Ozongewinnung erfolgt hierbei in einem Ozongenerator, der mit einem eine Einlauföffnung für Umgebungsluft aufweisenden Filtersystem verbunden ist, sodass dem Ozongenerator durch das Filtersystem gereinigte Umgebungsluft oder im Wesentlichen reiner Sauerstoff, zur Ozonerzeugung zugeführt werden kann. Das Filtersystem umfasst bevorzugt zumindest einen CO_2 -Filter und/oder zumindest einen N_2 -Filter. Als CO_2 -Filter wird bevorzugt ein Molekularsieb verwendet. Dadurch kann dem Ozongenerator von anderen Bestandteilen befreiter Sauerstoff zugeführt werden und durch den Ozongenerator im Wesentlichen reines Ozon erzeugt werden, welches anschließend in das Wäscherwasser eingebracht wird.

Unter im Wesentlichen reinem Sauerstoff wird im Rahmen der Erfindung ein Gemisch mit zumindest 90 Vol.-% Sauerstoff, bevorzugt mindestens 93 Vol.-% Sauerstoff verstanden.

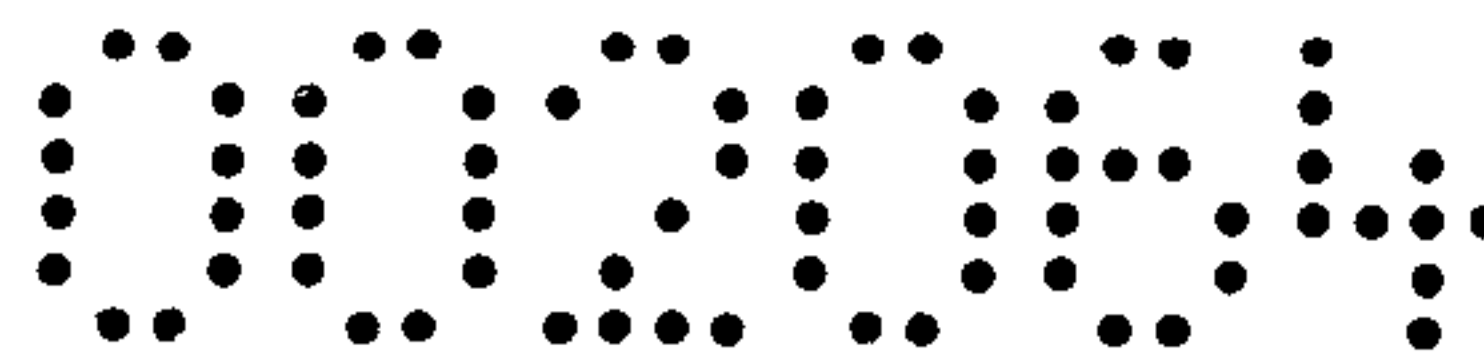


Insbesondere der CO₂-Anteil ist erheblich reduziert, bevorzugt auf maximal 0,1 Vol.-%, besonders bevorzugt auf weniger als 0,05 Vol.-%.

Unter im Wesentlichen reinem Ozon wird im Rahmen der Erfindung ein Gemisch mit zumindest 90 Vol.-% Ozon, bevorzugt mindestens 93 Vol.-% Ozon verstanden.

Bevorzugt kann das erfindungsgemäße Verfahren auch dahingehend weitergebildet sein, dass Ozon zusätzlich direkt in einen Raum abgegeben wird. Dies ermöglicht eine effiziente Desinfektion von Raumluft und Oberflächen in dem Raum. Hierbei ist es erforderlich, dass der Luftwäscher bevorzugt mehr als 60% relative Luftfeuchtigkeit aufrecht erhält und die Raumtemperatur bevorzugt über 25 °C gehalten wird. Das Ozon strömt dann direkt über eine Ozonleitung in die Klimaanlage und die Anlage wird im Umluftbetrieb gefahren. Ein Algorithmus sorgt über die bekannten Größen Ozonleistung und behandelndes Raumvolumen für die entsprechende Zeitdauer der Desinfektion. Die Ozonkonzentration im Raum sollte > 20ppm sein und muss mindestens 90 Minuten anhalten.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Reinigung bzw. Wäsche von Luft mit zumindest einer Sprühkammer zur Erzeugung eines Sprühnebels aus Wäscherwasser zur Reinigung bzw. Wäsche der zu reinigenden Luft, mit Mitteln zum Ansaugen von zu reinigender Luft und Mitteln zum Abgeben gereinigter Luft in einen Raum, wobei die Sprühkammer mit Mitteln zum Zirkulieren und Regenerieren des Wäscherwassers verbunden ist, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Regenerieren des Wäscherwassers einen Wirbelkammerreaktor mit einer Zugabevorrichtung für Ozon umfassen. Als Zugabevorrichtung für Ozon kann im Rahmen der vorliegenden

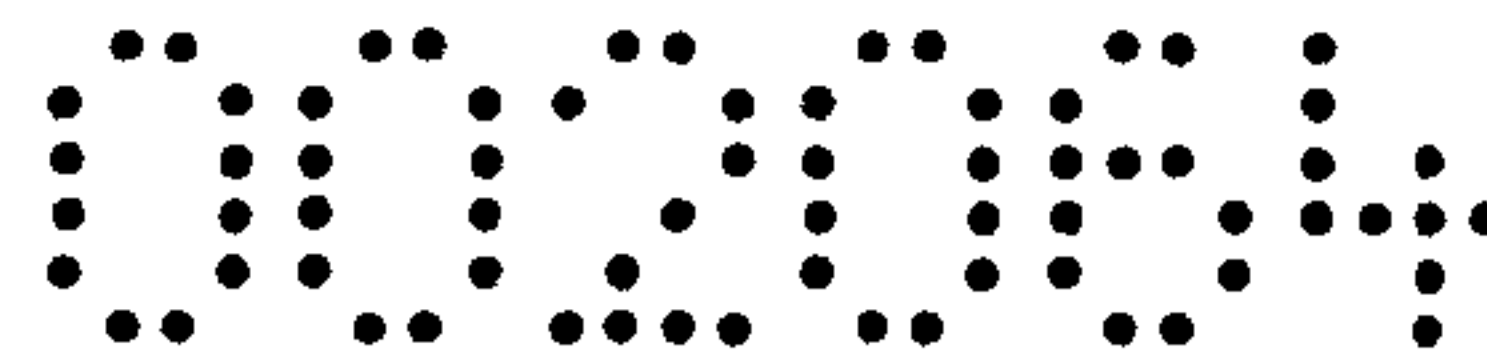


Erfindung als Anschluss für einen Ozongenerator angesehen werden. Die Vorzüge der Einmischung von Ozon, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläutert worden sind, werden mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erzielt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist hierbei Teil einer Klimaanlage, die in aller Regel ortsfest in eine Gebäudestruktur eingebaut ist und sich besonders zur Reinigung und Desinfektion von Wäscherwasser des Luftwäschers und der Raumluft bei der Verwendung der Klimaanlage eignet, beispielsweise in Krankenhäusern.

Bevorzugt ist der Wirbelkammerreaktor von der Art umfassend ein Gehäuse mit einer rotationssymmetrischen, bevorzugt im Längsschnitt im Wesentlichen herzförmigen Wirbelkammer, weiters umfassend zumindest einen tangential in die Wirbelkammer mündenden Zufluss und ein mit einem Aufnahmeende axial in die Wirbelkammer eintauchendes Abflussrohr für das zu behandelnde Medium. Diese Art von Wirbelkammerreaktor wird bereits zur Abwasserreinigung verwendet und kann ohne großen Aufwand zur Zugabe des Ozons in das Wäscherwasser modifiziert werden. Wirbelkammerreaktoren dieser Bauart können als betriebssicher bei sehr geringem Betriebsaufwand angesehen werden und zeichnen sich durch eine kompakte Bauart aus, wodurch sie relativ einfach in Klimaanlagen integrierbar sind.

Die Zugabevorrichtung ist bevorzugt am Aufnahmeende des Abflussrohrs angeordnet, d.h. am in Richtung des Wirbelstroms betrachtet unteren Ende des Wirbelkammerreaktors, was baulich leicht zu realisieren.

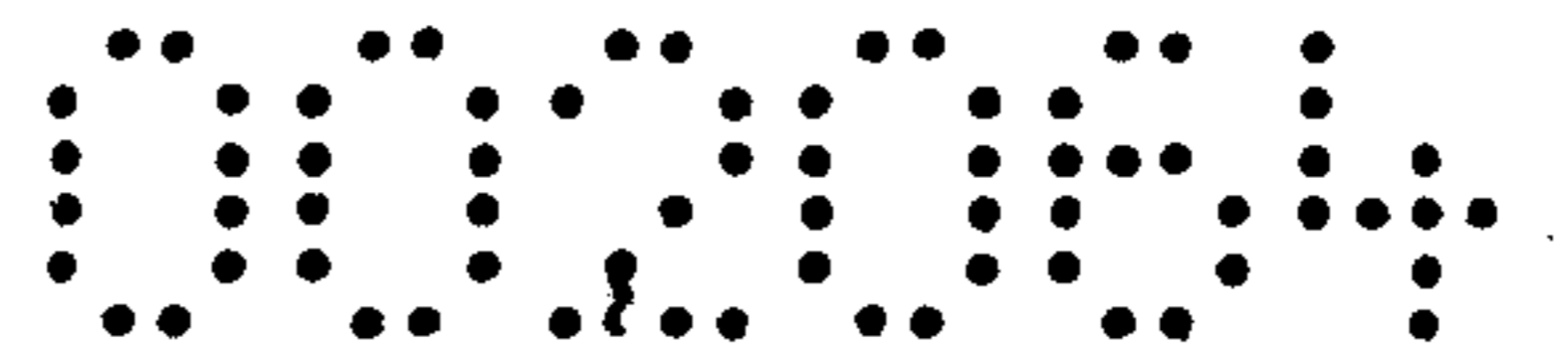
Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Sprühkammer eine Füllvorrichtung für das Nachfüllen von Wäscherwasser in die Sprühkammer zugeordnet



wobei der Füllvorrichtung bevorzugt eine Dosiervorrichtung für Ozon zugeordnet ist. Wie eingangs erwähnt, ist die Behandlung von zu reinigender Raumluft mit Luftwäschern auch dahingehend als vorteilhaft anzusehen, als es zu einer Befeuchtung der Raumluft kommt. Dies führt naturgemäß zu einem gewissen Schwund von Wäscherwasser aus der Sprühkammer bzw. aus dem Kreislauf zur Regeneration des Wäscherwassers. Dieser Schwund des Wäscherwassers kann für einen dauerhaften Betrieb regelmäßig ausgeglichen werden, wobei gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das Wäscherwasser von Anfang an mit Ozon versetzt ist und somit den hygienischen Anforderungen des Gesamtprozesses entspricht.

Während es im Rahmen der vorliegenden Erfindung wünschenswert ist, eine nennenswerte Ozonkonzentration in der Zuluft nach dem Luftwäscher, d.h. in der Luft, die in der Folge in den Raum gefördert wird, bereitzustellen, muss der Umgang mit Ozon genau überwacht werden, um die gesetzlichen Höchstwerte zuverlässig einzuhalten. Um dies sicherzustellen, ist die Erfindung bevorzugt dahingehend weitergebildet, dass wenigstens ein Sensor zur Messung der Ozonkonzentration in der gereinigten Luft vorgesehen ist, dessen Messwerte einer Steuereinrichtung zugeführt sind, die derart mit der Zugabevorrichtung für Ozon zusammenwirkt, dass die Menge des zugegebenen Ozons gewählt wird, um die Ozonkonzentration in der gereinigten Luft unter einem vorgegebenen Maximalwert von bevorzugt 50 ppb, insbesondere 30 ppb zu halten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Vorrichtung dahingehend weitergebildet, dass wenigstens ein Sensor ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einem TVOC-Sensor, einem Ozonsensor und einem Partikelsensor in einer Abluftleitung angeordnet ist. Mit Hilfe dieser

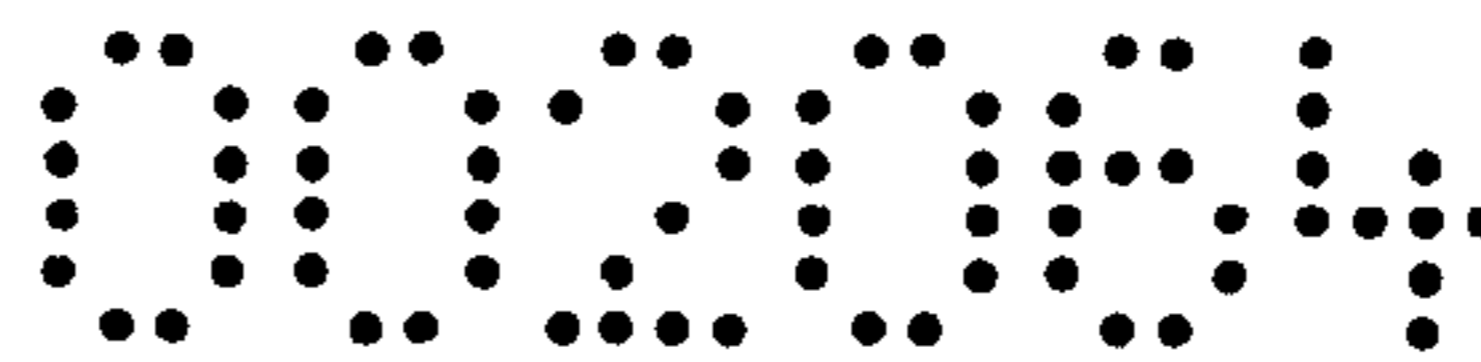


Sensoren kann die Qualität der Luftwäsche bzw. -reinigung beurteilt und kontrolliert bzw. überwacht und in der Folge durch Steuerung der erfindungsgemäßen Vorrichtung besonders hinsichtlich der angewendeten Ozonkonzentration gesteuert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In dieser zeigt Fig. 1 ein Prozessschaltbild einer Lüftungsinstallation in der Prozesslufttechnik mit einem Luftwäscher und Fig. 2 ein Prozessschaltbild einer Klimaanlageinstallation in der Raumluftechnik mit einem Luftwäscher, bei denen das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz gelangt.

In Fig. 1 ist ein Raum mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet, aus dem Luft abgezogen und gereinigt und dem Raum 1 ggf. wieder rückgeführt werden soll. Zu diesem Zweck wird Luft durch die Motorklappe 8 mit Motor M und die Zuluftleitung 2' eingesaugt und in einem Kreislauf 2 durch verschiedene Aggregate geleitet bzw. mit diesen behandelt. Insbesondere sind in der Zuluftleitung 2' ein Vorfilter 3 und ein Erhitzer 4 und im Kreislauf 2 ein Ventilator 5 vorgesehen. Die Luft wird zum Einen im Kreislauf 2 geführt und zum Anderen bei entsprechender Stellung der Motorklappe 7 mit dem Motor M und mit Hilfe der Ventilatoren 9 und ggf. 5 aus dem Kreislauf 2 ausgeblasen.

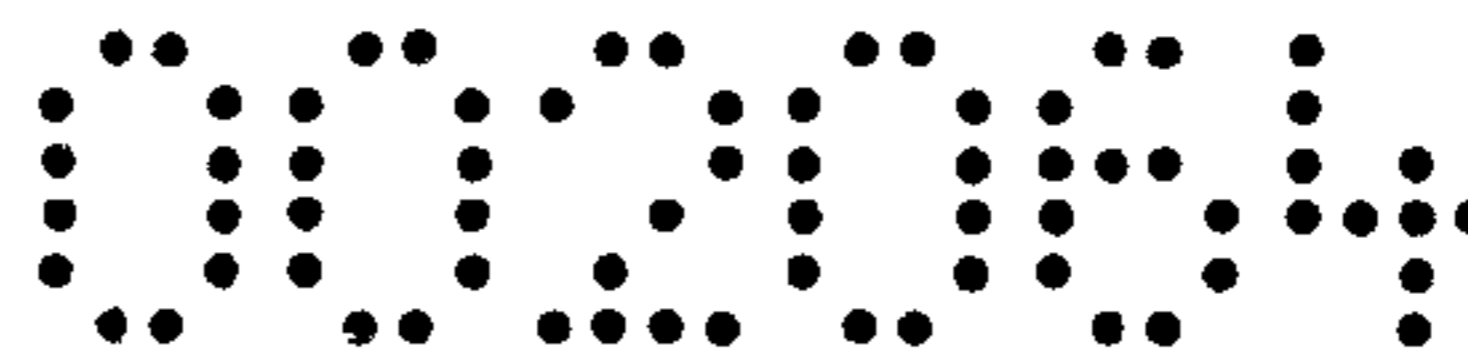
Die Reinigung bzw. Wäsche der Luft, die im Kreislauf 2 geführt wird, erfolgt im Luftwäscher 10, der im Wesentlichen von einer Sprühkammer 11 mit Sprühdüsen 12 gebildet ist, aus denen Wäscherwasser versprüht wird, um Verunreinigungen aus der Luft niederzuschlagen. Das Wäscherwasser wird am Boden der



Sprühkammer 11 gesammelt und einem Regenerationskreislauf 13 zugeführt, der mittels einer Pumpe 14 betrieben wird, wobei die Pumpe 14 in Abhängigkeit von Sensordaten eines Drucksensors 32 automatisch geregelt wird. Das Wäscherwasser wird zur Regeneration über den Regenerationskreislauf 13 in einen Wirbelkammerreaktor 15 gefördert, wo erfindungsgemäß die Zugabe von Ozon zum Wäscherwasser aus einem Ozongenerator 16 erfolgt, der über einen Kompressor 16' verfügt.

Nachspeisewasser kann bei Bedarf über eine Wasserleitung 24 und ein Ventil 25 dem Regenerationskreislauf 13 zugeführt werden. Ozon aus dem Ozongenerator 16 kann auch über die Leitung 27 und das Ventil 28 zur Desinfektion in den Kreislauf 2 gefördert werden. Ozon aus dem Ozongenerator 16 kann weiters über die Leitung 29 und ein entsprechendes Ventil 29' in die Abluftleitung 30 geleitet werden. Ein Ozonadsorber ist mit 31 bezeichnet, vor dem ein weiterer Erhitzer 4 angeordnet ist. Ein weiterer, dem Ozongenerator 16 zugeordneter Drucksensor ist mit 32' bezeichnet.

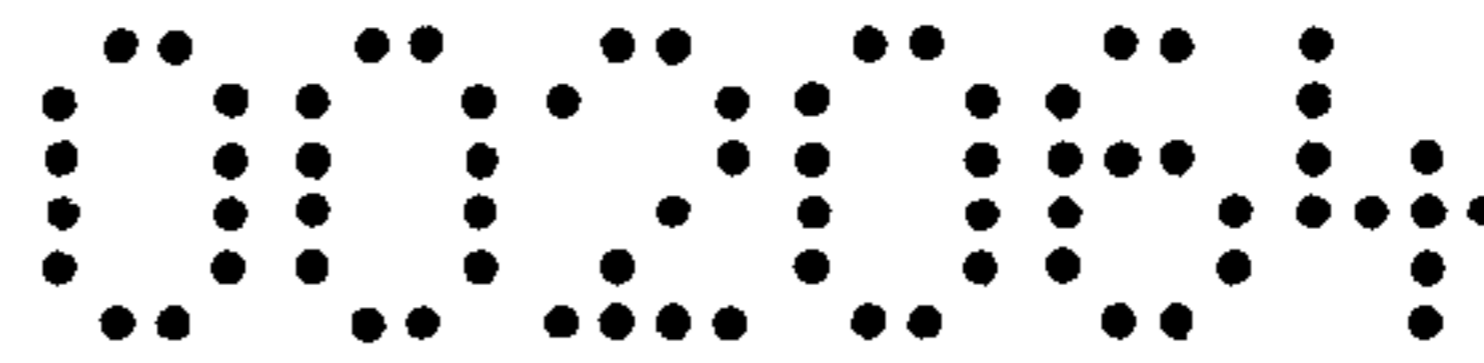
Eine Steuereinrichtung 23 ist mit den verschiedenen Sensoren und Aggregaten signalverbunden (strichlierte Linien) und zur Steuerung der Pumpe 14 des Regenerationskreislaufs 13, des Ozongenerators 16 und dessen Kompressor 16', der Motorklappen 7 und 8, der Ventilatoren 5 und 9 und weiterer Einrichtungen wie der genannten Ventile und zum Auslesen der Sensoren eingerichtet. Als Sensoren kommen neben einem Ozonsensor 17 und einem TVOC-Sensor 19 (T-Ion/Volatile Organic Compound-Sensor) ein pH-Sensor 20, ein Leitfähigkeitssensor 21 sowie ein Redoxsensor 22 zum Einsatz. Es können mehrere der genannten Sensoren an verschiedenen Stellen des Kreislaufs 2 und auch im Bereich der Abluftleitung 30 angeordnet sein. Mit FU sind Frequenzumrichter bezeichnet.



Der TVOC-Sensor 19 und der Ozonsensor 17 sind in die Regelung eingebunden, um die entsprechenden Grenzwerte in der Abluft einzuhalten und bei guter Abluftqualität die Motorklappe 7 anzusteuern. Die Ozonwerte für Abluft sind in der Regel mit 10 ppm limitiert.

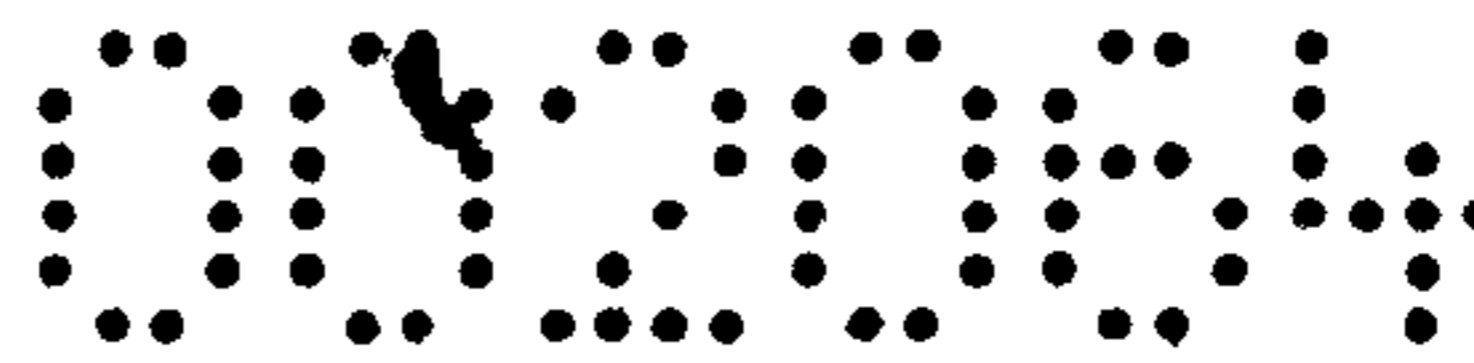
Die Messwerte des Ozonsensors 17 werden der Steuereinrichtung 23 zugeführt und mit einem vorgegebenen Grenzwert verglichen. Eine Regelschaltung der Steuereinrichtung 23 sorgt dafür, dass die Menge des über den Ozongenerator 16 zugeführten Ozons derart eingestellt wird, dass der Grenzwert nicht überschritten wird, sofern der Ozonadsorber 31 nicht genug Ozon adsorbieren kann.

In Fig. 2 sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen und es ist zu erkennen, dass als wesentlicher Unterschied zur Anwendung der vorliegenden Erfindung in der Prozesslufttechnik in der Raumluftechnik der Luftwäscher 10 im Bereich der Zuluftleitung 2' angeordnet ist. Weiters sind im Kreislauf 2 sowie im Raum 1 Ionenemitter 6 angeordnet. Die Ionenemitter 6 bilden keinerlei Stickoxide, da sie bei Spannungen von unter 7,5 kV betrieben werden und können Ionenkonzentrationen von mehr als 10000 Ionen/cm³ erzeugen. Neben den Erhitzern 4 ist weiters ein Kühler 4' vorgesehen, wobei die Erhitzer 4 und der Kühler 4' zusammen mit einem Temperaturfühler 33 sowie einem Feuchtigkeitssensor 34 zur Steuerung der Anlage für ein angenehmes Raumklima dienen. Mit den Bezugszeichen 17 ist ein Ozonsensor und mit 19 ein TVOC-Sensor (T-Ion/Volatile Organic Compound-Sensor) bezeichnet, wobei der TVOC-Sensor 19 anhand der Bestimmung einer Referenzsubstanz dazu bestimmt ist, die Geruchsbelästigung in der Luft zu messen. Die Luftgüte wird weiters mittels eines Partikelsensors 35 bewertet. Entsprechend den Messwerten des



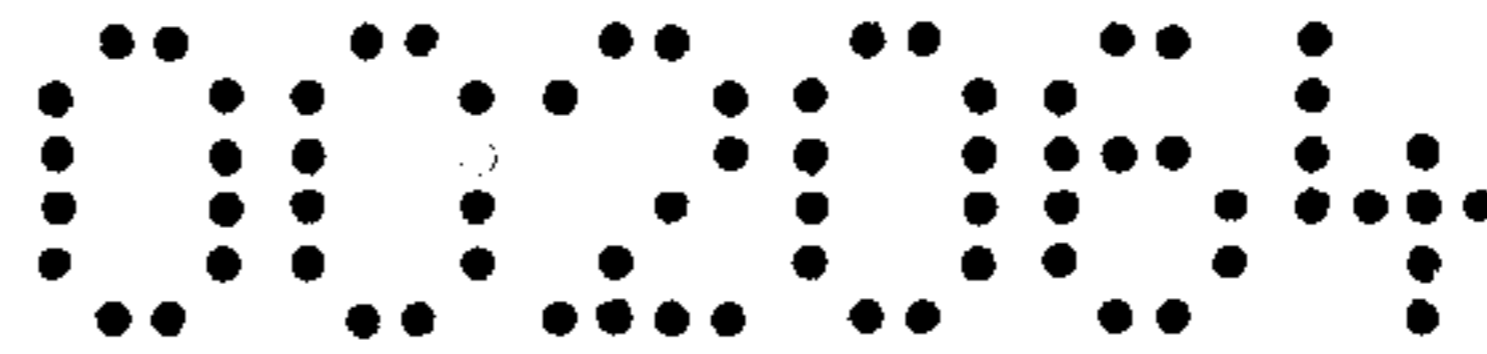
18

TVOC-Sensors 19, des Ozonsensors 17 sowie des Partikelsensors 35 kann entschieden werden, ob die Luft unter entsprechender Einstellung der Motorklappe 7 zur weiteren Reinigung im Kreislauf 2 und damit durch den Wäscher 10 geführt wird oder ob die Luft durch die Abluftleitung 30 in die Umgebung abgegeben wird.



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Reinigung bzw. Wäsche von Luft unter Verwendung einer Sprühkammer, durch welche die zu reinigende Luft hindurch geleitet wird und in der durch Versprühen von Wäscherwasser ein Sprühnebel erzeugt wird, der geeignet ist, Verunreinigungen der zu reinigenden Luft aufzunehmen, wobei das Wäscherwasser nach dem Versprühen gesammelt, einem Regenerationsschritt in einem Regenerationskreislauf unterworfen und der Sprühkammer erneut zum Versprühen zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Regenerationsschritt die Zugabe von Ozon in einen Wirbelkammerreaktor umfasst.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wirbelkammerreaktor der Art umfassend ein Gehäuse mit einer rotationssymmetrischen, im Längsschnitt bevorzugt im Wesentlichen herzförmigen Wirbelkammer, weiters umfassend zumindest einen tangential in die Wirbelkammer mündenden Zufluss und ein mit einem Aufnahmeende axial in die Wirbelkammer eintauchendes Abflussrohr für das zu behandelnde Medium eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugabe von Ozon mittels einer Zugabevorrichtung am Aufnahmeende des Abflussrohrs erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts der Zugabe von Ozon im Regenerationsschritt der pH-Wert, der Leitwert und/oder das Redoxpotential gemessen und davon abhängig die Beimengung von Ozon gesteuert wird.



5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugabe von Ozon unter Berücksichtigung einer aufgrund von aus dem Wäscherwasser nach dem Regenerationsschritt ausgasendem Ozon zu erwartenden Konzentration von Ozon in der Raumluft geregelt wird.

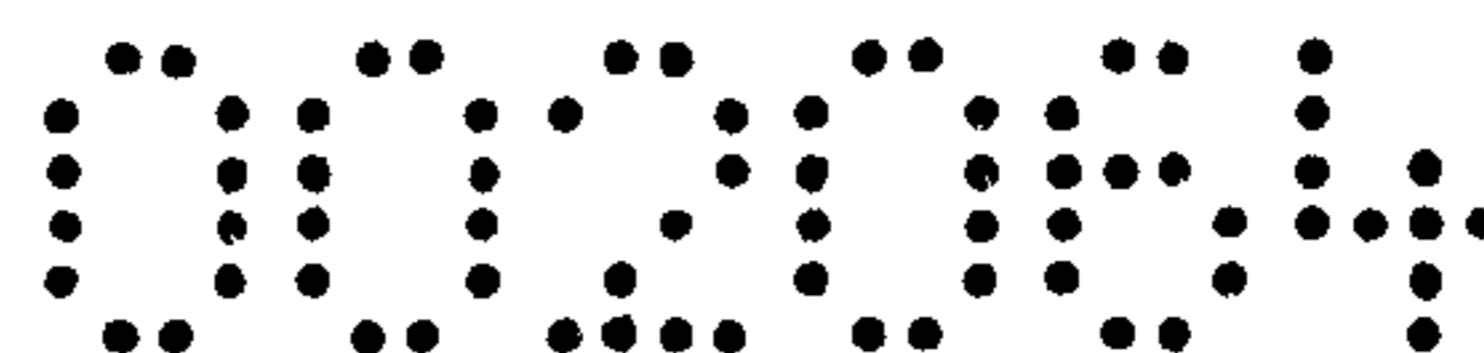
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugabe von Ozon unter Berücksichtigung einer aufgrund von aus dem Wäscherwasser nach dem Regenerationsschritt ausgasendem Ozon gemessenen Konzentration von Ozon in der Raumluft geregelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in die Sprühkammer oder in den Regenerationskreislauf zum Ergänzen des Wäscherwassers zugeführtem Nachspeisewasser Ozon zugegeben wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zuzugebendes Ozon aus der Umgebungsluft durch Verwendung von Molekularsieben gewonnen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass Ozon zusätzlich direkt in einen Raum abgegeben wird.

10. Vorrichtung zur Reinigung bzw. Wäsche von Luft mit zumindest einer Sprühkammer zur Erzeugung eines Sprühnebels aus Wäscherwasser zur Reinigung bzw. Wäsche der zu reinigenden Luft, mit Mitteln zum Ansaugen von zu reinigender Luft und Mitteln zum Abgeben gereinigter Luft in einen Raum, wobei die Sprühkammer mit Mitteln zum Zirkulieren und Regenerieren des Wäscherwassers verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Regenerieren des Wäscherwassers einen



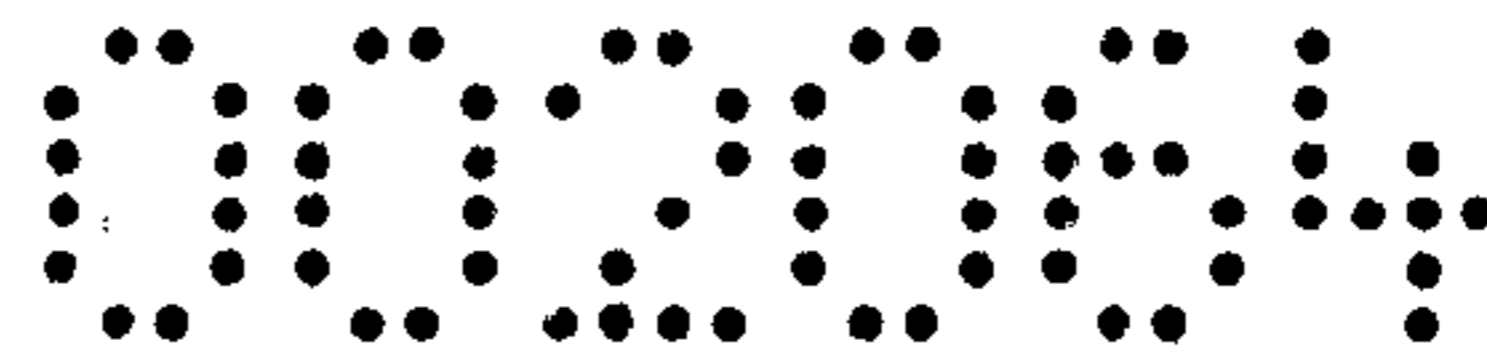
Wirbelkammerreaktor mit einer Zugabevorrichtung für Ozon umfassen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Wirbelkammerreaktor von der Art ist umfassend ein Gehäuse mit einer rotationssymmetrischen, bevorzugt im Längsschnitt im Wesentlichen herzförmigen Wirbelkammer, weiters umfassend zumindest einen tangential in die Wirbelkammer mündenden Zufluss und ein mit einem Aufnahmeende axial in die Wirbelkammer eintauchendes Abflussrohr für das zu behandelnde Medium.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugabevorrichtung am Aufnahmeende des Abflussrohrs angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Sprühkammer eine Füllvorrichtung für das Nachfüllen von Wäscherwasser in die Sprühkammer zugeordnet ist, wobei der Füllvorrichtung bevorzugt eine Dosiervorrichtung für Ozon zugeordnet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensor zur Messung der Ozonkonzentration in der gereinigten Luft vorgesehen ist, dessen Messwerte einer Steuereinrichtung zugeführt sind, die derart mit der Zugabevorrichtung für Ozon zusammenwirkt, dass die Menge des zugegebenen Ozons gewählt wird, um die Ozonkonzentration in der gereinigten Luft unter einem vorgegebenen Maximalwert von bevorzugt 50 ppb, insbesondere 30 ppb zu halten.



15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensor ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einem TVOC-Sensor, einem Ozonsensor und einem Partikelsensor in einer Abluftleitung angeordnet ist.

Wien, am 30. April 2019

Anmelder
durch:

Haffner und Keschmann
Patentanwälte GmbH

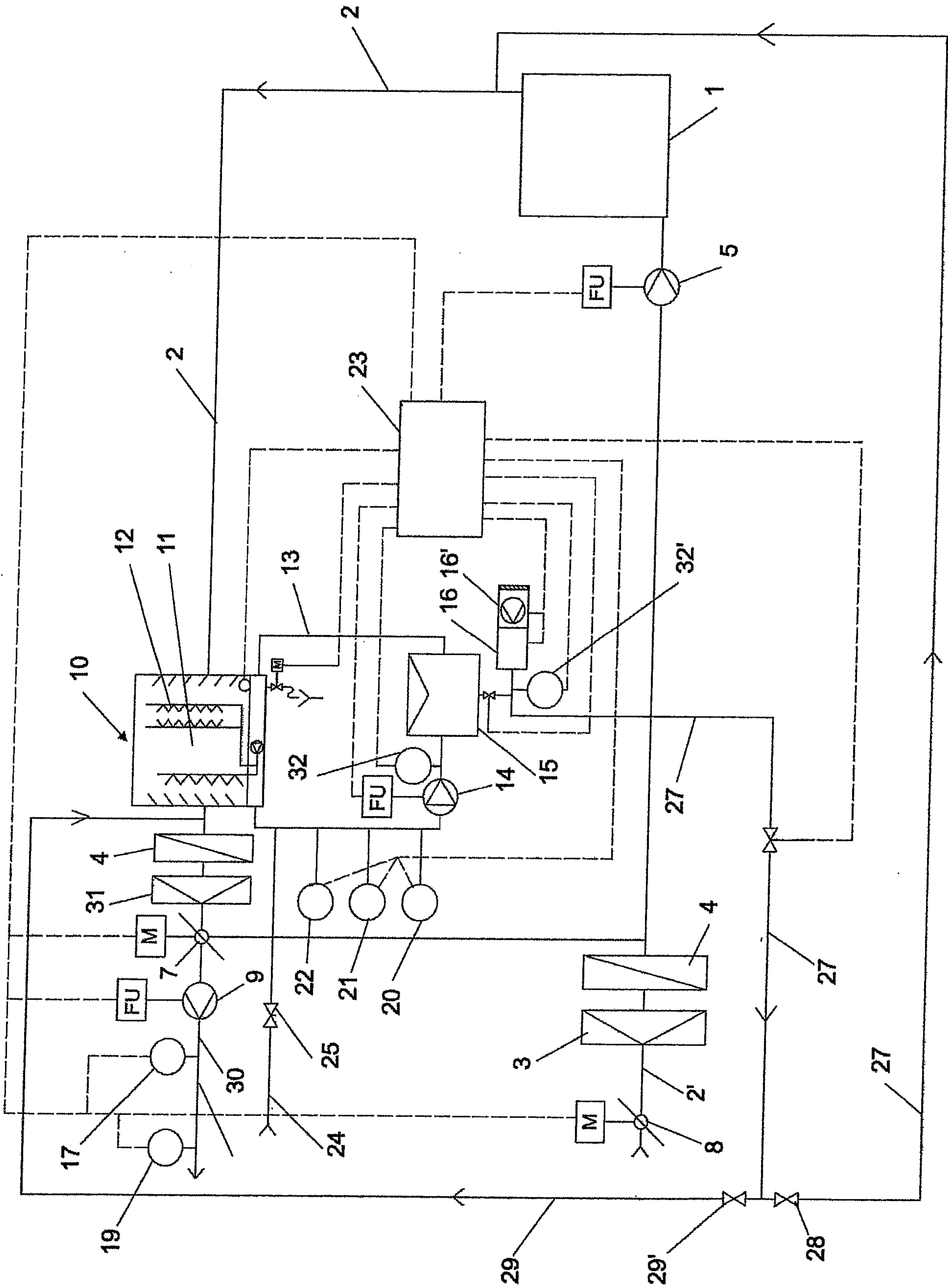


Fig. 1

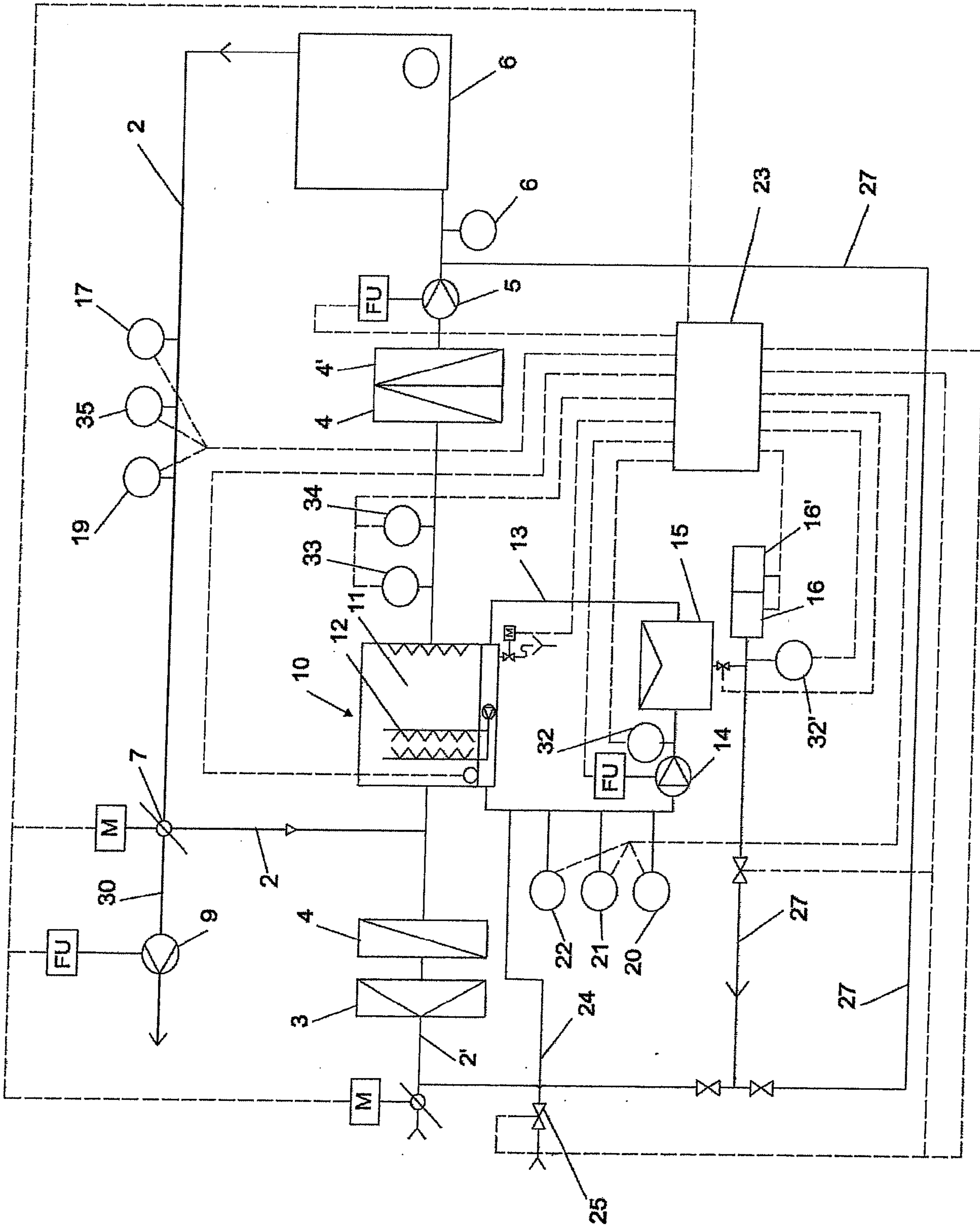


Fig. 2

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
F24F 3/14 (2006.01); **F24F 3/16** (2006.01); **B01F 3/04** (2006.01); **B01F 5/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
F24F 3/14 (2018.08); **F24F 3/16** (2018.08); **B01F 3/0446** (2013.01); **B01F 5/0057** (2013.01); **F24F 2003/1671** (2018.08)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
 F24F, B01F

Konsultierte Online-Datenbank:
 EPODOC, WPI, Volltextdatenbanken

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 30.04.2019 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP H08281039 A (NIPPON DENSO CO) 29. Oktober 1996 (29.10.1996) Fig. 2	1, 10, 13
Y		2, 3, 11, 12
Y	US 4614596 A (WYNESS) 30. September 1986 (30.09.1986) Zusammenfassung, Fig. 1	2, 3, 11, 12
A	US 4599166 A (GESSLAUER) 08. Juli 1986 (08.07.1986) Zusammenfassung, Fig. 1	1, 4
A	DE 69301457 T2 (WEIBEL RENE) 18. Juli 1996 (18.07.1996) Beschreibung Seite 2, Fig.	10, 14

Datum der Beendigung der Recherche: 19.02.2020	Seite 1 von 1	Prüfer(in): KUTZENBERGER Thomas
---	---------------	------------------------------------

<p>^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:</p> <p>X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.</p> <p>Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.</p>	<p>A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.</p> <p>P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.</p> <p>E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).</p> <p>& Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.</p>
--	---