

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 8014/2018
(22) Anmeldetag: 22.06.2017
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2021

(51) Int. Cl.: **C02F 1/78** (2006.01)

(66) Umwandlung von GM 137/2017

(56) Entgegenhaltungen:
US 2017164629 A1
CN 205953634 U
EP 2165978 A1

(73) Patentinhaber:
Staindel Claudia
1100 Wien (AT)

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

(54) Wasseraufbereitungssystem

(57) Bei einem Wasseraufbereitungssystem, insbesondere für Kühltürme, umfassend ein Fluidbecken sowie einen Zirkulationskreislauf, der ausgebildet ist, um ein Fluid aus dem Fluidbecken zu entnehmen und anschließend wieder rückzuführen, wobei der Zirkulationskreislauf eine Ozonzuführungsvorrichtung aufweist, um Ozon in das Fluid einzubringen, ist vorgesehen, dass die Ozonzuführungsvorrichtung einen Wirbelkammerreaktor und einen Ozongenerator aufweist, der mit einem eine Einlauföffnung für Umgebungsluft aufweisenden Filtersystem verbunden ist, sodass dem Ozongenerator durch das Filtersystem gereinigte Umgebungsluft, insbesondere im Wesentlichen reiner Sauerstoff, zur Ozonerzeugung zugeführt werden kann.

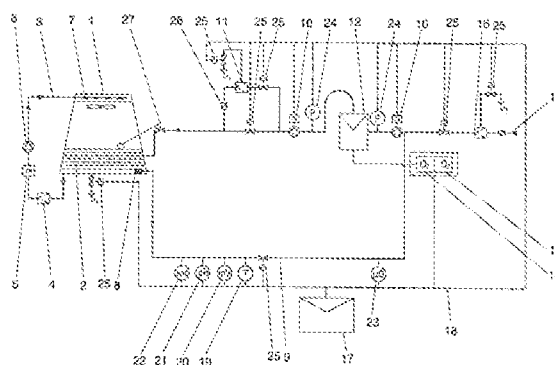


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wasseraufbereitungssystem, insbesondere für offene Wasserkreisläufe wie Kühltürme, Luftwäscher, Zierbrunnen oder Schwimmbäder, umfassend ein Fluidbecken sowie einen Zirkulationskreislauf, der ausgebildet ist, um ein Fluid aus dem Fluidbecken zu entnehmen und anschließend wieder rückzuführen, wobei der Zirkulationskreislauf eine Ozonzuführungsvorrichtung aufweist, um Ozon in das Fluid einzubringen.

[0002] Die Erfindung betrifft weiters einen Kühlturm umfassend ein Wasseraufbereitungssystem der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren zur Wasseraufbereitung.

[0003] Kühltürme werden bspw. bei Kraftwerken oder Fabriken verwendet, um überschüssige Wärme aus den jeweiligen Prozessen zu entfernen. Hierzu wird das zu kühlende Wasser im Inneren des Kühlturmes versprüht, die Wärme wird vom Wasser an die Luft abgegeben und es entsteht Wasserdampf. Das gekühlte Wasser fließt anschließend zum Boden des Kühlturmes und wird in einem Fluidbecken, insbesondere einer Kühlturmtasse aufgefangen. Dieses Wasser wird anschließend wieder durch einen Wärmetauscher geführt, in diesem erwärmt und wieder im Kühlturm versprüht und abgekühlt. Da ein Teil des Wassers im Kühlturm verdunstet und somit aus dem Kreislauf entfernt wird, muss regelmäßig frisches Wasser zugeführt werden.

[0004] Kühltürme sind Rückkühler für den Kälteprozess jeder Kälteerzeugeranlage. Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich insbesondere mit offenen Nasskühltürmen. Die Vorteile gegenüber geschlossenen Rückkühlern sind vor allem der geringere Platzbedarf und die überlegene Energieeffizienz.

[0005] Bei einem offenen Wasserkreislauf stellen sich mehrere Probleme. Durch die Auswaschung der Umgebungsluft werden zu dem nachgespeisten Wasser zusätzliche Verunreinigungen in die Wanne geführt. Durch die prozessbedingte höhere Wassertemperatur von 25-40° vermehren sich im Wasser Legionellen und Bakterien besonders schnell. Um diese zu eliminieren, bedarf es des Zusatzes von Bioziden. Diese wirken sich allerdings auch negativ auf den pH-Wert aus, sodass verstärkt Korrosion auftritt. Daher müssen weitere chemische Stoffe zugefügt werden, um den pH-Wert zu erhöhen und dadurch wieder ein chemisches Gleichgewicht herzustellen.

[0006] In der Richtlinie VDI 2047-2 werden Hygieneanforderungen für Kühltürme geregelt. Insbesondere werden in dieser Richtlinie Grenzwerte für Legionellen festgelegt. Beispielsweise beträgt der Grenzwert für Legionella spp 100 KBE (koloniebildende Einheiten)/100 ml. Weiters unterliegen Kühltürme der deutschen Bundes-Immissionsschutzverordnung (BimSchV), sodass definierte Grenzwerte einzuhalten sind und dies auch dokumentiert werden muss.

[0007] Ein weiteres Problem, insbesondere bei offenen Systemen, bei denen das Wasser direkt mit der Umgebungsluft in Kontakt kommt, ist die Kalkbildung. Um Kalkablagerungen an den Rohrleitungen und den Wärmetauscherflächen zu verhindern, werden üblicherweise Kalkstabilisatoren zugesetzt.

[0008] Die Verwendung von Chemikalien hat insbesondere den Nachteil, dass diese ins Abwasser oder in die Umwelt gelangen können, bspw. wenn das Wasser getauscht wird. Dadurch entstehen einerseits höhere Kosten beim Wasserwechsel, um das Wasser zu entfernen und andererseits besteht die Gefahr der Umweltverschmutzung.

[0009] Um diese Nachteile zu beseitigen und insbesondere den Einsatz von zahlreichen Chemikalien zu vermeiden, sind aus dem Stand der Technik Wasseraufbereitungssysteme bekannt geworden, bei denen dem Wasser Ozon zugeführt wird. Zur Zuführung wird das Ozon üblicherweise in einer Venturi-Düse beigemischt. Ozon hat den Vorteil, dass Legionellen wirksam bekämpft werden.

[0010] Bei der Zuführung von Ozon in den Wasserkreislauf besteht allerdings das Problem, dass Ozon im Wasser schwer löslich ist, sodass das Ozon schnell aus dem Wasser ausgast, bevor es seine Wirkung zur Gänze entfalten kann. Um das Ausgasen zu vermeiden, wird das Fluid nach

einer solchen Ozonzuführung mithilfe einer UV-C Röhre mit UV-C Licht bestrahlt, sodass sich das Ozon aufspaltet und ein Ausgasen des Ozons verringert werden kann.

[0011] Es besteht daher der Bedarf, ein Wasseraufbereitungssystem der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass die Zuführung des Ozons so gelingt, dass keine nachfolgende Behandlung des Wassers, insbesondere eine UV-C Bestrahlung nötig ist, um ein gewünschtes Ozonniveau im Wasser zu erreichen.

[0012] Zur Lösung dieser Aufgabe ist vorgesehen, dass die Ozonzuführungsvorrichtung einen Wirbelkammerreaktor und einen Ozongenerator aufweist, der mit einem eine Einlauföffnung für Umgebungsluft aufweisenden Filtersystem verbunden ist, sodass dem Ozongenerator durch das Filtersystem gereinigte Umgebungsluft, insbesondere im Wesentlichen reiner Sauerstoff, zur Ozonezeugung zugeführt werden kann. Das Filtersystem umfasst bevorzugt zumindest einen CO₂-Filter und/oder zumindest einen N₂-Filter. Als CO₂-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 Fluid eingebracht wird. Ozon, das im Wesentlichen frei von CO₂-Anteilen ist, insbesondere reines Ozon, hat den Effekt, dass der pH-Wert des damit vermischten Fluids in den basischen Bereich, bspw. auf einen pH-Wert von ca. 8,5-9,5, verschoben wird. Die Einbringung von Ozon hat daher nicht nur den bekannten Vorteil, dass Legionellen und Bakterien vernichtet werden, sondern dass wegen des erhöhten pH-Werts Korrosion verhindert wird und Kalk in einer kolloiden Form mit einer Partikelgröße von ca. 1-10 µm ausfällt statt sich an den Leitungen oder an Wärmetauschern anzulagern.

[0013] Die Kalkpartikel können mit geeigneten Filtern, bspw. Membranen mit einer Ausschlussgrenze von mindestens 0,2-1 µm entfernt werden.

[0014] Durch die Einbringung mithilfe eines Wirbelkammerreaktors wird der Effekt erreicht, dass das Ozon durch die insbesondere rotierende Bewegung im Wirbelkammerreaktor besser und schneller mit dem Wasser vermischt wird. Dies basiert vermutlich auf auftretenden Scherkräften, die bewirken, dass große Teile des eingebrachten Ozons schneller in OH-Radikale umgewandelt werden und dadurch ein Ausgasen verhindert wird. Zusätzlich wird durch die im Wirbelkammerreaktor eventuell entstehende Kavitation ein zusätzlicher Reinigungseffekt erzielt.

[0015] Die im Wirbelkammerreaktor auftretende Mikroblasenbildung 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. >9) wird zusätzliche Waschgüte erzeugt und so können an den Oberflächen der Rohre Ablagerungen verhindert werden und der Biofilm besser ausgewaschen werden.

[0016] Insbesondere können mit dem erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystem die in der Richtlinie VDI 2047-2 sowie in der BimSchV vorgegebenen Grenzwerte eingehalten werden.

[0017] 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.-%.

[0018] Unter im Wesentlichen reinem Ozon wird im Rahmen der Erfindung ein Gemisch mit zumindest 90% Ozon, bevorzugt mindestens 93% Ozon verstanden.

[0019] Unter einem Wirbelkammerreaktor wird ein Reaktor verstanden, der zumindest eine Einlauföffnung und zumindest eine Auslauföffnung für die Flüssigkeit aufweist, wobei der Reaktor derart ausgebildet ist, dass die eintretende Flüssigkeit auf dem Weg zur Auslauföffnung eine Flüssigkeitssäule durchläuft, in der die Flüssigkeit um die durch die Bewegungsrichtung der Flüssigkeit gebildete Achse rotiert. Die Flüssigkeit bewegt sich also in dieser Flüssigkeitssäule schraubenförmig oder spiralförmig vorwärts.

[0020] Im Unterschied zu einer Venturidüse, die üblicherweise für die Einbringung von Ozon verwendet wird, wird bei einem Wirbelkammerreaktor zusätzlich eine rotierende Bewegung bereit-

gestellt.

[0021] Der Wirbelkammerreaktor kann bspw. durch eine Kammer gebildet sein, bei der die Flüssigkeit im oberen Bereich eingeleitet wird, und entlang einer Kammerwandung geführt wird, so dass ein mit der Spitze nach unten gerichteter, wandernder Wirbel entsteht. Am unteren Scheitelpunkt, an dem ein Unterdruck im Bereich von 0,7-0,95 bar entsteht, wird dieser Wirbel bevorzugt mit dem Ozon gemischt und anschließend in Folge 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.

[0022] Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Wirbelkammerreaktor eine Lavaldüse umfasst. 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.

[0023] 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.

[0024] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass der Zirkulationskreislauf einen Kalkfilter, insbesondere einen Membranfilter aufweist, der bevorzugt durch eine Mikrofiltrationseinheit mit einer Ausschlussgrenze von bevorzugt 0,2-1 μm , insbesondere 0,2 μm , gebildet ist. Weiters kann ein Kalkfilter, insbesondere ein Membranfilter mit einer Ausschlussgrenze von ca. 1 μm vorgesehen sein. Durch diesen Filter können die im Fluid befindlichen Kalkpartikel und andere unerwünschte Stoffe wirkungsvoll aus dem Fluid entfernt werden.

[0025] Hierbei ist bevorzugt vorgesehen, dass der Kalkfilter in Strömungsrichtung nach der Ozonzuführungsvorrichtung angeordnet ist.

[0026] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass das Fluidbecken mit einer Nachspeiseleitung verbunden ist. Diese Nachspeiseleitung dient dem Nachfüllen des insbesondere durch Verdunstung oder Abschlammung aus dem Kühlkreislauf entfernten Fluids.

[0027] Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass der Zirkulationskreislauf mit einer Nachspeiseleitung verbunden ist, die bevorzugt in Strömungsrichtung vor der Ozonzuführungsvorrichtung in den Zirkulationskreislauf mündet. Vor dem Eintritt der Nachspeiseleitung in den Zirkulationskreislauf ist bevorzugt ein mikrobiologischer Eintragsschutz vorgesehen, der bevorzugt eine Membran mit einer Ausschlussgrenze von mindestens 0,2 μm , bevorzugt 0,1-0,2 μm , aus bevorzugt ozonfestem Material umfasst. Alternativ kann ein Reaktionstank mit Ozon vorgesehen sein. In beiden Fällen ist bevorzugt vorgesehen, dass der bestehende Wirbelstromreaktor für die Reinigung der Membran oder für die Anreicherung des Reaktionstanks mit entsprechender Verweildauer des Nachspeisefluids verwendet wird. Dadurch gelingt es auf einfache Art und Weise, das nachgefüllte Wasser bereits vor dem Einspeisen in das Fluidbecken und den Kühlkreislauf mit Ozon zu behandeln und somit bereits vorab Bakterien, Legionellen und andere unerwünschte Verunreinigungen des Fluids wirksam zu entfernen. Da der Eintrag der Legionellen verhindert wird, können diese auch nicht in den Kühlkreislauf gelangen.

[0028] Bei einer besonders effizienten Ausführung ist vorgesehen, dass der Zirkulationskreislauf eine Bypass-Leitung aufweist, die ausgebildet ist, um Fluid aus dem Zirkulationskreislauf zu entnehmen und stromaufwärts der Ozoneinbringung dem Zirkulationskreislauf oder der Nachspeiseleitung zuzuführen. Dadurch kann einerseits ein ausreichender Durchsatz durch den Zirkulati-

onskreislauf sichergestellt werden und gleichzeitig ein Teil des durchströmenden Fluids effizient mit Ozon behandelt werden. Hierbei kann die Ozonzuführungsvorrichtung kleiner gebaut sein als wenn bei jeder Durchströmung das gesamte Fluid durch den Wirbelkammerreaktor fließen muss. Weiters kann durch den Einsatz von Ventilen der Durchsatz durch den Zirkulationskreislauf und insbesondere durch die Bypass- Leitung je nach Bedarf gesteuert werden. Beispielsweise kann der Durchfluss durch den Zirkulationskreislauf unterbrochen werden, wenn die Nachspeisung erfolgt, die bspw. über ein Schwimmerventil geregelt werden kann.

[0029] Dieser Eintragungsschutz ermöglicht es, dass im Fluid keine oder wesentlich weniger als in den Grenzwerten vorgeschriebene Legionellen enthalten sind.

[0030] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass ein Kühlwasserkreislauf vorgesehen ist, um ein Fluid aus dem Fluidbecken zu entnehmen und anschließend wieder rückzuführen, wobei der Kühlwasserkreislauf einen Wärmetauscher aufweist. Hierbei sind also zwei Fluidkreisläufe vorgesehen, ein Kühlwasserkreislauf für den Wärmeabtransport und ein Zirkulationskreislauf für die Aufbereitung des Fluids. Gegenüber einem gemeinsamen Kreislauf, der sowohl der Kühlung als auch der Aufbereitung dient, hat die Ausführung mit getrennten Kreisen insbesondere den Vorteil, dass die Aufbereitung gezielter und unabhängig vom Kühlprozess erfolgen kann.

[0031] Bei dem Wasseraufbereitungssystem ist insbesondere eine zentrale Steuerung vorgesehen, um einerseits verschiedene Sensoren zu überwachen und die erhaltenen Werte zusammenzuführen und andererseits Ventile, insbesondere Magnetventile und andere Bauelemente entsprechend zu regeln. Insbesondere kann die Ozoneinbringung an die jeweils vorhandenen Fluidwerte angepasst werden, um eine konstante Fluidqualität zu erhalten.

[0032] Weiters ist erfindungsgemäß ein Kühlturm vorgesehen, umfassend ein erfindungsgemäßes Wasseraufbereitungssystem. Das Wasseraufbereitungssystem eignet sich insbesondere für Nasskühltürme, bei denen das Fluid in direktem Kontakt mit der Atmosphäre steht und daher mehr Verunreinigungen als bei Trockenkühltürmen, bei denen das Fluid von direktem Kontakt mit der Atmosphäre abgeschirmt ist, in das Fluid gelangen können.

[0033] Weiters ist erfindungsgemäß ein Verfahren zur Wasseraufbereitung vorgesehen, insbesondere in einem Kühlturm, wobei ein Fluid aus einem Fluidbecken in einen Zirkulationskreislauf geleitet wird, im Zirkulationskreislauf im Wesentlichen reines Ozon mithilfe eines Wirbelkammerreaktors in das Fluid eingebracht wird und anschließend das Fluid aus dem Zirkulationskreislauf wieder in das Fluidbecken rückgeführt wird.

[0034] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das im Wesentlichen reine Ozon aus Umgebungsluft gewonnen wird, bevorzugt mithilfe eines Filtersystems und eines Ozongenerators. Dadurch gelingt eine einfache und zuverlässige Ozonerzeugung, weil der für die Ozongewinnung notwendige Sauerstoff direkt aus der Umgebungsluft gewonnen werden kann und keine separaten Zuführungen hierfür notwendig sind.

[0035] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass das im Wesentlichen reine Ozon in einer Bypass-Leitung dem Fluid zugeführt wird.

[0036] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigt Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Zirkulationskreislauf, Fig. 2 eine erste Ausführung eines Wirbelkammerreaktors und Fig. 3 eine zweite Ausführung eines Wirbelkammerreaktors.

[0037] In Fig. 1 ist mit 1 ein Kühlturm bezeichnet, der am Boden ein Fluidbecken 2 aufweist. Ein Kühlkreislauf 3 weist einen Einlauf im Bereich des Fluidbeckens 2 auf, durch welchen Fluid in den Kühlkreislauf 3 gelangt und durch einen Filter 4 geführt wird. Anschließend wird das entnommene Fluid über einen Wärmetauscher in der Kältemaschine 5 geführt und dort mit der unerwünschten Wärme erwärmt. Im Kühlkreislauf 3 ist weiters eine Pumpe 6 zum Fördern des Fluids innerhalb des Kühlkreislaufes angeordnet. Das durch den Wärmetauscher der Kältemaschine 5 erwärmte Fluid wird über Sprühdüsen 7 im oberen Bereich des Kühlturmes 1 versprüht und kühlt sich dadurch ab bzw. verdunstet teilweise. Das abgekühlte Fluid wird in das Fluidbecken 2 zurückge-

leitet und kann von dort erneut dem Kühlkreislauf 3 zugeführt werden.

[0038] Im Fluidbecken 2 befindet sich auch ein Saugkorb 8, durch welchen Fluid in den Zirkulationskreislauf 9 gefördert wird, um das Fluid aufzubereiten. Zum Transport des Fluids sind im Zirkulationskreislauf 9 zwei Pumpen 10 angeordnet. Weiters befindet sich im Zirkulationskreislauf 9 ein Kalkfilter 11, der bspw. als 20 µm-Filter ausgebildet ist, um Kalkpartikel und ähnliche Verunreinigungen aus dem Fluid zu entfernen. Stromaufwärts des Kalkfilters 11 ist eine Ozonzuführungsvorrichtung, umfassend einen Wirbelkammerreaktor 12, einen mit dem Wirbelkammerreaktor 12 verbundenen Ozongenerator 13 und ein mit dem Ozongenerator 13 verbundenes Filtersystem 14, vorgesehen. Das Filtersystem 14 weist eine Ansaugöffnung auf, durch welche Umgebungsluft eingesaugt werden kann. Im Filtersystem 14 befinden sich ein CO₂-Filter und/oder ein N₂-Filter, um aus der Umgebungsluft im Wesentlichen reinen Sauerstoff zu erhalten. Anschließend wird der im Wesentlichen reine Sauerstoff dem Ozongenerator 13 zugeführt, in welchem im Wesentlichen reines Ozon erzeugt wird, das anschließend im Wirbelkammerreaktor 12 dem Fluid zugeführt wird. Stromabwärts des Wirbelkammerreaktors 12 wird das entnommene Fluid über den Zirkulationskreislauf 9 wieder dem Fluidbecken 2 zugeführt.

[0039] Stromaufwärts des Wirbelkammerreaktors 12 mündet weiters die Nachspeiseleitung 15, die mit einem nicht dargestellten Fluidreservoir, bspw. einem Wasseranschluss verbunden ist. Das nachzufüllende Fluid wird über einen Mikrofilter 16 geführt, um Verunreinigungen bereits vor dem Eintritt des Fluids in den Zirkulationskreislauf 9 zu entfernen.

[0040] Zur Regelung des Systems ist eine Steuerung 17 vorgesehen, die über schematisch dargestellte Leitungen 18 mit den einzelnen Elementen verbunden ist. Mithilfe des Temperatursensors 19, des Redoxsensors 20, des pH-Sensors 21, des BAC-Sensors 22 und/oder des Leitwert-Sensors 23 wird der Zustand der Kühlflüssigkeit kontinuierlich überwacht. Der Redoxsensor 20 dient der Messung des Oxidationspotentials der Kühlflüssigkeit, welches ein Indikator für die Qualität der Kühlflüssigkeit ist. Der BAC-Sensor misst die Belastung mit Bakterien und der Leitwertsensor 23 die Kalkbelastung. Die Drucksensoren 24 dienen der Regelung der Kavitation im Wirbelkammerreaktor 12 mittels der Pumpen 10. Mithilfe der Magnetventile 25 wird der Durchfluss gesteuert und den jeweils erforderlichen Gegebenheiten angepasst. Weiters sind eine Rückschlagklappe 26 sowie ein Schwimmerschalter 27 vorgesehen, um den Rückfluss der Kühlflüssigkeit in den Kühlturm 1 zu regeln.

[0041] In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßer Wirbelkammerreaktor 12 dargestellt. Der Wirbelkammerreaktor 12 ist spiralförmig ausgebildet und weist eine Wirbelkammer 28, zwei Fluidzuläufe 29 sowie ein Auslaufrohr 30 auf. Das Fluid tritt durch die beiden Fluidzuläufe 29 in die Wirbelkammer 28 ein und wird am Rand der Wirbelkammer 28 entlang geführt, sodass ein Wirbel entsteht, der in einer Eintrittsöffnung 31 des Auslaufrohrs 30 mündet (siehe Fig. 3).

[0042] In Fig. 3 ist eine Schnittansicht des Wirbelkammerreaktors 12 gemäß Fig. 2 dargestellt. Im Bereich der Eintrittsöffnung 31 des Auslaufrohrs 30 ist eine Verengung, insbesondere eine Lavaldüse 32 vorgesehen. Weiters befindet sich im Bereich der Eintrittsöffnung 31 des Auslaufrohrs 30 die Ozoneinbringung 33. Das Fluid tritt durch die Fluidzuläufe 29 in die Wirbelkammer 28 ein und wird in einer schematisch angedeuteten spiralförmigen Bewegung nach unten in Richtung zur Eintrittsöffnung 31 des Auslaufrohrs 30 geleitet. Dort tritt das Fluid in das Auslaufrohr 30 ein und im Bereich der Lavaldüse 32 wird das Ozon durch die Ozoneinbringung 33 dem Fluid zugeführt. Im Bereich der Lavaldüse 32 entsteht eine Unterdruckzone, die sich günstig auf die Vermischung des Ozons mit dem Fluid auswirkt. Anschließend wird das Fluid schraubenförmig innerhalb des Auslaufrohrs 30 gefördert und verlässt den Wirbelkammerreaktor 12 wieder.

Patentansprüche

1. Wasseraufbereitungssystem, insbesondere für offene Wasserkreisläufe wie Kühltürme, Luftwäscher, Zierbrunnen oder Schwimmbäder, umfassend ein Fluidbecken sowie einen Zirkulationskreislauf, der ausgebildet ist, um ein Fluid aus dem Fluidbecken zu entnehmen und anschließend wieder rückzuführen, wobei der Zirkulationskreislauf eine Ozonzuführungsvorrichtung aufweist, um Ozon in das Fluid einzubringen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ozonzuführungsvorrichtung einen Wirbelkammerreaktor und einen Ozongenerator aufweist, der mit einem eine Einlauföffnung für Umgebungsluft aufweisenden Filtersystem verbunden ist, sodass dem Ozongenerator durch das Filtersystem gereinigte Umgebungsluft, insbesondere im Wesentlichen reiner Sauerstoff, zur Ozonerzeugung zugeführt werden kann.
2. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wirbelkammerreaktor eine Lavaldüse umfasst.
3. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wirbelkammerreaktor zumindest zwei Fluidzuläufe aufweist und bevorzugt spiralförmig oder eiförmig ausgebildet ist.
4. Wasseraufbereitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zirkulationskreislauf einen Kalkfilter, insbesondere einen Membranfilter aufweist, der bevorzugt durch eine Mikrofiltrationseinheit mit einer Ausschlussgrenze von bevorzugt 0,2-1 µm, insbesondere 0,2 µm, gebildet ist.
5. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kalkfilter in Strömungsrichtung nach der Ozonzuführungsvorrichtung angeordnet ist.
6. Wasseraufbereitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zirkulationskreislauf mit einer Nachspeiseleitung verbunden ist, die bevorzugt in Strömungsrichtung vor der Ozonzuführungsvorrichtung in den Zirkulationskreislauf mündet.
7. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nachspeiseleitung einen Membranfilter, insbesondere eine Mikrofiltration mit einer Ausschlussgrenze von bevorzugt <0,2 µm, insbesondere 0,1 µm und/oder eine Ozonzuführungsvorrichtung, die bevorzugt einen Wirbelkammerreaktor aufweist, umfasst.
8. Wasseraufbereitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zirkulationskreislauf eine Bypass-Leitung aufweist, in welcher bevorzugt die Ozonzuführungsvorrichtung angeordnet ist.
9. Kühlturm, umfassend ein Wasseraufbereitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8.
10. Verfahren zur Wasseraufbereitung, insbesondere in einem Kühlturm, wobei ein Fluid aus einem Fluidbecken in einen Zirkulationskreislauf geleitet wird, im Zirkulationskreislauf im Wesentlichen reines Ozon mithilfe eines Wirbelkammerreaktors in das Fluid eingebracht wird und anschließend das Fluid aus dem Zirkulationskreislauf wieder in das Fluidbecken rückgeführt wird.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

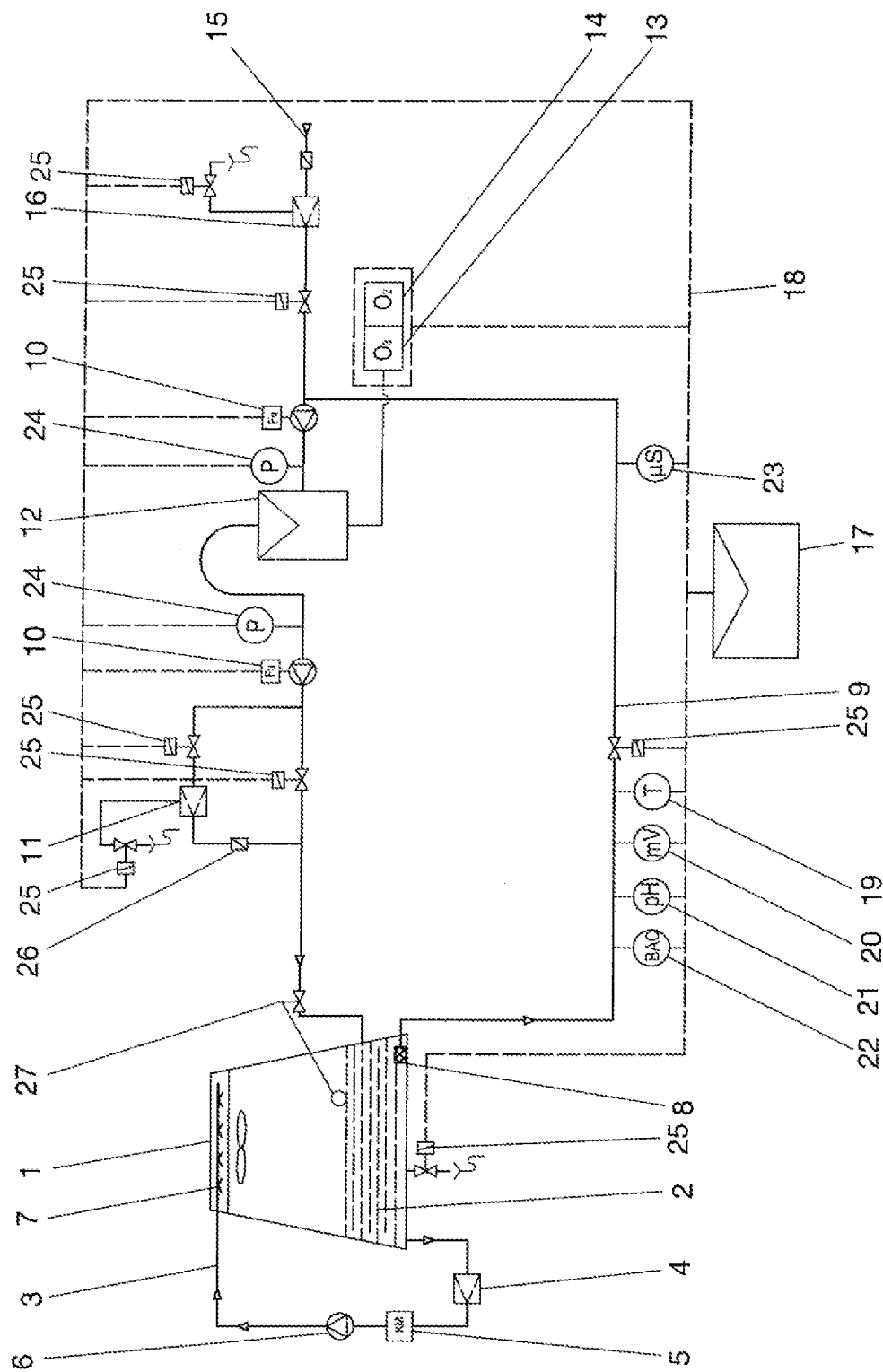


Fig. 1

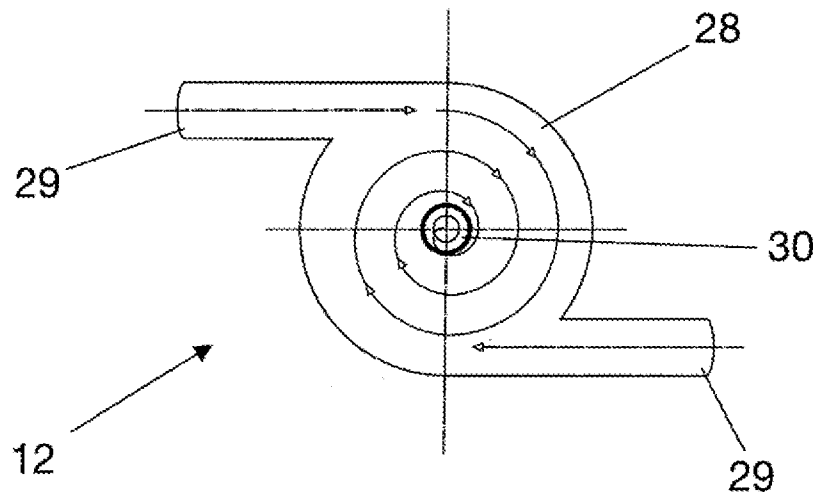


Fig. 2

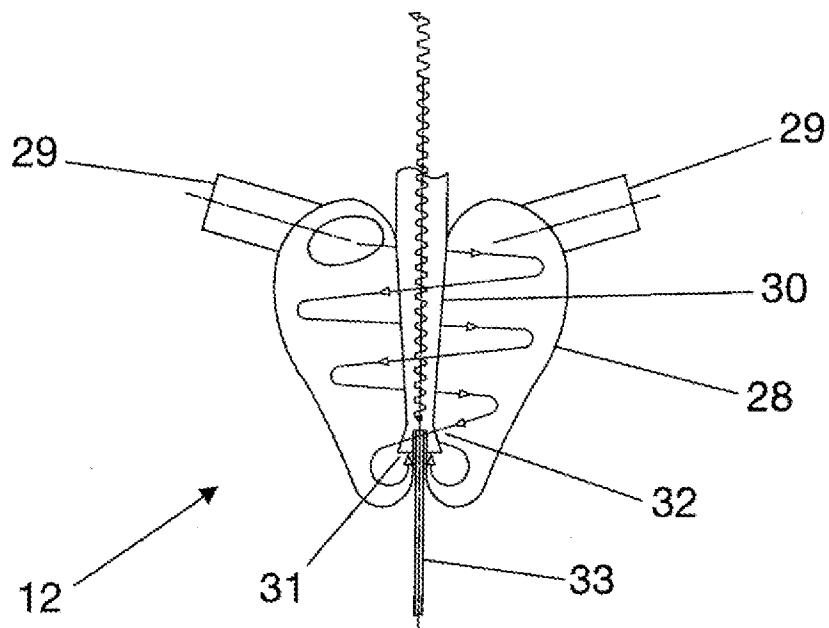


Fig. 3