



Die Erfindung betrifft ein Wasseraufbereitungssystem mit einem Kaltwasserzulauf (10), der in einem Zirkulationskreislauf (20) mündet, wobei der Zirkulationskreislauf (20) wenigstens einen Erhitzer (23) und wenigstens eine Kavitationseinheit (24) umfasst. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Kaltwasserzulauf (10) dem Erhitzer (23) in Strömungsrichtung vorgeordnet ist und wenigstens eine Ultrafiltrationseinheit (11) und/oder wenigstens eine Ultraviolettlichtbehandlungseinheit aufweist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Aufbereiten von Wasser, wobei Kaltwasser in einer ersten Reinigungsstufe ultrafiltriert und/oder mit Ultraviolettlicht behandelt wird, anschließend in einem Zirkulationskreislauf (20) zur Erzeugung von Warmwasser erhitzt und das Warmwasser in einer zweiten Reinigungsstufe einer Kavitationsbehandlung unterzogen wird.

Wasseraufbereitungssystem und Verfahren zum Aufbereiten von Wasser

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Wasseraufbereitungssystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Aufbereiten von Wasser. Ein Wasseraufbereitungssystem der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus der WO 2008/037351 bekannt, die auf den Anmelder zurückgeht.

Das bekannte Wasseraufbereitungssystem umfasst einen Zirkulationskreislauf, in dem ein Warmwasserspeicher und ein Kavitator angeordnet sind. Der Kavitator ist dabei dem Warmwasserspeicher in Strömungsrichtung nachgeordnet. Der Warmwasserspeicher umfasst ferner eine Heizung, die das im Zirkulationskreislauf umlaufende Wasser erwärmt. Zwischen dem Warmwasserspeicher und dem Kavitator ist in Strömungsrichtung ein Kaltwasserzulauf angeordnet. Das Kaltwasser wird dem Zirkulationskreislauf also vor dem Kavitator zugeführt. Im Kavitator erfolgt eine Reinigung des zugeführten Kaltwassers sowie des im Zirkulationskreislauf zirkulierenden Warmwassers, wobei vor allem biologische Verunreinigungen, die insbesondere Legionellenwachstum fördern, reduziert werden. Das gereinigte Kaltwasser-/Warmwassergemisch wird dem Warmwasserspeicher zugeführt, wobei der Kaltwasseranteil im Warmwasserspeicher durch die Heizung erwärmt wird.

Der Warmwasserspeicher bei den bekannten Wasseraufbereitungssystemen ist ferner mit einer Warmwasserzirkulation gekoppelt, die den Warmwasserspeicher mit Entnahmestellen verbindet. Wenn an den Entnahmestellen Warmwasser aus der Warmwasserzirkulation entnommen wird, wird die entsprechende Menge an Kaltwasser dem

Zirkulationskreislauf nachgeführt, im Kavitator gereinigt und dem Warmwasserspeicher zugeleitet. Der Warmwasserspeicher bildet dabei einen Puffer, der wirksam wird, wenn die Menge des entnommenen Warmwassers die nachgeführte Kaltwassermenge übersteigt. In diesen Fällen ergibt sich allerdings die Problematik, dass das nachgeführte Kaltwasser im Zirkulationskreislauf eine geringe Verweildauer aufweist, wodurch die Anzahl der Kavitationsbehandlungen im Zirkulationskreislauf reduziert werden. Wenn also der Warmwasserspeicher durch eine erhöhte Entnahmemenge des Warmwassers leergelaufen ist, wird das nachgeführte Kaltwasser nach der Kavitationsbehandlung und dem anschließenden Erwärmen durch die Heizung des Warmwasserspeichers direkt der Entnahmestelle zugeführt. Eine ausreichend lange Verweildauer des Kaltwassers im Zirkulationskreislauf ist also nicht gegeben, so dass keine sichere Entkeimung bzw. ausreichende Reduktion von biologischen Verunreinigungen gewährleistet werden kann. Diese Problematik trifft auch dann teilweise zu, wenn der Warmwasserspeicher gefüllt ist und entsprechend eine Pufferfunktion wahrnimmt. Konkret kann bei dem bekannten Wasseraufbereitungssystem auch bei gefülltem Warmwasserspeicher nicht ausgeschlossen werden, dass ein Kaltwasseranteil, der dem Warmwasserspeicher über den Kavitator zugeführt wird, sofort in die Warmwasserzirkulation geleitet wird.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, das bekannte Wasseraufbereitungssystem derart weiterzuentwickeln, dass die Reinigungswirkung erhöht und der konstruktive Aufwand verringert wird. Ferner besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren zum Aufbereiten von Wasser anzugeben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe im Hinblick auf die Vorrichtung durch den Gegenstand des Anspruchs 1 und im Hinblick auf das Verfahren durch den Gegenstand des Anspruchs 15 gelöst.

Die Erfindung beruht auf dem Gedanken, ein Wasseraufbereitungssystem mit einem Kaltwasserzulauf anzugeben, der in einen Zirkulationskreislauf mündet, wobei der Zirkulationskreislauf wenigstens einen Erhitzer und wenigstens eine Kavitationseinheit umfasst. Dabei ist der Kaltwasserzulauf dem Erhitzer in Strömungsrichtung vorgeordnet und weist wenigstens eine Ultrafiltrationseinheit und/oder eine Ultraviolettlichtbehandlungseinheit auf.

Im Unterschied zu dem bekannten Wasseraufbereitungssystem ist bei der Erfindung vorgesehen, den Kaltwasserzulauf direkt vor dem Erhitzer mit dem Zirkulationskreislauf zu verbinden, so dass das zugeführte Kaltwasser unmittelbar in Warmwasser um-

gewandelt wird. Um die Eintragung von biologischen Verunreinigungen in den Zirkulationskreislauf zu verringern, ist vorteilhaft die Ultrafiltrationseinheit und/oder die Ultraviolettlchtbehandlungseinheit vorgesehen, die im Kaltwasserzulauf angeordnet ist. Durch die Ultrafiltrationseinheit und/oder die Ultraviolettlchtbehandlungseinheit werden biologische Verunreinigungen bereits vor der Zufuhr des Kaltwassers in den Zirkulationskreislauf zurückgehalten bzw. durch die Ultraviolettlchtbehandlungseinheit abgetötet. Die Effizienz der Wasseraufbereitung wird auf diese Weise erhöht. Überdies ermöglicht die vorgeschaltete Ultrafiltration bzw. die Ultraviolettlchtbehandlungseinheit des Kaltwassers die Verwendung von kleineren Pumpen im Zirkulationskreislauf, da der Anteil an biologischen Verunreinigungen, die in den Zirkulationskreislauf eingeleitet werden, reduziert wird und somit eine reduzierte Anzahl an Kavitationsbehandlungen in der Kavitationseinheit für eine effiziente Reinigung ausreicht. Das bedeutet, dass durch die vorgeschaltete Ultrafiltrationseinheit und/oder die vorgeschaltete Ultraviolettlchtbehandlungseinheit die Durchflussrate im Zirkulationskreislauf reduzierbar ist.

Im Allgemeinen bildet das erfindungsgemäße Wasseraufbereitungssystem also eine doppelte Barriere für biologische Verunreinigungen, insbesondere für Legionellen. Die Qualität des aufbereiteten Wassers, insbesondere Trinkwassers, wird durch die erfindungsgemäße Weiterentwicklung effizient gesteigert.

Ein weiterer Vorteil der vorgeschalteten Ultrafiltrationseinheit bzw. der vorgeschalteten Ultraviolettlchtbehandlungseinheit betrifft das Energieeinsparungspotential des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystems. Zusätzlich zur Kavitationsbehandlung erfolgt eine thermische Desinfektion des Warmwassers im Zirkulationskreislauf. Dabei kann die Behandlungszeit durch Wahl der Temperatur bestimmt werden. Beispielsweise ist es bekannt, dass die thermische Zerstörung von Legionellen bei einer Temperatur von 60 °C wenigstens 20 min Behandlungsdauer benötigt. Bei nur 55 °C erhöht sich die Behandlungsdauer auf das Doppelte bis Dreifache (ca. 1 Stunde).

Beim erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystem wird allerdings durch die Ultrafiltrationseinheit und/oder die Ultraviolettlchtbehandlungseinheit bereits der Eintrag von Legionellen in den Warmwasser führenden Zirkulationskreislauf erheblich reduziert, so dass auch bei geringerer Warmwassertemperatur eine schnelle thermische Desinfektion erfolgt. Die Ultrafiltrationseinheit bzw. die Ultraviolettlchtbehandlungseinheit verhindert oder reduziert zumindest den Eintrag von biologischen Verunreinigungen, d.h. Bakterien und dergleichen, bzw. tötet diese ab, so dass auch Totleitungen im Wasserkreislauf, die üblicherweise einen Verseuchungsherd darstellen, im We-

sentlichen frei von Infektionen gehalten werden. Eine rein thermische Desinfektion, wie aus dem Stand der Technik bekannt, stößt hier an Grenzen.

Des Weiteren hat sich überraschenderweise gezeigt, dass durch das erfindungsgemäße Wasseraufbereitungssystem Bakterien, insbesondere Legionellen, in Totleitungen die Nährstoffe entzogen werden, so dass die Bakterien in der Totleitung nach einer gewissen Zeit absterben. Hierdurch wird die Anzahl möglicher Verseuchungsherde reduziert. Die in Experimenten festgestellte Zeit bis zum Absterben von Legionellen in Totleitungen auf diese Weise beträgt ca. 1-3 Jahre.

Zusätzlich wird eine Kavitationsbehandlung in der Kavitationseinheit durchgeführt, die die Gesamtbehandlungsdauer zur Entkeimung weiter reduziert. Das bedeutet, dass das erfindungsgemäße Wasseraufbereitungssystem eine erhöhte Energieeffizienz aufweist, da die Temperaturdifferenz zwischen Warmwasser und Kaltwasser reduziert werden kann.

Durch die entsprechend geringere Warmwassertemperatur wird zusätzlich dem Ausfall und der Ablagerung von Kalkbestandteilen entgegengewirkt. Somit kann auf eine Enthärtung des Wassers verzichtet werden. Überdies kann auf diese Weise auf einen Verbrühschutz verzichtet werden. Ferner ermöglichen die geringeren Warmwassertemperaturen eine Reduktion von Abstrahlverlusten, wodurch die Erwärmung von benachbarten Kaltwasserleitungen reduziert und somit das Risiko eines zusätzlichen Legionellenbefalls weiter minimiert wird.

Das erfindungsgemäße Wasseraufbereitungssystem kann zum Legionellenschutz insbesondere auch bei Warmwassertemperaturen bis 35 °C wirksam eingesetzt werden. Hierdurch wird weniger Energie zur Erwärmung des Warmwassers benötigt. Die technischen Anforderungen an das Wasseraufbereitungssystem können aufgrund der geringeren Warmwassertemperatur reduziert werden. Durch eine erniedrigte Warmwassertemperatur kann u.a. der Isolierungsaufwand für das Wasseraufbereitungssystem verringert werden. Ebenfalls können die benötigten Anschlusswerte der Warmwasserversorger erheblich gesenkt werden. Der für die Kavitationsbehandlung hierbei benötigte Energieaufwand hängt von der Warmwassertemperatur ab.

In der Kavitationseinheit werden lokal begrenzt Temperaturen von bis zu 10.000 °C und Druckunterschiede zwischen – 1 bar bis + 5.000 bar erreicht. Hierdurch werden Bakterien, insbesondere Legionellen, weitgehend unabhängig von der Temperatur des durchlaufenden Warmwassers abgetötet. Die für die Kavitationsbehandlung benötigte

Energie geht weitgehend in die Temperatur des Warmwassers erhöhende Wärme über. Die Energie für die Kavitationsbehandlung verlässt somit das Wasseraufbereitungssystem weitgehend nicht.

Die Ultrafiltrationseinheit ist insbesondere als Doppelfilter ausgeführt. Hierdurch wird eine verbesserte Wirtschaftlichkeit des Wasseraufbereitungssystems erreicht. Die Ultrafiltrationseinheit wird vorzugsweise automatisch gereinigt. Hierdurch sinken der Aufwand und die Kosten für die Wartung des Wasseraufbereitungssystems.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystems umfasst der Kaltwasserzulauf eine Brauchwasserabzweigung, die den Kaltwasserzulauf mit einer Entnahmestelle fluidverbindet. Die Brauchwasserabzweigung kann der Ultrafiltrationseinheit und/oder der Ultraviolettlichtbehandlungseinheit vorgeordnet sein. Da durch die Ultrafiltrationseinheit und/oder die Ultraviolettlichtbehandlungseinheit die Temperatur des Warmwassers im Zirkulationskreislauf reduziert werden kann, wird die Erwärmung von parallel zu Zirkulationsleitungen laufenden Brauchwasserleitungen vermieden, so dass das Risiko eines Legionellenwachstums in den Kaltwasser führenden Brauchwasserleitungen bzw. in der Brauchwasserabzweigung reduziert wird. Alternativ kann die Brauchwasserabzweigung auch der Ultrafiltrationseinheit und/oder der Ultraviolettlichtbehandlungseinheit nachgeordnet sein. Das bedeutet, dass das gesamte Kaltwasser in der Ultrafiltrationseinheit filtriert wird und/oder in der Ultraviolettlichtbehandlungseinheit behandelt wird. Auf diese Weise wird auch das in die Brauchwasserabzweigung abgeleitete Kaltwasser, das direkt zur Entnahmestelle geleitet wird, zunächst in der Ultrafiltrationseinheit und/oder in der Ultraviolettlichtbehandlungseinheit entkeimt.

Vorzugsweise weist der Zirkulationskreislauf einen Vorlauf, der vom Erhitzer zur Entnahmestelle führt und einen Rücklauf auf, der von der Entnahmestelle zum Erhitzer führt. Der Vorlauf und der Rücklauf bilden also gemeinsam den Zirkulationskreislauf, wobei zumindest im Vorlauf durchgehend Warmwasser geführt ist. Der Rücklauf kann abschnittsweise Warmwasser und/oder ein Kaltwasser-/Warmwassergemisch führen.

Der Zirkulationskreislauf kann wenigstens einen Warmwasserspeicher umfassen, der mit dem Rücklauf fluidverbunden ist. Der Warmwasserspeicher kann zusätzlich mit dem Vorlauf verbunden sein. Vorzugsweise umfasst der Warmwasserspeicher eine Entnahmeleitung, die mit dem Vorlauf fluidverbunden ist. Der Warmwasserspeicher bzw. die Entnahmeleitung des Warmwasserspeichers ist also der Entnahmestelle vorgeordnet. Somit bildet der Warmwasserspeicher einen Puffer, wodurch ausreichend

Warmwasser bereitsteht, um an der Entnahmestelle entnommen zu werden, selbst wenn die Menge des in den Zirkulationskreislauf geführten Kaltwassers die Menge des entnommenen Warmwassers zeitweise unterschreitet.

Vorteilhafterweise ist die Erfindung sowohl bei Speichersystemen, als auch bei Durchlaufsystemen einsetzbar. Konkret kann das erfindungsgemäße Wasseraufbereitungssystem also mit oder ohne einen Warmwasserspeicher eingesetzt werden. Bei Systemen ohne Warmwasserspeicher, die lediglich einen Durchlauferhitzer umfassen, ist in Abhängigkeit der entnommenen Warmwassermenge an den Entnahmestellen eine reduzierte Anzahl von Kavitationsbehandlungen möglich. Durch die vorgeschaltete Ultrafiltrationseinheit und/oder Ultraviolettlichtbehandlungseinheit wird dennoch eine ausreichend hohe Trinkwasserqualität erreicht, da der Eintrag von Keimen, insbesondere Legionellen, verhindert oder zumindest verringert wird. Dasselbe gilt für Speichersysteme, bei denen der Warmwasserspeicher durch erhöhte Entnahmemengen leergelaufen ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystems ist die Kavitationseinheit dem Warmwasserspeicher vorgeordnet. Der Warmwasserspeicher bildet somit mit der Entnahmeleitung, dem Vorlauf und dem Rücklauf einen Behandlungskreislauf, der die Kavitationseinheit umfasst. Auf diese Weise wird das im Behandlungskreislauf bzw. allgemein im Zirkulationskreislauf zirkulierende Warmwasser mehrfach der Kavitationseinheit zugeführt und die Reinigungswirkung somit erhöht. Indem die Kavitationseinheit dem Warmwasserspeicher vorgeordnet wird, wird sichergestellt, dass die gesamte Menge des in den Warmwasserspeicher eingetragenen Warmwassers zumindest einmalig kavitationsbehandelt wird.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Zirkulationskreislauf eine Bypassleitung umfasst, die den Rücklauf mit dem Warmwasserspeicher fluidverbindet. Die Bypassleitung kann dem Warmwasserspeicher nachgeordnet sein. Das bedeutet, dass die Bypassleitung vom Zirkulationskreislauf an einer Stelle abzweigt, die dem Warmwasserspeicher nachgeordnet ist.

Die Kavitationseinheit kann in der Bypassleitung angeordnet sein. Die Anordnung der Kavitationseinheit in der Bypassleitung hat den Vorteil, dass lediglich ein Teil des Warmwassers kontinuierlich der Kavitationsbehandlung zugeführt wird, wodurch die Energieeffizienz des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystems gesteigert wird. Eine derartige Teilbehandlung des Warmwassers ist dabei ausreichend, da durch die Ultrafiltrationseinheit und/oder die Ultraviolettlichtbehandlungseinheit im Kaltwasser-

zulauf bereits die Anzahl an biologischen Verunreinigungen, insbesondere Legionellen, reduziert wird.

Vorzugsweise umfasst das erfindungsgemäße Wasseraufbereitungssystem eine Steuereinrichtung, die mit der Kavitationseinheit und/oder wenigstens einer Pumpe, insbesondere wenigstens einer durch einen Frequenzumrichter gesteuerten Pumpe, und/oder wenigstens einem Gassensor und/oder Drucksensor signalverbunden ist. Die Steuereinheit ermöglicht die Steuerung des Wasseraufbereitungssystems derart, dass die Durchlaufmenge, insbesondere durch die Kavitationseinheit, entsprechend den Messwerten der unterschiedlichen Sensoren, insbesondere des Gassensors und/oder eines Drucksensors, angepasst werden kann. Dazu ist die Steuereinrichtung vorteilhaft mit wenigstens einer Pumpe, vorzugsweise mit zwei durch einen Frequenzumrichter gesteuerten Pumpen, des Wasseraufbereitungssystems und wenigstens einem Sensor, insbesondere Gassensor und/oder Drucksensor, signalverbunden. Der Gassensor liefert insbesondere ein Ein- und Ausschaltsignal für eine Entgasung in der Kavitationseinheit, wobei mittels der Entgasung aus dem behandelten Warmwasser ausgasende Bestandteile abgeführt werden können. Hierdurch wird verhindert, dass dem Warmwasser zuviel Sauerstoff entzogen wird, wodurch sich das aerobe Milieu des Warmwassers in ein anaerobes Milieu verändern könnte.

Ferner kann das erfindungsgemäße Wasseraufbereitungssystem wenigstens einen Mikroblasenabscheider in Kombination mit einem Magnetventil umfassen, so dass in Abhängigkeit von den Messwerten des Gassensors durch die Steuereinheit das Magnetventil mit dem Mikroblasenabscheider steuerbar ist. Auf diese Weise kann der Sauerstoffgehalt im Warmwasser eingestellt werden. Insbesondere ist es möglich, durch den Mikroblasenabscheider den Sauerstoffgehalt derart zu reduzieren, dass ein Legionellenwachstum vermieden bzw. zumindest reduziert wird.

Das Wasseraufbereitungssystem kann eine Dosierungseinrichtung zum Zuführen eines Desinfektionsmittels, insbesondere eines Oxidationsmittels, vorzugsweise von Ozon, in den Zirkulationskreislauf umfassen. Auf diese Weise kann das Leitungssystem des Wasseraufbereitungssystems desinfiziert werden, ohne dass eine thermische Desinfektion, d.h. eine Aufheizung des Warmwassers bzw. des Leitungssystems, hierzu notwendig ist. Somit entfallen auch etwaige durch eine thermische Desinfektion verursachte notwendige Reparaturarbeiten an dem Wasseraufbereitungssystem. Zudem ist es, insbesondere in Sommern, den zentralen Wasserversorgern nicht möglich, jedem Nutzer jederzeit eine ausreichende Menge an Warmwasser zu Verfügung zu stellen, die für eine thermische Desinfektion des Wasseraufbereitungssystems nötig ist.

Somit ist ein weiterer Vorteil hiervon, dass eine Desinfektion des Wasseraufbereitungssystems jederzeit möglich ist.

Die Kavitationseinheit kann derart geometrisch ausgebildet sein, dass sie einen Unterdruckbereich zur Zuführung des Desinfektionsmittels aufweist. Auf diese Weise wird die Zuführung des Desinfektionsmittels vereinfacht. Zudem wird keine zusätzliche Pumpe zur Zuführung des Desinfektionsmittels benötigt.

In einer weiteren Ausführungsform ist ein Temperatursensor in dem Zirkulationskreislauf angeordnet. Hierdurch fungiert der Zirkulationskreislauf als zusätzlicher Speicher für das Warmwasser neben dem Warmwasserspeicher.

Ferner wird gemäß einem nebengeordneten Aspekt der Erfindung ein Verfahren zum Aufbereiten von Wasser beansprucht, wobei Kaltwasser in einer ersten Reinigungsstufe ultrafiltriert und/oder mit Ultraviolettlicht behandelt wird, anschließend in einem Zirkulationskreislauf zur Erzeugung von Warmwasser erhitzt und das Warmwasser in einer zweiten Reinigungsstufe einer Kavitationsbehandlung unterzogen wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine verbesserte Keimreduktion erreicht, indem eine doppelte Keimbarriere, nämlich durch die erste Reinigungsstufe (Ultrafiltration und/oder Behandlung mit Ultraviolettlicht) und die zweite Reinigungsstufe (Kavitationsbehandlung), geschaffen wird. Die beiden Reinigungsstufen bilden somit gegenseitig eine Rückfallebene, so dass eine kontinuierliche Entkeimung des Wassers gewährleistet ist. Konkret bedeutet dies, dass beispielsweise bei Ausfall der zweiten Reinigungsstufe eine Keimreduktion in der ersten Reinigungsstufe erfolgt, so dass die Qualität des aufbereiteten Wassers ausreichend gegeben ist. Weitere Vorteile und Wirkungen sind im Zusammenhang mit dem Wasseraufbereitungssystem erläutert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Wasseraufbereitungsverfahrens wird das Warmwasser zumindest teilweise kontinuierlich der zweiten Reinigungsstufe zugeführt. Das Warmwasser wird der Kavitationsbehandlung also kontinuierlich bzw. mehrfach unterzogen, so dass ein Wachstum von biologischen Verunreinigungen, insbesondere ein Legionellenwachstum verhindert wird.

Ferner wird bei einer weiteren Ausführungsform dieses Verfahrens vorzugsweise ein Teil des Kaltwassers nach der ersten Reinigungsstufe abgezweigt und einer Entnahmestelle zugeführt. Auf diese Weise kann an der Entnahmestelle nicht nur Warmwasser, sondern auch Kaltwasser entnommen bzw. mit dem Warmwasser vermischt wer-

den. Dabei besteht der besondere Vorteil des Verfahrens nach dieser Ausführungsform darin, dass der abgezweigte Teil des Kaltwassers, insbesondere das Kaltbrauchwasser, nach der ersten Reinigungsstufe, d.h. nach der Ultrafiltration und/oder Behandlung mit Ultraviolettlicht, abgezweigt wird. Das der Entnahmestelle direkt zugeleitete Kaltwasser wird also zunächst der ersten Reinigungsstufe, also der Ultrafiltration und/oder der Behandlung mit Ultraviolettlicht zugeführt, so dass auch das Kaltbrauchwasser bzw. abgezweigte Kaltwasser von biologischen Verunreinigungen, insbesondere Legionellen, weitgehend befreit wird.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen

- Fig. 1 ein Prozessschaltbild eines erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystems gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 2 das Wasseraufbereitungssystem analog zu Fig. 1 mit alternativer Anordnung der Ultrafiltrationseinheit;
- Fig. 3 ein Prozessschaltbild eines erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystems gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 4 das Wasseraufbereitungssystem analog zu Fig. 3 mit alternativer Anordnung der Ultrafiltrationseinheit;
- Fig. 5 ein Prozessschaltbild des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystems gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel; und
- Fig. 6 das Wasseraufbereitungssystem analog zu Fig. 5 mit alternativer Anordnung der Ultrafiltrationseinheit.

Das Wasseraufbereitungssystem gemäß Fig. 1 bis 6 umfasst jeweils einen Zirkulationskreislauf 20, der einen Erhitzer 23 und eine Kavitationseinheit 24 aufweist. Der Erhitzer 23 ist dabei als Wärmetauscher, insbesondere Plattenwärmetauscher, ausgeführt. Andere Arten von Erhitzern 23 sind möglich. Der als Wärmetauscher ausgeführte Erhitzer 23 umfasst ferner eine Wärmetauscherzuleitung 23a, in der ein Motorventil 23c angeordnet ist, wodurch der Zustrom der Wärmetauscherflüssigkeit regelbar ist. Ferner ist eine Wärmetauscherableitung 23b vorgesehen. Die Wärmetauscherzuleitung 23a und die Wärmetauscherableitung 23b sind durch den Wärmetauscher 23 mit dem

Zirkulationskreislauf 20 thermisch gekoppelt. Dabei besteht vorzugsweise keine Fluidverbindung zwischen der Wärmetauscherzuleitung 23a bzw. Wärmetauscherableitung 23b und dem Zirkulationskreislauf 20.

Der Zirkulationskreislauf 20 umfasst ferner einen Vorlauf 21, der den Wärmetauscher bzw. den Erhitzer 23 mit einer Entnahmestelle 40 verbindet. Ferner ist die Entnahmestelle 40 mit dem Erhitzer 23 wiederum durch einen Rücklauf 22 des Zirkulationskreislaufs 20 gekoppelt. Gemäß Fig. 1 bis 4 ist im Rücklauf 22 des Zirkulationskreislaufs 20 die Kavitationseinheit 24 angeordnet.

Die Ausführungsbeispiele gemäß Fig. 1 bis 6 umfassen ferner einen Kaltwasserzulauf 10, der mit dem Zirkulationskreislauf 20 verbunden ist. Dabei ist der Kaltwasserzulauf 10 dem Erhitzer 23 in Strömungsrichtung vorgeordnet. Das bedeutet, dass der Kaltwasserzulauf 10 derart angeordnet ist, dass das Kaltwasser unmittelbar vor dem Erhitzer 23 in den Zirkulationskreislauf 20, insbesondere den Rücklauf 22, eingeleitet wird. Im Kaltwasserzulauf 10 ist eine Ultrafiltrationseinheit 11 angeordnet. Die Ultrafiltrationseinheit 11 umfasst einen Ultrafilter, der angepasst ist, biologische Verunreinigungen, insbesondere Bakterien und/oder Viren, besonders bevorzugt Legionellen, aus dem Kaltwasser zu filtern. Der Ultrafilter kann dabei eine Filterstruktur aufweisen, die eine Filtration von Partikeln ermöglicht, die höchstens $0,05\ \mu\text{m}$, insbesondere höchstens $0,04\ \mu\text{m}$, insbesondere höchstens $0,035\ \mu\text{m}$, insbesondere $0,03\ \mu\text{m}$, beträgt.

Anstelle der Ultrafiltrationseinheit 11 oder zusätzlich zu dieser kann eine Ultraviolettllichtbehandlungseinheit vorgesehen sein. Die Ultraviolettllichtbehandlungseinheit kann bei jeder der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung jeweils an den Stellen angeordnet sein, an denen eine Ultrafiltrationseinheit 11 angeordnet sein kann bzw. angeordnet ist. Alternativ hierzu kann bei jeder der Ausführungsformen die Ultraviolettllichtbehandlungseinheit direkt vor oder direkt nach der Ultrafiltrationseinheit 11 oder parallel zur Ultrafiltrationseinheit 11 angeordnet sein.

Die Ultraviolettllichtbehandlungseinheit umfasst vorzugsweise einen Ultraviolettstrahler. Der Ultraviolettstrahler bestrahlt das Wasser beim Durchlaufen der Ultraviolettllichtbehandlungseinheit mit ultraviolettem Licht (UV-Licht). Die Intensität des ultravioletten Lichts in der Ultraviolettllichtbehandlungseinheit wird vorzugsweise derart angepasst, dass im Wesentlichen alle Viren und Bakterien, insbesondere Legionellen, bei einmaligem Durchlauf durch die Ultraviolettllichtbehandlungseinheit abgetötet werden.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und 2 betrifft ein Wasseraufbereitungssystem, das als Durchlaufsystem ausgebildet ist. Das bedeutet, dass der Erhitzer 23 bzw. Wärmetauscher, insbesondere Plattenwärmetauscher, im Wesentlichen einen Durchlauferhitzer bildet. Eine Vorrichtung zur Warmwasserspeicherung ist gemäß Fig. 1 und 2 nicht vorgesehen. Die an der Entnahmestelle 40 entnommene Warmwassermenge wird also zweckmäßigerweise zu gleichen Teilen über den Kaltwasserzulauf 10 in den Zirkulationskreislauf 20 nachgeführt. Bei Entnahme von Warmwasser an der Entnahmestelle 40 wird also ein Teil des Kaltwassers, das über den Kaltwasserzulauf 10 vor dem Erhitzer 23 in den Zirkulationskreislauf 20, insbesondere den Rücklauf 22 geleitet wird, direkt über die Entnahmestelle 40 abgeführt, ohne eine Kavitationsbehandlung in der Kavitationseinheit 24 zu erfahren. Durch die im Kaltwasserzulauf 10 angeordnete Ultrafiltrationseinheit 11 und/oder Ultraviolettlichtbehandlungseinheit wird jedoch ein Eintrag von biologischen Verunreinigungen, insbesondere eine Legionellenbelastung, vermieden. Wenn die Entnahmestelle 40 geschlossen ist, zirkuliert das Warmwasser im Zirkulationskreislauf 20 und wird kontinuierlich der Kavitationseinheit 24 zugeführt.

In den Fig. 1 und 2 ist die Kavitationseinheit 24 im Detail dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass die Kavitationseinheit 24 einen Kavitator 24a umfasst, dem eine erste Kavitatorpumpe 24b vorgeordnet ist. Eine zweite Kavitatorpumpe 24c ist dem Kavitator 24a nachgeordnet. Zwischen dem Kavitator 24a und der zweiten Kavitatorpumpe 24c ist ferner ein Drucksensor 24e angeordnet. Die erste Kavitatorpumpe 24b, die zweite Kavitatorpumpe 24c und der Drucksensor 24e sind mit einer Steuereinheit 30 signalverbunden. Die Steuereinheit 30 umfasst ferner eine Signalkopplung zu einem Vorlauftemperatursensor 21a, der im Vorlauf 21 des Zirkulationskreislaufs 20 angeordnet ist. Anhand der Messdaten des Vorlauftemperatursensors 21a und des Drucksensors 24e steuert die Steuereinheit 30 die erste Kavitatorpumpe 24b und/oder die zweite Kavitatorpumpe 24c, so dass bei hoher Energieeffizienz gleichzeitig eine sichere Entkeimung in der Kavitationseinheit 24 ermöglicht wird. Die Kavitationseinheit 24 umfasst ferner eine Entgasung 24d, über die aus dem behandelten Warmwasser ausgasende Bestandteile abgeführt werden können.

Die Kavitatorpumpen (24b, 24c) und auch die anderen Pumpen des Wasseraufbereitungssystem können jeweils mittels eines Frequenzumrichter gesteuerte Pumpen (sogenannte FU-Pumpen) sein. Mittels des Frequenzumrichters wird jeweils die Frequenz des Versorgungsstroms auf die gewünschte Frequenz der Pumpe angepasst.

Der Durchfluss durch die Kavitationseinheit 24 wird durch zwei mittels Frequenzumrichter gesteuerte Pumpen (24b, 24c) angepasst. Die Steuereinheit 30 regelt die Pumpen und somit den Durchfluss durch die Kavitationseinheit 24 entsprechend den in den Pumpen (24b, 24c) integrierten Drucksensoren. Die Drucksensoren können zudem den Betriebszustand und etwaige Störungen der Pumpen (24b, 24c) der Steuereinheit 30 übermitteln, die eine entsprechende Warnung bzw. einen entsprechenden Alarm an den Anwender des Wasseraufbereitungssystems geben kann. Die Sensoren können darüber hinaus als kombinierte Temperatur-/Drucksensoren ausgebildet sein, wodurch zusätzlich die Betriebstemperatur gemessen bzw. durch die Steuereinrichtung 30 überwacht werden kann.

Eine Dosierungseinrichtung 50 führt dem Wasserkreislauf 20 bedarfsweise ein Desinfektionsmittel über eine Zufuhrleitung 60 zu. Das Desinfektionsmittel kann insbesondere ein Oxidationsmittel, beispielsweise Ozon, sein. Die Dosierungseinrichtung 50 führt das Desinfektionsmittel der Kavitationseinheit 24 zu. Andere Stellen, an denen das Desinfektionsmittel in den Zirkulationskreislauf 20 geführt wird, sind vorstellbar. Die Kavitationseinheit 24 weist einen Bereich auf, in dem durch die geometrische Bauform der Kavitationseinheit 24 automatisch Unterdruck erzeugt wird. Vorteilhafterweise wird das Desinfektionsmittel von der Dosierungseinrichtung 50 diesem Bereich der Kavitationseinheit 24 zugeführt. Somit kann auf eine Pumpe zum Zuführen des Desinfektionsmittels verzichtet werden. Durch Einleiten des Desinfektionsmittels in den Zirkulationskreislauf 20 kann das Leitungssystem des Wasseraufbereitungssystems desinfiziert werden, ohne dass eine thermische Desinfektion, d.h. eine Aufheizung des Warmwassers bzw. des Leitungssystems, hierzu notwendig ist. Somit entfallen auch etwaige durch eine thermische Desinfektion verursachte notwendige Reparaturarbeiten an dem Wasseraufbereitungssystem.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist vorgesehen, dass die Ultrafiltrationseinheit 11 und/oder eine Ultraviolettlichtbehandlungseinheit im Kaltwasserzulauf 10 einer Brauchwasserabzweigung 13 nachgeordnet ist. Der Ultrafiltrationseinheit 11 und/oder der Ultraviolettlichtbehandlungseinheit ist ferner im Kaltwasserzulauf 10 eine Kaltwasserpumpe 12 nachgeordnet.

Die Brauchwasserabzweigung 13 führt einen Teilstrom des Kaltwassers aus dem Kaltwasserzulauf 10 zur Entnahmestelle 40. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 wird also der Anteil des Kaltwassers der Ultrafiltrationseinheit 11 und/oder der Ultraviolettlichtbehandlungseinheit zugeführt, der für die Warmwasserbereitung im Zirkulationskreislauf 20, insbesondere im Erhitzer 23, vorgesehen ist. Der direkt für die Ent-

nahme an der Entnahmestelle 40 vorgesehene Kaltwasseranteil wird unter Umgehung der Ultrafiltrationseinheit 11 und/oder der Ultraviolettlichtbehandlungseinheit über die Brauchwasserabzweigung 13 direkt der Entnahmestelle 40 zugeführt.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 entspricht im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 mit dem Unterschied, dass die Ultrafiltrationseinheit 11 im Kaltwasserzulauf 10 der Brauchwasserabzweigung 13 vorgeordnet ist. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 wird also das gesamte Kaltwasser im Kaltwasserzulauf 10 ultrafiltriert und anschließend aufgeteilt, wobei ein erster Kaltwasseranteil dem Zirkulationskreislauf 20 zur Warmwasserbereitung zugeführt und ein zweiter Kaltwasseranteil über die Brauchwasserabzweigung 13 der Entnahmestelle 40 zugeführt wird. Die Kaltwasserpumpe 12 des Kaltwasserzulaufs 10 ist dabei der Brauchwasserabzweigung 13 nachgeordnet. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird also auch das direkt der Entnahmestelle 40 zugeführte Kaltwasser zunächst einer Ultrafiltration unterzogen.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 betrifft ein Wasseraufbereitungssystem, das als Speichersystem ausgeführt ist. Das bedeutet, dass das Wasseraufbereitungssystem gemäß Fig. 3 einen Warmwasserspeicher 25 umfasst. Der Warmwasserspeicher 25 dient dabei als Puffer, so dass ausreichend Warmwasser bereitsteht, selbst wenn die Menge des an der Entnahmestelle 40 entnommenen Warmwassers die Menge des nachgeführten Kaltwassers übersteigt. Generell ähnelt der Aufbau des Wasseraufbereitungssystems gemäß Fig. 3 dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1, wobei im Rücklauf 22 zwischen der Kavitationseinheit 24 und dem Kaltwasserzulauf 10 der Warmwasserspeicher 25 angeordnet ist. Der Warmwasserspeicher 25 ist durch eine Entnahmeleitung 25a mit dem Vorlauf 21 des Zirkulationskreislaufs 20 gekoppelt. Die Kavitationseinheit 24 ist in Fig. 3 vereinfacht dargestellt und entspricht im Wesentlichen dem im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 beschriebenen Aufbau.

Der Warmwasserspeicher 25 bildet mit der Entnahmeleitung 25a, dem Vorlauf 21 und dem Rücklauf 22 einen Behandlungskreislauf 26, der die Kavitationseinheit 24 umfasst. Der Behandlungskreislauf 26 ist Bestandteil des Zirkulationskreislaufs 20 und im Wesentlichen als zusätzlicher, untergeordneter Zirkulationskreislauf ausgebildet. Das bedeutet, dass die Kavitorpumpen 24b, 24c das Warmwasser kontinuierlich zwischen dem Warmwasserspeicher 25 und der Kavitationseinheit 24 umwälzen, so dass eine im Wesentlichen durchgehende Kavitationsbehandlung des Warmwassers erfolgt.

Das Wasseraufbereitungssystem gemäß Fig. 3 umfasst ferner eine Steuereinheit 30, die mit der Kavitationseinheit 24, insbesondere den Kavitatorpumpen 24b, 24c, einem Rücklauftemperatursensor 22a dem Vorlauftemperatursensor 21a, dem Motorventil 23c sowie einem Sauerstoffsensor 21b signalverbunden ist. Der Rücklauftemperatursensor 22a ist dabei zwischen der Kavitationseinheit 24 und dem Warmwasserspeicher 25 im Rücklauf 22 des Zirkulationskreislaufs 20 angeordnet. Der Sauerstoffsensor 21b ist im Vorlauf 21 des Zirkulationskreislaufs 20 zwischen der Entnahmeleitung 25a und der Entnahmestelle 40 angeordnet. Durch die Anordnung des Temperatursensors 22a in dem Zirkulationskreislauf 20 dient das Leitungssystem des Wasseraufbereitungssystems als zusätzlicher Speicher für das Warmwasser neben dem Warmwasserspeicher 25.

Der Kaltwasserzulauf 10 mündet zwischen dem Warmwasserspeicher 25 und dem Erhitzer 23 in den Zirkulationskreislauf 20. Dabei ist der Einmündung des Kaltwasserzulaufs 10 die Ultrafiltrationseinheit 11 vorgeschaltet. Die Ultrafiltrationseinheit 11 ist also im Kaltwasserzulauf 10 angeordnet, wobei die Brauchwasserabzweigung 13 gemäß Fig. 3 der Ultrafiltrationseinheit 11 vorgeordnet ist. Im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 und 2 weist der Kaltwasserzulauf 10 gemäß Fig. 3 keine Kaltwasserpumpe 12 auf. Vielmehr ist die Kaltwasserpumpe 12 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 im Rücklauf 22 platziert und wird als erste Rücklaufpumpe 22b bezeichnet. Die erste Rücklaufpumpe 22b ist also zwischen dem Kaltwasserzulauf 10 und dem Erhitzer 23 im Zirkulationskreislauf 20 angeordnet.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 ist im Wesentlichen analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 aufgebaut, wobei die Ultrafiltrationseinheit 11 im Kaltwasserzulauf 10 jedoch der Brauchwasserabzweigung 13 vorgeordnet ist. Ferner ist gemäß Fig. 4 im Rücklauf 22 zwischen der Kavitationseinheit 24 und dem Rücklauftemperatursensor 22a der Drucksensor 24e dargestellt.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungssystems, wobei die Kavitationseinheit 24 weiter vereinfacht dargestellt ist. Im Wesentlichen umfasst die Kavitationseinheit 24 dieselben Komponenten, wie auch im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 4 beschrieben.

Das Wasseraufbereitungssystem gemäß Fig. 5 ist als Speichersystem ausgebildet. Der Warmwasserspeicher 25 ist dabei analog zu den Fig. 3 und 4 im Rücklauf 22 angeordnet und verbindet den Rücklauf 22 mit dem Vorlauf 21 über die Entnahmeleitung 25a. Im Unterschied zu den vorgenannten Ausführungsbeispielen weist der Zirkulations-

kreislauf 20 gemäß Fig. 5 einen Bypasskreislauf 27 auf, der in Strömungsrichtung nach dem Warmwasserspeicher 25 vom Rücklauf 22 abzweigt und zurück zum Warmwasserspeicher 25 führt. Die Kavitationseinheit 24 ist dabei in der Bypassleitung 27 angeordnet. Gemäß Fig. 5 bildet also die Bypassleitung 27 mit dem Warmwasserspeicher 25 und dem Rücklauf 22 den Behandlungskreislauf 26. Im Behandlungskreislauf 26 wird das Warmwasser durch die Kavitatorpumpen 24b, 24c (in Fig. 5 nicht dargestellt) kontinuierlich umgewälzt, so dass eine durchgehende Reinigung des Warmwassers aus dem Warmwasserspeicher 25 erfolgt.

Der Zirkulationskreislauf 20 gemäß Fig. 5 umfasst ferner eine erste Rücklaufpumpe 22b, die zwischen der Bypassleitung 27 und dem Erhitzer 23 im Rücklauf 22 des Zirkulationskreislaufs 20 angeordnet ist. Konkret ist die erste Rücklaufpumpe 22b zwischen dem Kaltwasserzulauf 10 und dem Erhitzer 23 im Zirkulationskreislauf 20 angeordnet. Ferner ist eine zweite Rücklaufpumpe 22c vorgesehen, die zwischen der Entnahmestelle 40 und dem Warmwasserspeicher 25 im Zirkulationskreislauf 20 angeordnet ist.

Die Ultrafiltrationseinheit 11 ist analog zu den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 bis 4 im Kaltwasserzulauf 10 angeordnet. Insbesondere ist die Ultrafiltrationseinheit 11 zwischen der Brauchwasserabzweigung 13 und dem Zirkulationskreislauf 20 im Kaltwasserzulauf 10 angeordnet. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 wird also der Kaltwasseranteil ultrafiltriert, der für die Warmwasserbereitung vorgesehen ist.

Ferner umfasst die Entnahmestelle 40 einen Warmwasserultrafilter 41. Das über die Entnahmestelle 40 entnommene Warmwasser wird also kurz vor der Entnahme nochmals ultrafiltriert.

Das Wasseraufbereitungssystem gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist im Wesentlichen analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 aufgebaut, wobei die Brauchwasserabzweigung 13 dem Ultrafilter 11 im Kaltwasserzulauf 10 nachgeordnet ist. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 6 wird also das gesamte Kaltwasser vor der Weiterleitung an den Zirkulationskreislauf 20 bzw. die Entnahmestelle 40 ultrafiltriert. Das gefilterte Kaltwasser wird also nach der Ultrafiltrationseinheit 11 zum einen Teil über die Brauchwasserabzweigung 13 direkt der Entnahmestelle 40 als Kaltwasser zugeführt und zum anderen Teil dem Zirkulationskreislauf 20 zugeleitet, worin das Kaltwasser zur Erzeugung von Warmwasser verwendet und anschließend als Warmwasser der Entnahmestelle 40 zugeführt wird.

Insgesamt bietet die Erfindung also ein kombiniertes Verfahren, bei dem lokale thermische Desinfektion, beispielsweise durch Warmwasserspeicher 25 und/oder Kavitationseinheit 24, mit der Ultrafiltration und/oder Behandlung mit Ultraviolettlicht vorteilhaft gekoppelt wird. Durch das erfindungsgemäße System wird eine doppelte Barriere aufgebaut, die verhindert, dass bei besonderen Betriebsumständen ein Neueintrag von Bakterien und Viren erfolgt. Derartige bestimmte Betriebsvorfälle können beispielsweise ein Überfahren des Warmwasserspeichers 25 durch unzureichende Dimensionierung umfassen. Das bedeutet, dass in diesem Falle die Entnahme bzw. Wassererwärmung direkt über den Wärmetauscher bzw. Erhitzer 23, vorbei am Warmwasserspeicher 25, also direkt ins Abnahmenetz, erfolgt. Das erfindungsgemäße System ermöglicht einen Kaltwassereintragsschutz und einen Schutz über den Behandlungskreislauf 26 bei beispielsweise vorhandenen Auskeimungen aus Totleitungen 28. Derartige Totleitungen 28 können, wie beispielsweise in den Fig. 1 bis 4 dargestellt, mit dem Vorlauf 21 bzw. allgemein dem Zirkulationskreislauf 20 gekoppelt sein. Durch das kontinuierliche Umwälzen des Warmwassers im Behandlungskreislauf 26, konkret durch die Kavitationseinheit 24, wird die Verunreinigung von Totleitungen 28 bzw. das Keimwachstum in Totleitungen 28 verhindert bzw. vermieden.

Bezugszeichenliste

10	Kaltwasserzulauf
11	Ultrafiltrationseinheit
12	Kaltwasserpumpe
13	Brauchwasserabzweigung
20	Zirkulationskreislauf
21	Vorlauf
21a	Vorlauftemperatursensor
21b	Sauerstoffsensor
22	Rücklauf
22a	Rücklauftemperatursensor
22b	erste Rücklaufpumpe
22c	zweite Rücklaufpumpe
23	Erhitzer
23a	Wärmetauscherzuleitung
23b	Wärmetauscherableitung
23c	Motorventil
24	Kavitationseinheit
24a	Kavitator
24b	erste Kavitatorpumpe
24c	zweite Kavitatorpumpe
24d	Entgasung
24e	Drucksensor
25	Warmwasserspeicher
25a	Entnahmeleitung
26	Behandlungskreislauf
27	Bypassleitung
28	Totleitung
30	Steuereinheit
40	Entnahmestelle
41	Warmwasserultrafilter
50	Desinfektionsmitteldosierungseinrichtung
55	Dosierungsventil
60	Desinfektionsmittelzufuhrleitung

Wasseraufbereitungssystem und Verfahren zum Aufbereiten von Wasser

Ansprüche

1. Wasseraufbereitungssystem mit einem Kaltwasserzulauf (10), der in einen Zirkulationskreislauf (20) mündet, wobei der Zirkulationskreislauf (20) wenigstens einen Erhitzer (23) und wenigstens eine Kavitationseinheit (24) umfasst,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Kaltwasserzulauf (10) dem Erhitzer (23) in Strömungsrichtung vorgeordnet ist und wenigstens eine Ultrafiltrationseinheit (11) und/oder wenigstens eine Ultraviolettlichtbehandlungseinheit aufweist.
2. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Kaltwasserzulauf (10) eine Brauchwasserabzweigung (13) umfasst, die den Kaltwasserzulauf (10) mit einer Entnahmestelle (40) fluidverbindet.
3. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Brauchwasserabzweigung (13) der Ultrafiltrationseinheit (11) und/oder der Ultraviolettlichtbehandlungseinheit vorgeordnet ist.
4. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Brauchwasserabzweigung (13) der Ultrafiltrationseinheit (11) und/oder der Ultraviolettlichtbehandlungseinheit nachgeordnet ist.

5. Wasseraufbereitungssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Zirkulationskreislauf (20) einen Vorlauf (21), der vom Erhitzer (23) zur Entnahmestelle (40) führt, und einen Rücklauf (22) aufweist, der von der Entnahmestelle (40) zum Erhitzer (23) führt.
6. Wasseraufbereitungssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Zirkulationskreislauf (20) wenigstens einen Warmwasserspeicher (25) umfasst, der mit dem Rücklauf (22) fluidverbunden ist.
7. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Warmwasserspeicher (25) eine Entnahmeleitung (25a) umfasst, die mit dem Vorlauf (21) fluidverbunden ist.
8. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 6 oder 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Kavitationseinheit (24) dem Warmwasserspeicher (25) vorgeordnet ist.
9. Wasseraufbereitungssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 6 oder 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Zirkulationskreislauf (20) eine Bypassleitung (27) umfasst, die den Rücklauf (22) mit dem Warmwasserspeicher (25) fluidverbindet.
10. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Kavitationseinheit (24) in der Bypassleitung (27) angeordnet ist.
11. Wasseraufbereitungssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, g e k e n n z e i c h n e t durch eine Steuereinrichtung (30), die mit der Kavitationseinheit (24) und/oder wenigstens einer Pumpe (12, 22b, 22c, 24b, 24c) und/oder wenigstens einem Gassensor (21b) signalverbunden ist.
12. Wasseraufbereitungssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine Dosierungseinrichtung (50) zum Zuführen eines Desinfektionsmittels,
insbesondere eines Oxidationsmittels, vorzugsweise von Ozon, in den
Zirkulationskreislauf (20).

13. Wasseraufbereitungssystem nach Anspruch 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Kavitationseinheit (24) derart geometrisch ausgebildet ist, dass sie einen
Unterdruckbereich zur Zuführung des Desinfektionsmittels aufweist.
14. Wasseraufbereitungssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
ein Temperatursensor (22a) in dem Zirkulationskreislauf (20) angeordnet ist.
15. Verfahren zum Aufbereiten von Wasser, wobei Kaltwasser in einer ersten
Reinigungsstufe ultrafiltriert und/oder mit Ultraviolettlicht behandelt wird,
anschließend in einem Zirkulationskreislauf (20) zur Erzeugung von
Warmwasser erhitzt und das Warmwasser in einer zweiten Reinigungsstufe
einer Kavitationsbehandlung unterzogen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das Warmwasser zumindest teilweise
kontinuierlich der der zweiten Reinigungsstufe zugeführt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, wobei ein Teil des Kaltwassers nach der
ersten Reinigungsstufe abgezweigt und einer Entnahmestelle (40) zugeführt
wird.

* * *

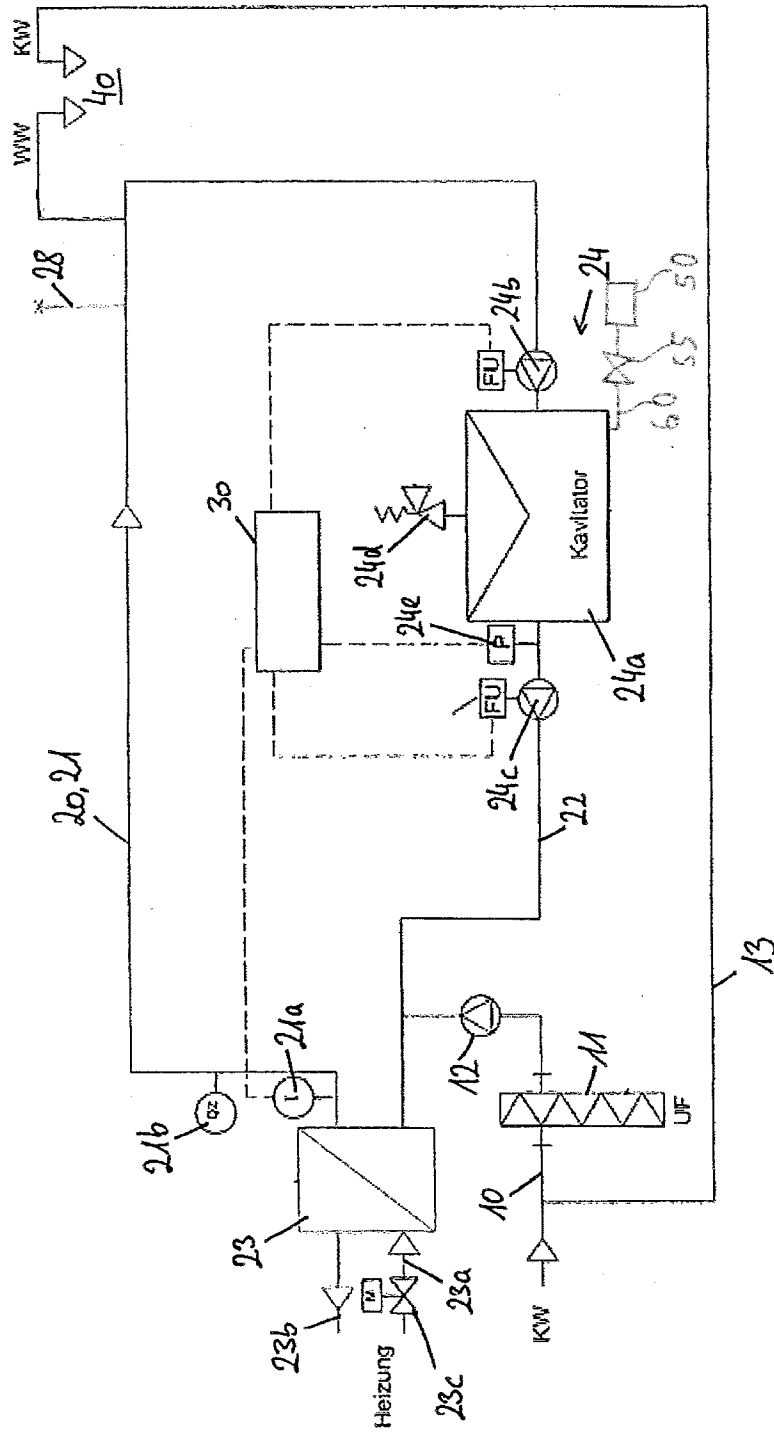


Fig. 1

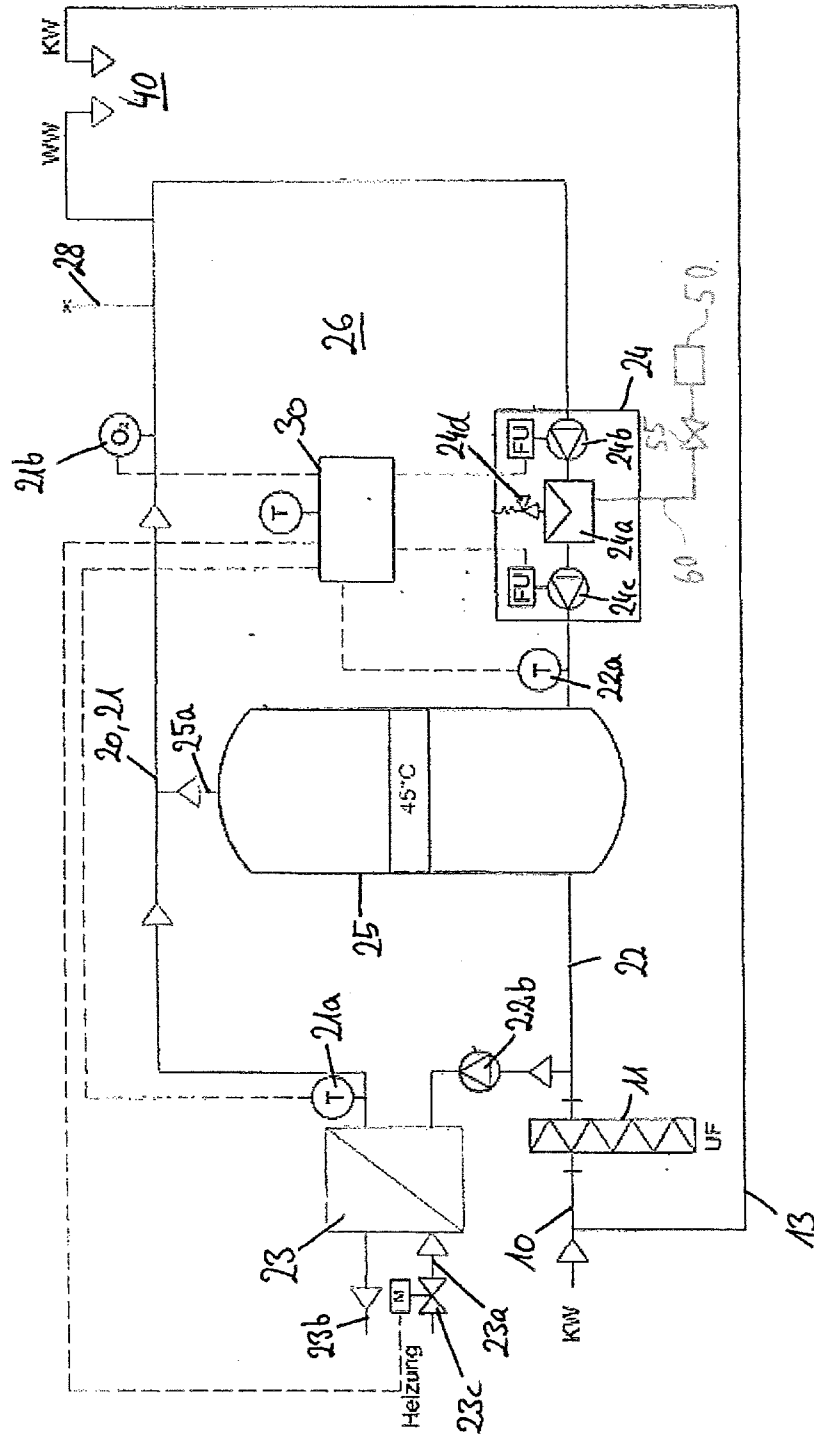


Fig. 3

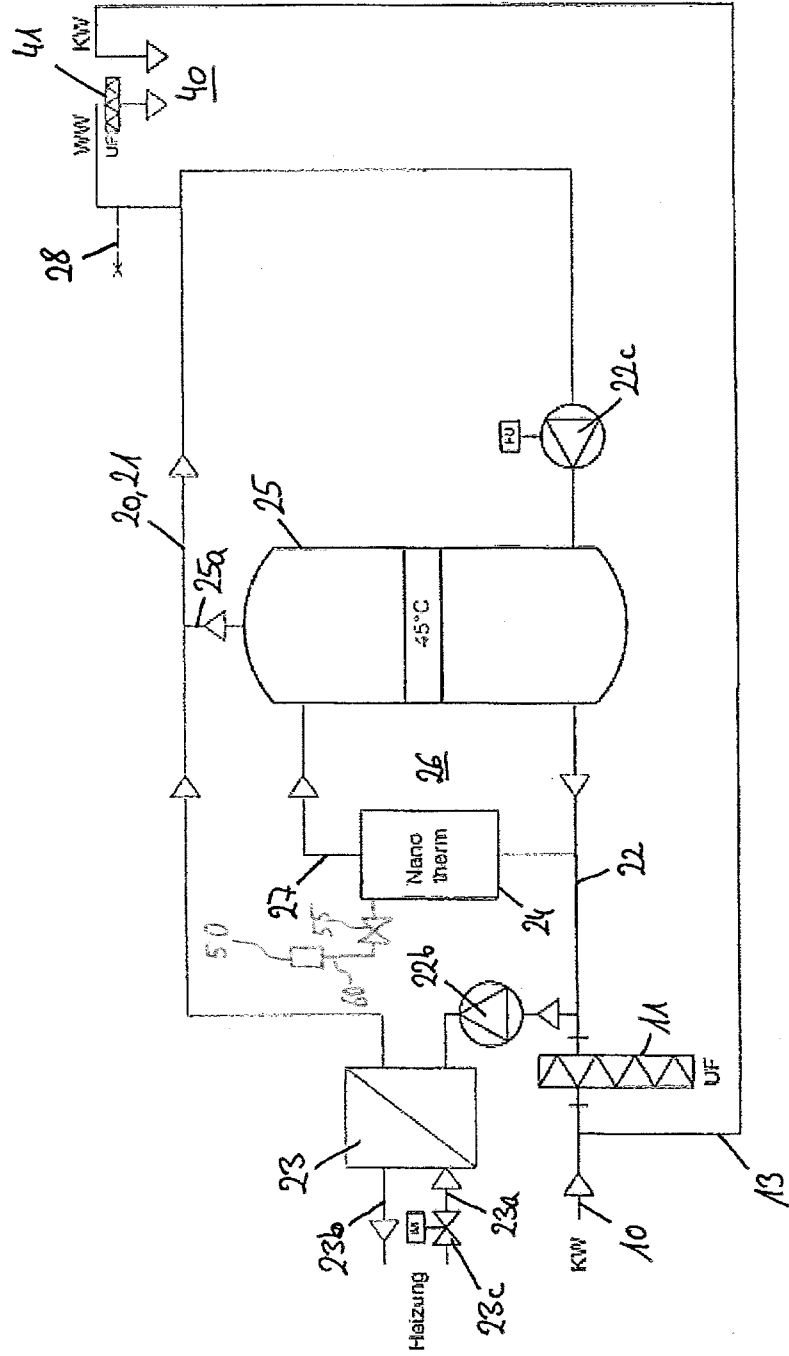


Fig. 5

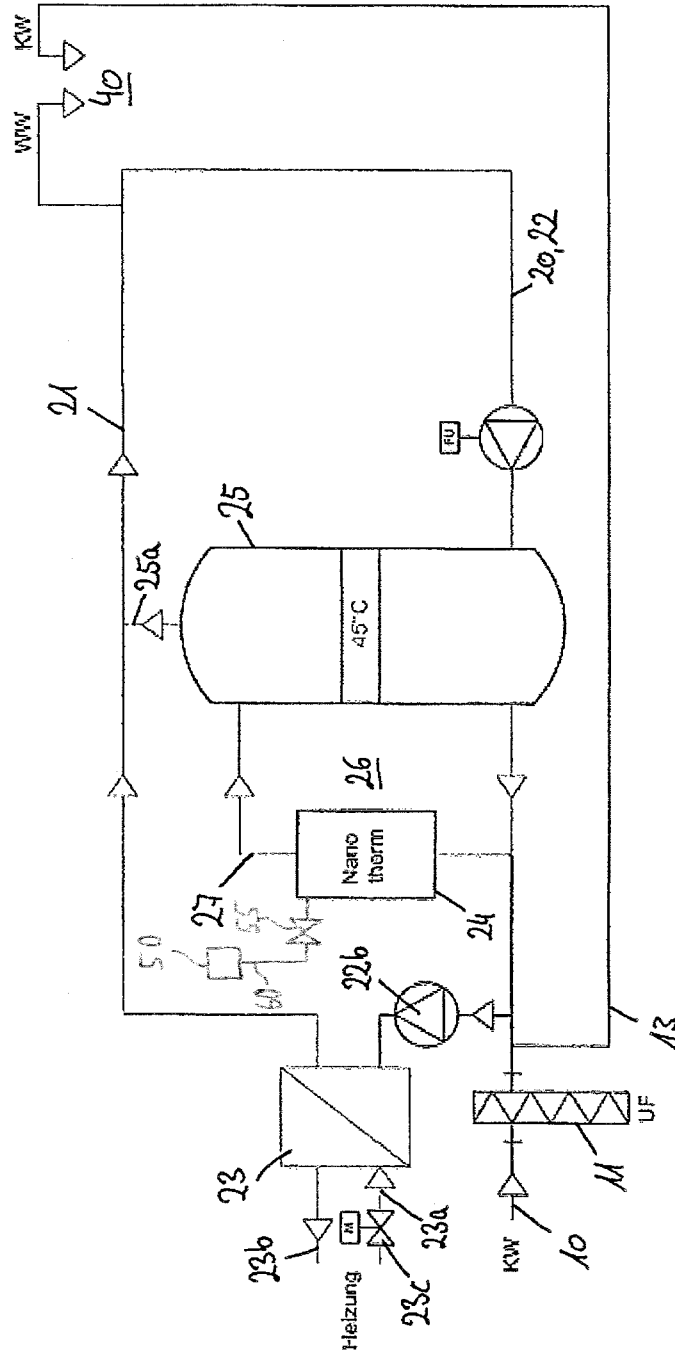


Fig. 6