



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Wasserzirkulation in einem Trinkwasserversorgungsnetzwerk, das wenigstens einen Kreislauf zur Zirkulation von Trinkwasser, ein Kreispumpenaggregat zur Aufnahme von Trinkwasser aus und Förderung in den Kreislauf und wenigstens einen aus dem Kreislauf mit Trinkwasser gespeisten Verbraucher aufweist, wobei das Kreispumpenaggregat eine Pumpeneinheit, einen diese antreibenden Elektromotor und eine Pumpenelektronik zur Steuerung und Regelung des Elektromotors aufweist.

**[0002]** Trinkwasserversorgungsnetzwerke in Gebäuden dienen der Versorgung von Verbrauchern in Gestalt von Zapfstellen wie Wasserhähnen, Toiletten oder Duschsen mit kaltem oder warmen Trinkwasser. Um das Lebensmittel "Trinkwasser" hygienisch sicher bereitzustellen, muss eine Vermehrung der Keime im Trinkwasser ausgeschlossen werden. Je nachdem, um welchen Verbraucher es sich handelt, wie häufig die Räumlichkeiten, in dem sich der Verbraucher befindet, genutzt werden und in welchem Teil des Gebäudes sie sich befinden, erfolgt eine Wasserentnahme mehr oder weniger regelmäßig, gegebenenfalls auch selten. Die Folge einer unregelmäßigen Wasserentnahme ist Stagnationswasser in den Zulaufleitungen zu den Verbrauchern, was wiederum eine Verkeimung mit Bakterien und Viren begünstigt. Dies ist gerade bei großen Trinkwassernetzwerken wie in Krankenhäusern, Hotels und öffentlichen Gebäuden ein Problem. Zur Verbesserung der Trinkwasserqualität, werden Trinkwasserversorgungsnetzwerke mit Kreisläufen realisiert, in denen das Trinkwasser bis zu den Entnahmestellen im Kreislauf gefördert wird.

**[0003]** Neben baulichen Anforderungen zur Vermeidung von Stagnation sowie Materialvorgaben gibt es betriebliche Anforderungen an die Trinkwassertemperatur und den Wasseraustausch. So ist beispielsweise in der Richtlinie VDI DVGW 6023 "Hygiene in Trinkwasserinstallationen" vorgesehen, dass alle 72 Stunden ein vollständiger Wasseraustausch des zirkulierenden Trinkwassers erfolgt, um in der Zirkulationsleitung befindliches, ungenutztes Trinkwasser durch frisches, kaltes Trinkwasser zu ersetzen. Der Wasseraustausch erfolgt, indem das Wasser der Zirkulationsleitung in einen Abfluss abgelassen und nicht mehr als Trinkwasser verwendet wird.

**[0004]** Die Trinkwassertemperatur bei kaltem Trinkwasser muss gemäß der Richtlinie VDI DVGW 6023 "Hygiene in Trinkwasserinstallationen" möglichst kalt und maximal 25° C einhalten, um eine unzulässige Vermehrung von Keimen zu verhindern.

**[0005]** Für warmes Trinkwasser gibt es ebenfalls Temperaturvorgaben, um eine unzulässige Vermehrung von Keimen zu verhindern, allerdings als Mindesttemperaturen, wie dies im Arbeitsblatt DVGW W511 beschrieben ist.

**[0006]** In beiden Fällen, d.h. für "Trinkwasser kalt" und

"Trinkwasser warm", hilft eine Installation, die mit einem Kreislauf, d.h. als Zirkulation ausgeführt ist. Punktuelle Wärmeeinträge bzw. -verluste führen dann nicht direkt zu unzulässigen Temperaturen, sondern verteilen sich auf den gesamten zirkulierten Wasserinhalt und verändern die Wassertemperatur nur wenig. Auf diese Weise werden unzulässige Temperaturbereiche und eine Vermehrung der Keime im Trinkwasser vermieden.

**[0007]** Der Forderung nach einer Trinkwasserzirkulation, insbesondere im Kaltwassernetzwerk, unter Einhaltung von Hygienestandards wird im Markt durch die Anordnung einzeln zu montierender und zu verbindender Komponenten wie Kreispumpe, Ventile, Rohrstücke, Sensoren, Spüleinheit, Kühlaggregat, Filter etc. nachgekommen. Daneben sind auch fertige Kompaktbaueinheiten bekannt, die zumindest einige der genannten Einzelkomponenten in einer Baueinheit vereinigen, so dass diese im Gebäude lediglich aufgestellt und angeschlossen werden muss. Eine Baueinheit dieser Art besitzt in der Regel eine übergeordnete, gegebenenfalls extern zur Baueinheit angeordnete Steuerungselektronik, an welche die sensorischen und aktorischen Komponenten der Baueinheit angeschlossen sind.

**[0008]** Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Überwachen einer Wasserzirkulation in einem Trinkwasserversorgungsnetzwerk bereitzustellen, das eine Überwachung der Einhaltung von Hygienestandards bei der Wasserzirkulation ermöglicht, mit geringem Montage und Verkabelungsaufwand eingerichtet werden kann, und insbesondere Synergien der Einzelkomponenten der Trinkwasserzirkulation ausnutzt.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Eine vorteilhafte Weiterbildung ist in Anspruch 2 angegeben und wird nachfolgend erläutert.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum Überwachen einer Wasserzirkulation in einem Trinkwasserversorgungsnetzwerk vorgeschlagen, das wenigstens einen Kreislauf zur Zirkulation von Trinkwasser, ein Kreispumpenaggregat zur Aufnahme von Trinkwasser aus und Förderung in den Kreislauf und wenigstens einen aus dem Kreislauf mit Trinkwasser gespeisten Verbraucher aufweist, wobei das Kreispumpenaggregat eine Pumpeneinheit, einen diese antreibenden Elektromotor und eine Pumpenelektronik zur Steuerung und Regelung des Elektromotors aufweist, und wobei das Kreispumpenaggregat Betriebsinformationen über die Wasserzirkulation oder das Trinkwasserversorgungsnetzwerk ermittelt und auf vielfältige Weise zur Überwachung der Wasserzirkulation verwendet. Dies wird nachfolgend erläutert.

**[0011]** Kern der Erfindung ist es somit, eine bereits vorhandene Systemkomponente, nämlich das Kreispumpenaggregat respektive dessen Pumpenelektronik, insbesondere deren Intelligenz und Funktionalität, bei der Einhaltung und Überwachung der Einhaltung von Hygienestandards in der Trinkwasserversorgung zu nut-

zen. Auf eine übergeordnete zentrale Steuerelektronik kann somit verzichtet werden. Folgemäßig reduziert sich auch der Aufwand für die Montage und Verkabelung der erforderlichen Sensorik und/ oder Aktorik, da das Kreiselpumpenaggregat selbst als Sensor und/ oder Aktor und die Pumpenelektronik als Steuereinheit für die Wasserzirkulation fungiert.

**[0012]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl für Warmwasser- als auch für Kaltwasserzirkulationssysteme verwendet werden.

**[0013]** Hauptsächlich wird das Kreiselpumpenaggregat im Zirkulationsbetrieb, insbesondere dauerhaft, betrieben, bei dem es das Trinkwasser durch den Kreislauf im Kreis fördert. Das Kreiselpumpenaggregat liegt somit innerhalb des Kreislaufs. Dadurch werden Sicherheit gegen Übertemperatur und stationäre Temperaturzustände im Trinkwasserversorgungsnetzwerk erreicht, die sich leicht auswerten lassen. Das Kreiselpumpenaggregat kann hierfür mit konstanter Drehzahl, volumenstromgeregelt oder druckgeregelt betrieben werden. Eine Regelung des Kreiselpumpenaggregats auf einen konstanten Volumenstrom bietet sich beispielsweise an, wenn in dem Trinkwasserversorgungsnetzwerk manuelle Strangabgleichventile oder Strömungsteiler montiert sind. Dagegen ist eine Proportionaldruckregelung geeignet, wenn in dem Trinkwasserversorgungsnetzwerk Regelventile verbaut sind. Während des Zirkulationsbetriebs überwacht das Kreiselpumpenaggregat die Wasserzirkulation.

**[0014]** Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ermittelt das Kreiselpumpenaggregat seinen Durchfluss und überwacht ihn auf eine Änderung oder das Erreichen eines Grenzwerts. Ebenso kann das Kreiselpumpenaggregat seine Förderhöhe bzw. seinen Differenzdruck oder die Temperatur des geförderten Wassers auf eine Änderung oder das Erreichen eines Grenzwerts überwachen. Somit kann auf eigenständige Sensoren oder Sensorkomponenten wie ein Volumenstromsensor, ein Drucksensor oder ein Temperaturfühler, die im Trinkwasserversorgungsnetzwerk installiert und datentechnisch verkabelt werden müssen, verzichtet werden. Ferner kann vom Kreiselpumpenaggregat der aktuelle Betriebszustand, einschließlich des Hygienezustands der Wasserzirkulation respektive des Trinkwassernetzwerks beurteilt und gegebenenfalls eine geeignete Maßnahme ergriffen werden, um die Trinkwasserhygiene einzuhalten. Schließlich können auch kurzfristige und langfristige Änderungen des Betriebszustands erkannt werden.

**[0015]** Der Durchfluss, die Förderhöhe/Differenzdruck oder die Temperatur können jeweils mit Hilfe eines in das Kreiselpumpenaggregat integrierten Sensors (Volumenstromsensor, Differenzdrucksensor, Temperatursensor) oder auch rechnerisch aus Pumpengrößen ermittelt werden, wie dies im Stand der Technik an sich bekannt ist.

**[0016]** Durch den vom Kreiselpumpenaggregat ermittelten Durchfluss ist ihm die Menge des in der Kreisleitung zirkulierenden Wassers pro Zeiteinheit bekannt.

Ferner ist ihm durch die Ermittlung der Förderhöhe bekannt, ob und in welcher Höhe ein Druckabfall entlang der Kreisleitung vorliegt, d.h. ein oder mehrere Zapfventile der Verbraucher geöffnet sind. Schließlich ist dem Kreiselpumpenaggregat durch die Erfassung der Temperatur des durch sie fließenden Wassers möglich, den temperaturbedingten Hygienezustand des Trinkwasserversorgungsnetzwerks zu beurteilen.

**[0017]** Unterschreitet der Durchfluss einen unteren Grenzwert, nimmt das Kreiselpumpenaggregat, respektive seine Pumpenelektronik, ein geschlossenes Ventil innerhalb des Kreislaufs an, das die Zirkulation beeinträchtigt oder sogar verhindert. Das geschlossene Ventil kann z.B. ein abspergbares Service-Ventil sein, das vor oder hinter dem Kreiselpumpenaggregat angeordnet ist, um einen Strangabschnitt des Trinkwassernetzwerks von der Wasserversorgung zu trennen. Geeigneterweise kann das Kreiselpumpenaggregat in diesem Fall eine korrespondierende Meldung, insbesondere eine Fehlermeldung ausgeben, die auf die Grenzwertunterschreitung bzw. dieses geschlossene Ventil hinweist.

**[0018]** Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist zusätzlich oder alternativ vorgesehen, dass das Kreiselpumpenaggregat eine langfristige Bewertung des Zustands des Trinkwasserversorgungsnetzwerks durchführt, indem das Kreiselpumpenaggregat regelmäßig in Intervallen, beispielsweise von mehreren Stunden bis wenigen Tagen, vorzugsweise alle 24 Stunden, seinen Arbeitspunkt ermittelt und eine Änderung des Arbeitspunktes langfristig überwacht. Das bedeutet, dass der jeweils ermittelte Arbeitspunkt abgespeichert und mit dem letzten ermittelten Arbeitspunkt oder mit mehreren vergangenen Arbeitspunkten verglichen wird. Der Arbeitspunkt gibt den hydraulischen Widerstand des Trinkwasserversorgungsnetzwerks an. Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung stets nachts zu einer festen Uhrzeit, beispielsweise zwischen 0 Uhr und 4 Uhr, um sicherzustellen, dass während der Ermittlung an keinem Verbraucher Wasser aus der Kreisleitung entnommen wird.

**[0019]** Die Auswertung einer Änderung des Arbeitspunktes kann auf unterschiedliche Weise erfolgen.

**[0020]** In einer ersten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, eine strukturelle Änderung des Trinkwasserwasserversorgungsnetzwerks (Systemänderung) annimmt, wenn sich der Arbeitspunkt abrupt verändert, d.h. ein neu ermittelter Arbeitspunkt erheblich von dem oder den vorherigen Arbeitspunkten abweicht, indem sich beispielsweise wenigstens eine der den Arbeitspunkt definierenden Größen betraglich mehr als 30% oder sogar mehr als 50% gegenüber ihrem vorherigen Wert geändert hat. Denn der ermittelte Arbeitspunkt sollte bei fehlender Wasserentnahme an einem Verbraucher stets gleichbleiben. Eine strukturelle Änderung des Trinkwasserwasserversorgungsnetzwerks in Form einer Verlängerung, Verkürzung, Durchmesseränderung der Rohrleitungswege oder auch dem Austausch von Komponenten wie Ventilen führt dagegen zu einem

anderen hydraulischen Widerstand des Trinkwasserversorgungsnetzwerks, der sich in einer erheblichen Änderung des Arbeitspunktes bemerkbar macht.

**[0021]** Als Arbeitspunkt des Kreiselpumpenaggregats wird die Kombination aus wenigstens zwei voneinander unabhängigen physikalischen Größen des Kreiselpumpenaggregats betrachtet, vorzugsweise der Durchfluss (Volumenstrom) und die Förderhöhe (Differenzdruck). Alternativ können Durchfluss und Drehzahl, Drehzahl und Förderhöhe, Leistung und Durchfluss, Stromaufnahme und Durchfluss, Drehzahl und Drehmoment oder zwei beliebige andere Größen des Kreiselpumpenaggregats den Arbeitspunkt definieren.

**[0022]** In einer zweiten Ausführungsvariante ist zusätzlich oder alternativ vorgesehen, dass das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, einen zugesetzten Filter in dem Kreislauf annimmt, wenn der den Arbeitspunkt mitdefinierende Differenzdruck der Kreiselpumpe allmählich, d.h. von ermitteltem Arbeitspunkt zu Arbeitspunkt ansteigt oder über einen Grenzwert steigt. Ein Filter im Kreislauf kann sich infolge von mittransportierten Partikeln im Wasser zunehmend zusetzen, so dass der Druckabfall über dem Filter allmählich zunimmt. Auch dies macht sich im Arbeitspunkt des Kreiselpumpenaggregats bemerkbar, da ein höherer Druck erforderlich ist, um denselben Durchfluss zu fördern.

**[0023]** Weiter ist in einer dritten Ausführungsvariante zusätzlich oder alternativ vorgesehen, dass das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, ein defekt offenes Regelventil in dem Kreislauf annimmt, wenn der den Arbeitspunkt mitdefinierende Differenzdruck allmählich absinkt oder unter einen Grenzwert fällt. Das Regelventil kann ein solches Ventil sein, das einen Teilstrom des zirkulierenden Trinkwassers in einem Zweig der Kreisleitung definiert, an die ein oder mehrere Verbraucher angeschlossen sind. Die Erkennung eines solchen Defekts im Trinkwasserversorgungsnetzwerk ist von besonderer Bedeutung, da in diesem Fall der hydraulische Abgleich des Netzwerks nicht mehr sichergestellt ist und andere Stränge unterversorgt werden könnten.

**[0024]** Geeigneterweise kann das Kreiselpumpenaggregat in allen vorgenannten Fällen eine korrespondierende Meldung, insbesondere eine Fehlermeldung ausgeben, die z.B. auf die Änderung des Trinkwasserversorgungsnetzwerks, oder auf den Differenzdruckanstieg oder die Grenzwertüberschreitung bzw. auf die Notwendigkeit einer Filterreinigung oder eines Filteraustauschs, oder auf den Differenzdruckabfall oder die Grenzwertunterschreitung bzw. auf die Notwendigkeit einer Reparatur des Regelventils hinweist.

**[0025]** Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung ist das Kreiselpumpenaggregat in einer ersten Ausführungsvariante in Strömungsrichtung des Wassers vor einem mit dem Kreislauf verbundenen Spülventil zum Ablassen von Wasser aus dem Kreislauf angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass das über das Spülventil abzu-

scheidende, aus dem Kreislauf nachfließende Trinkwasser durch die Kreiselpumpe strömt und somit auf verschiedene Weise von der Kreiselpumpe überwacht oder vermessen werden kann, beispielsweise im Hinblick auf Temperatur, Spülvolumen, Strömungsgeschwindigkeit etc.

**[0026]** Der Spülbetrieb stellt neben der Zirkulation bzw. dem Zirkulationsbetrieb einen weiteren Betriebsfall des Trinkwasserversorgungsnetzwerks bzw. des Pumpenaggregats dar. Im Spülbetrieb ist das Pumpenaggregat geeigneterweise antriebslos geschaltet, da das Wasser aufgrund des Atmosphärendrucks hinter dem Spülventil automatisch zu diesem strömt.

**[0027]** Bei der vorgenannten Anordnung ist vorgesehen, dass das Kreiselpumpenaggregat im antriebslosen Zustand ermittelt, ob seine Drehzahl größer null ist, um eine Spülaktivität zu erkennen bzw. das Spülventil zu überprüfen. So kann das Kreiselpumpenaggregat, insbesondere die Pumpenelektronik, annehmen, dass das Spülventil geöffnet ist, wenn die Drehzahl größer null ist. Denn wenn das Spülventil geöffnet ist, fließt das Wasser durch das Kreiselpumpenaggregat zum Spülventil und aus dem Kreislauf hinaus, und treibt dabei das Laufrad der Pumpeneinheit wie bei einer Turbine an, obgleich der Elektromotor nicht angetrieben wird. Alternativ kann das Kreiselpumpenaggregat, insbesondere die Pumpenelektronik, während eines ausgelösten Spülbetriebs annehmen, dass das Spülventil defekt ist, wenn die Drehzahl null ist. Denn wenn der Spülbetrieb ausgelöst wurde, d.h. das Spülventil angesteuert wurde zu öffnen, müsste das Wasser durch das Kreiselpumpenaggregat hindurch zum Spülventil fließen und das Laufrad dabei antreiben. Ist dies jedoch nicht der Fall, ist das Spülventil trotz Auslösung offensichtlich geschlossen geblieben und infolgedessen defekt.

**[0028]** In einer zweiten Ausführungsvariante ist das Kreiselpumpenaggregat in Strömungsrichtung des Wassers hinter einem mit dem Kreislauf verbundenen Spülventil zum Ablassen von Wasser aus dem Kreislauf angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass das über das Spülventil abzuschneidende Trinkwasser nicht durch die Kreiselpumpe strömt und die Kreiselpumpe somit bei geöffnetem Spülventil nicht überströmt wird, d.h. das Laufrad der Kreiselpumpe vom abgelassenen und aus dem Kreislauf nachströmenden Wassers nicht angetrieben wird und der Elektromotor somit auch nicht generatorisch läuft, was zur Verhinderung einer Überlastung des Frequenzumrichters der Pumpenelektronik besondere Maßnahmen erfordert. Bei einer solchen Anordnung ist das Kreiselpumpenaggregat im Spülbetrieb ebenfalls antriebslos geschaltet. Das Kreiselpumpenaggregat ermittelt im antriebslosen Zustand, ob seine Drehzahl größer null ist, um einen Rückflussverhinderer zu überprüfen. Der Rückflussverhinderer vermeidet, dass bei geöffnetem Spülventil frisches Trinkwasser entgegen der bestimmungsgemäßen Zirkulationsrichtung fließt und über das Spülventil abgeschieden wird. So kann das Kreiselpumpenaggregat, insbesondere die Pumpen-

elektronik während eines Spülbetriebs annehmen, dass ein in Reihe mit dem Kreiselpumpenaggregat liegender Rückflussverhinderer, insbesondere ein zwischen dem Spülventil und dem Kreiselpumpenaggregat angeordneter Rückflussverhinderer, defekt ist, wenn die Drehzahl größer null ist.

**[0029]** Die Bestimmung der Drehzahl ist mit einem bekannten Verfahren nach dem Stand der Technik möglich. Beispielsweise kann dies über die elektrische Spannung erfolgen, die ein permanentmagnetischer Rotor im Stator induziert, d.h. die sogenannte "back EMF". Alternativ kann eine Drehung des Laufrads mit Hilfe eines Hall-Sensors erkannt werden, der das Magnetfeld der Rotormagnete oder anderer Magnete an einer rotierenden Komponente der Pumpeneinheit, beispielsweise am oder im Laufrad detektiert, wobei eine Änderung des Magnetfelds auf eine Drehung des Rotors deutet.

**[0030]** Der antriebslose Zustand ist ein Zustand, bei dem der Elektromotor unbestromt ist, d.h. kein elektrisches Drehmoment auf den Rotor wirkt. Mit anderen Worten ist der Elektromotor ausgeschaltet.

**[0031]** Geeigneterweise kann das Kreiselpumpenaggregat auch in den vorgenannten drei Fällen eine korrespondierende Meldung, insbesondere eine Fehlermeldung ausgeben, die z. B. auf ein geöffnetes oder defektes Spülventil oder einen defekten Rückflussverhinderer hinweist.

**[0032]** Gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung ist zusätzlich oder alternativ vorgesehen, dass das Kreiselpumpenaggregat eine kurzfristige Bewertung des Zustands des Trinkwasserversorgungsnetzwerks durchführt, indem das Kreiselpumpenaggregat seinen Arbeitspunkt kontinuierlich oder quasi kontinuierlich ermittelt und eine Änderung des Arbeitspunktes überwacht, so dass kurzfristige Änderungen erkannt werden können. Das bedeutet, dass der jeweils ermittelte Arbeitspunkt abgespeichert und mit dem letzten ermittelten Arbeitspunkt oder mit mehreren vergangenen Arbeitspunkten verglichen wird. Eine quasi kontinuierliche Ermittlung liegt vor, wenn der Arbeitspunkt in diskreten Zeitschritten, z. B. in Intervallen von einer Millisekunde bis wenigen oder 10 Sekunden ermittelt wird. Das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, nimmt eine Zapfaktivität an dem Verbraucher an, wenn sich der Arbeitspunkt verändert. Eine Zapfaktivität liegt vor, wenn an dem wenigstens einen Verbraucher Wasser aus der Kreisleitung entnommen wird. Es fließt dann frisches Trinkwasser in die Kreisleitung nach, das beispielsweise von einem Wasserversorger an einem Hausanschluss bereitgestellt wird.

**[0033]** Wird die Wasserentnahme beendet, so geht der Arbeitspunkt wieder zum Ausgangszustand zurück, in dem er vor der Wasserentnahme war. Somit kann das Kreiselpumpenaggregat auch die Dauer einer Wasserentnahme feststellen, indem die Zeit gemessen wird, die von der Änderung des Arbeitspunktes bis zur Rückkehr zum Ausgangszustand vergeht. Werden zwei oder mehr Verbraucher nacheinander geöffnet, macht sich dies in

einer mehrfachen sprunghaften Änderung des Arbeitspunktes in dieselbe Richtung bemerkbar. Somit kann das Kreiselpumpenaggregat anhand der Änderungen des Arbeitspunktes auch feststellen, an wie vielen Verbrauchern gleichzeitig Wasser entnommen wird.

**[0034]** Eine Bestimmung der Häufigkeit der Wasserentnahmen innerhalb eines bestimmten Zeitraums, der Dauer der einzelnen oder gesamten Wasserentnahme(n) und/oder der Zapfintensität, d.h. der Anzahl an gleichzeitig offenen Verbrauchern, hat den Vorteil, dass das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, die Menge an ausgetauschtem Wasser in der Kreisleitung bewerten kann. Mit dieser Erkenntnis kann das Kreiselpumpenaggregat z.B. eine Spülung unterdrücken, wenn die Häufigkeit, Dauer und/ oder Intensität der Wasserentnahmen innerhalb eines Zeitraums ausreichend groß ist, um die Trinkwasserhygiene einzuhalten. Dies hat den Vorteil, dass unnötige Spülungen verhindert und somit Wasser eingespart werden kann. Eine ausreichend große Wasserentnahme bzw. ausreichende Zapfaktivität liegt zumindest dann vor, wenn innerhalb von 72 Stunden der gesamte Wassergehalt der Kreisleitung entnommen, d.h. mindestens das gesamte Volumen der Kreisleitung durch frisches Trinkwasser ersetzt worden ist.

**[0035]** Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, jede Zapfaktivität, vorzugsweise auch deren Dauer und/ oder Intensität dokumentiert. Somit können diese Informationen zu jedem Zeitpunkt im Nachhinein am Kreiselpumpenaggregat abgerufen werden.

**[0036]** Es kann außerdem vorgesehen sein, dass das Kreiselpumpenaggregat die Temperatur des geförderten Trinkwassers ermittelt und auf eine Änderung oder das Erreichen eines Grenzwerts überwacht. Das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, löst ein Spülventil aus, wenn die Temperatur des geförderten Wassers einen oberen Grenzwert erreicht oder überschreitet. Dies kann als Temperaturspülen bezeichnet werden. Das Kreiselpumpenaggregat ermittelt dann während der Zirkulation die Temperatur und vergleicht sie mit dem oberen Grenzwert. Beispielsweise beträgt der obere Grenzwert 25°C. Wird das Spülventil ausgelöst, strömt das in der Kreisleitung erwärmte Wasser zum Spülventil und wird dort abgeschieden. Es fließt dann in der Regel frisches, kühleres Trinkwasser in die Kreisleitung hinein, beispielsweise mit einer Temperatur von maximal 16°C. So kann sichergestellt werden, dass sich das Wasser in der Kreisleitung in der Regel nicht auf eine Temperatur erwärmt, die eine Keimbildung begünstigt.

**[0037]** Bei dem vorgenannten Grenzwert kann es sich um eine Maximaltemperatur handeln, bei deren Erreichen oder Überschreiten das Kreiselpumpenaggregat unmittelbar eine Temperaturspülung auslöst. Gemäß einer weiteren Alternative kann das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, eine Temperaturspülung schon bei einer niedrigeren Temperatur auslösen, wenn diese Temperatur für einen gewissen Zeit-

raum überschritten ist. Eine Auslösung des Spülventils erfolgt also dann, wenn die Temperatur des geförderten Wassers für einen vorgegebenen Zeitraum oberhalb eines bestimmten Grenzwerts liegt. Dieser Grenzwert kann z.B. 23° C und der Zeitraum 3 Minuten betragen. Das Kreislumpenaggregat überwacht somit in diesem Fall während der Zirkulation, ob zwei Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind, nämlich ob der Temperaturgrenzwert überschritten ist und ob dies für die Dauer des bestimmten Zeitraums der Fall ist. Letzteres kann durch einen Zähler erfasst werden, der durch die Erreichung oder Überschreitung des Temperaturgrenzwerts ausgelöst wird. Sinkt die Temperatur des geförderten Wassers wieder unter den Grenzwert, kann der Zähler zurückgesetzt werden.

**[0038]** Beispielsweise das Kreislumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, das Spülventil schließen, wenn die Temperatur des geförderten Wassers einen unteren Grenzwert erreicht oder unterschreitet. Das Kreislumpenaggregat ermittelt dann während der Spülung die Temperatur und vergleicht sie mit dem unteren Grenzwert. Sobald das in die Kreisleitung einfließende, frische Trinkwasser das Kreislumpenaggregat erreicht, entspricht die ermittelte Temperatur der Temperatur des frischen Trinkwassers, welche in der Regel deutlich geringer ist, als der zuvor genannte obere Grenzwert. Beispielsweise beträgt der untere Grenzwert 20°C.

**[0039]** Alternativ kann das Kreislumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, das Spülventil schließen, wenn sich die Temperatur nicht mehr ändert oder die Änderung der Temperatur des geförderten Wassers einen Grenzwert erreicht oder unterschreitet. Das Kreislumpenaggregat ermittelt dann während der Spülung den Temperaturgradienten und wertet diesen aus. Erreicht das frische Trinkwasser das Kreislumpenaggregat sinkt die ermittelte Temperatur auf die Temperatur des frischen Trinkwassers, welche ein Minimum ist und konstant bleibt. Ändert sich die Temperatur also nicht mehr, d.h. der Temperaturgradient ist null, oder nur noch wenig, d.h. der Temperaturgradient liegt unter dem Grenzwert z.B. 0,1 K/60s, kann das Kreislumpenaggregat davon ausgehen, dass die Kreisleitung vollständig gespült ist und die Spülung beenden. Gegenüber der Verwendung eines unteren Temperaturgrenzwerts hat dies den Vorteil, dass die Spülung nicht zu früh beendet wird und die Beendigung abhängig wird von der Temperatur, mit der der Versorger das Trinkwasser liefert.

**[0040]** Gemäß einer weiteren Alternative kann das Kreislumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, das Spülventil schließen, wenn ein vordefiniertes Spülvolumen abgelassen wurde. Das Kreislumpenaggregat ermittelt dann während der Spülung die Menge abgelassenen Wassers anhand ihres Durchflusses und vergleicht sie mit dem vordefinierten Spülvolumen. Dieses Spülvolumen entspricht mindestens dem Wasservolumen, das die Zirkulationsleitung oder das Trinkwassernetzwerk umfasst. Es kann dem Kreislumpenag-

gregat vorgegeben werden, beispielsweise über die Anzeige- und Bedieneinheit oder die Kommunikationsschnittstelle. Das Kreislumpenaggregat kann das Spülvolumen allerdings auch selbst bestimmen, indem das Spülventil geöffnet und die Zeit ermittelt wird, bis sich die Temperatur nicht mehr ändert oder die Änderung der Temperatur des geförderten Wassers einen Grenzwert erreicht oder unterschreitet, und diese Zeit mit dem Durchfluss multipliziert wird. Dies kann beispielsweise einmalig bei der Inbetriebnahme des Kreislumpenaggregats erfolgen.

**[0041]** Gemäß einem fünften Aspekt der Erfindung ist zusätzlich oder alternativ vorgesehen, dass das Kreislumpenaggregat mit wenigstens einem Sensor verbunden ist und ein elektrisches Signal dieses Sensors ausgewertet. Die Auswertung kann daraufhin erfolgen, ob der vom Sensor erfasste Messwert einen Grenzwert erreicht oder sich ändert.

**[0042]** Der Sensor ist in einer Ausführungsvariante ein Temperatursensor. Ein solcher Temperatursensor kann hinter einem Rückflussverhinderer angeordnet sein, so dass das Kreislumpenaggregat den Zustand des Spülventils erkennen kann. Dies wird nachfolgend noch beschrieben.

**[0043]** Der Temperatursensor kann alternativ hinter einem Kühlaggregat angeordnet sein, das ebenfalls hydraulisch in der Kreisleitung liegt, um das Trinkwasser zu kühlen. Auf diese Weise überwacht das Kreislumpenaggregat das Kühlaggregat. Denn im Betrieb des Kühlaggregats sollte die Temperatur des Wassers hinter dem Kühlaggregat niedriger sein, als die Temperatur des durch das Kreislumpenaggregat fließenden Wassers. Ist das nicht der Fall, was das Kreislumpenaggregat durch Vergleich der beiden Temperaturen feststellen kann, kann es eine entsprechende Meldung ausgeben und auf einen Kühlaggregatdefekt hinweisen.

**[0044]** Gemäß einer weiteren Alternative kann der Temperatursensor in einer Leitung zwischen der Kreisleitung und dem Verbraucher angeordnet sein und eine dezentrale Trinkwassertemperatur erfassen. Dies hat den Vorteil, dass das Kreislumpenaggregat einen fehlenden oder schlechten hydraulischen Abgleich erkennen und mit der Ausgabe einer entsprechenden Meldung darauf hinweisen kann, wie nachfolgend noch beschrieben wird.

**[0045]** In einer anderen Ausführungsvariante kann der Sensor ein Differenzdrucksensor sein. Ein solcher Sensor kann beispielsweise die Druckdifferenz über einem Trinkwasserfilter messen, der ebenfalls hydraulisch in der Kreisleitung liegt, um das Trinkwasser zu filtern. Das Kreislumpenaggregat kann die Druckdifferenz mit einem Grenzwert vergleichen und bei Erreichen oder Überschreiten des Grenzwerts eine Meldung ausgeben, wonach der Filter zu stark zugesetzt ist und gereinigt oder ersetzt werden muss.

**[0046]** Gemäß einem sechsten Aspekt der Erfindung ist zusätzlich oder alternativ vorgesehen, dass das Kreislumpenaggregat die Temperatur des Wassers in

Strömungsrichtung vor einem mit dem Kreislauf verbundenen Spülventil und hinter einem hinter dem Spülventil liegenden Rückflussverhinderer erfasst und die erfassten Temperaturwerte miteinander vergleicht. Da die Temperaturen im Zirkulationsbetrieb, d.h. bei geschlossenem Spülventil gleich sein müssen, kann das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, im Falle ungleicher Temperaturwerte annehmen, dass das Spülventil geöffnet ist bzw. nach einer Spülung nicht richtig geschlossen hat, mithin defekt ist. Umgekehrt kann das Kreiselpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, im Falle gleicher Temperaturwerte bei geöffnetem Spülventil, d.h. im Spülbetrieb, annehmen, dass der Rückflussverhinderer defekt ist, weil offensichtlich frisches Trinkwasser durch den Rückflussverhinderer zum Spülventil fließt, was der Rückflussverhinderer gerade verhindern soll. Im ordnungsgemäßen Betrieb des Rückflussverhinderers sollte die Temperatur des Wassers hinter dem Rückflussverhinderer dagegen höher als in dem Kreiselpumpenaggregat sein, sobald dort das frische Trinkwasser ankommt, da der Rückflussverhinderer in einem im Spülbetrieb nicht durchspülten Abschnitt liegt.

**[0047]** Geeigneterweise kann das Kreiselpumpenaggregat auch in den vorgenannten beiden Fällen eine korrespondierende Meldung, insbesondere eine Fehlermeldung ausgeben, die z.B. auf ein geöffnetes oder defektes Spülventil oder einen defekten Rückflussverhinderer hinweist.

**[0048]** Gemäß einem siebten Aspekt der Erfindung stellt das Kreiselpumpenaggregat anhand wenigstens einer dezentralen Trinkwassertemperatur in einer aus der Kreisleitung, in der das Kreiselpumpenaggregat das Wasser fördert, gespeisten lokalen Kreisleitung fest, ob das Trinkwassernetzwerk hydraulisch abgeglichen ist. Ein fehlender oder schlechter hydraulischer Abgleich liegt vor, wenn die dezentrale Temperatur wesentlich von der zentralen Temperatur des durch das Kreiselpumpenaggregat fließenden Wassers abweicht. Letztere wird von dem Kreiselpumpenaggregat, insbesondere einem internen Temperatursensor, oder einem an das Kreiselpumpenaggregat angeschlossenen Temperatursensor ermittelt. Das Kreiselpumpenaggregat kann die dezentrale Temperatur entweder direkt von einem angeschlossenen Temperatursensor erhalten oder als Messwert über die Kommunikationsschnittstelle. Es vergleicht dann die wenigstens eine dezentrale Trinkwassertemperatur mit der zentralen Trinkwassertemperatur und nimmt einen fehlerhaften hydraulischen Abgleich an, wenn eine Abweichung der dezentralen und zentralen Trinkwassertemperatur voneinander einen Grenzwert, beispielsweise 2 K überschreitet.

**[0049]** Gemäß einem achten Aspekt der Erfindung ist zusätzlich oder alternativ vorgesehen, dass das Kreiselpumpenaggregat eine Detektion einer Wärmequelle (Hot Spot Erkennung) durchführt, die Wärme in das Trinkwasserversorgungsnetzwerk einstrahlt. Hierzu führt das Kreiselpumpenaggregat respektive die Pumpenelektronik

die folgenden Schritte aus:

- a. Abschalten der Pumpeneinheit, um bei fehlender Zirkulation in der Kreisleitung zuzulassen, dass sich ein lokal begrenztes Volumen in einem Rohrleitungsabschnitt des Trinkwasserversorgungsnetzwerks, der benachbart zu der Wärmequelle liegt, durch die Wärmequelle erwärmt,
- b. Wiedereinschalten der Pumpeneinheit nach einer bestimmten Zeitspanne, so dass das Trinkwasser in der Kreisleitung wieder zirkuliert,
- c. Überwachung der Temperatur des geförderten Trinkwassers,
- d. Auswertung der Temperatur bezüglich des Auftretens eines lokalen Maximums, und
- e. Schätzung des Abstands der Wärmequelle zum Kreiselpumpenaggregat aus dem Zeitraum vom Wiedereinschalten der Pumpeneinheit bis zum Auftreten des Maximums und dem in diesem Zeitraum vorliegenden Durchfluss.

**[0050]** Sobald das erwärmte Volumen, das sich zuvor in dem benachbart zu der Wärmequelle liegenden Rohrleitungsabschnitt des

**[0051]** Trinkwasserversorgungsnetzwerks befand, das Kreiselpumpenaggregat erreicht, steigt die Temperatur des geförderten Wassers auf ein Maximum an und fällt anschließend wieder ab. Aus dem Zeitraum zwischen dem Wiedereinschalten der Pumpe, respektive dem Zirkulationsbeginn, und dem Auftreten des Maximums in Verbindung mit dem Durchfluss, der in diesem Zeitraum vorlag (z.B. in Liter oder m<sup>3</sup> pro Stunde), kann der Abstand der Wärmequelle zum Kreiselpumpenaggregat bestimmt werden. Diese Abstandsangabe kann in der Art "Hot Spot nach x% des Leitungsvolumens vor der Zirkulationsanlage" erfolgen. Für den Anwender ist bereits eine solche grobe Orientierung hilfreich. Für eine konkretere Abstandsangabe ist es wichtig, dass der Rohrleitungsquerschnitt bekannt ist. Bei unterschiedlichen Querschnitten funktioniert auch ein Durchschnittswert. Beträgt der Durchfluss z.B. 1,5 m<sup>3</sup>/h, liegt bei einer Rohrleitung von 22x1 mm eine Fließgeschwindigkeit von 1,3 m/s vor. Beträgt die Zeitspanne bis zu einem lokalen Temperaturmaximum 20 s, liegt ein Hot-Spot in einer Entfernung von 26 m vor dem Kreiselpumpenaggregat.

**[0052]** Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante kann zusätzlich oder alternativ vorgesehen sein, dass das Kreiselpumpenaggregat seinen Durchfluss ermittelt und nach der Auslösung des Spülventils einen Spülventildefekt annimmt, wenn sich der Durchfluss nicht erhöht. Dies setzt allerdings voraus, dass der Differenzdruck zwischen der Kreisleitung und dem Spülventilausgang geringer ist, als der zuvor vom Kreiselpumpenaggregat erzeugte Differenzdruck. Mit Hilfe eines Durchflussbegrenzers kann der Differenzdruck zum Spülventilausgang allerdings erhöht und damit der Volumenstrom des abfließenden Wassers begrenzt werden. In diesem Fall kann ein Spülventildefekt wie zuvor beschrieben

bevorzugt über die Drehzahl der Pumpeneinheit oder die Temperaturdifferenz über dem Rückflussverhinderer ermittelt werden. Vorzugsweise gibt das Kreiselpumpenaggregat eine Meldung über diesen Spülventildefekt aus.

**[0053]** Alle vorgenannten Meldungen können vom Kreiselpumpenaggregat beispielsweise auf einem Display einer Bedieneinheit und/ oder akustisch angezeigt werden. Alternativ oder zusätzlich kann jede Meldung über die Kommunikationsschnittstelle gesendet werden, beispielsweise zu einer Gebäudeleittechnik, einem entfernten Server einer Überwachungszentrale oder einem mobilen Gerät. Ferner kann vorgesehen sein, jede Meldung als Fehler oder Warnhinweis in der Pumpenelektronik, insbesondere einem Webinterface zu hinterlegen, so dass alle Meldungen über ein mit der Kommunikationsschnittstelle verbundenes Kommunikationsnetzwerk abgefragt werden können.

**[0054]** Vorzugsweise ist das Kreiselpumpenaggregat Teil einer Kompaktbaueinheit innerhalb des Trinkwasserversorgungsnetzwerks. Diese Kompaktbaueinheit hat einen Eingang zur Aufnahme von Trinkwasser aus dem Kreislauf und einen Ausgang zur Förderung von Trinkwasser in den Kreislauf, wobei zwischen dem Eingang und dem Ausgang das Kreiselpumpenaggregat angeordnet ist, um das Wasser im Kreislauf zu fördern. Die Kompaktbaueinheit kann weitere Komponenten beinhalten, so dass diese nicht separat montiert werden müssen. Die Kompaktbaueinheit kann sowohl für Warmwasser- als auch für Kaltwasserzirkulationssysteme verwendet werden.

**[0055]** Von Vorteil ist es, wenn das Spülventil, das Teil einer Spüleinheit ist, ebenfalls integraler Bestandteil der Kompaktbaueinheit ist, und somit nicht wie im Stand der Technik üblich, extern und abseits der für die Zirkulation verwendeten Kreiselpumpe oder kompakter Baueinheiten angeordnet ist, so dass sich der Aufwand für die Montage oder Aufstellung der Baueinheit vor Ort reduziert.

**[0056]** Gemäß einer Ausführungsvariante bilden die Pumpeneinheit, der Elektromotor die Pumpenelektronik baulich eine Einheit, wobei die Pumpenelektronik vorzugsweise außen am Elektromotor, insbesondere an einer axialen Stirnseite befestigt ist. Derartige Kreiselpumpenaggregate sind allgemein bekannt. Jedoch ist das erfindungsgemäße Kreiselpumpenaggregat speziell für die Anwendung in einem Trinkwasserzirkulationssystem eingerichtet. Durch die bauliche Vereinigung aller Kreiselpumpenkomponenten ist der Aufwand für die Herstellung der Kompaktbaueinheit reduziert.

**[0057]** Gemäß einer alternativen Ausführungsvariante kann die Pumpenelektronik räumlich unabhängig vom Elektromotor, insbesondere im vom Elektromotor abgenommenen Zustand in der Kompaktbaueinheit eingebaut sein. Dies hat den Vorteil, dass sie an einer anderen Stelle als die Pumpeneinheit angeordnet werden kann, was einen größeren Gestaltungsspielraum beim Design der Kompaktbaueinheit und der räumlichen Anordnung

ihrer Komponenten lässt.

**[0058]** In jedem Fall ist die Pumpenelektronik bestimmungsgemäß dafür vorgesehen, den Elektromotor anzusteuern bzw. zu bestromen sowie eine Steuerung oder Regelung des Elektromotors sowie der Pumpeneinheit auszuführen. Die Pumpenelektronik besitzt hierfür einen Frequenzumrichter und eine Betriebssoftware, die diese Steuerung oder Regelung ausführt. Erfindungsgemäß ist die Pumpenelektronik zusätzlich mit einer Softwarekomponente und einem von dieser ansteuerbaren Schaltausgang ausgerüstet, mit dem das Spülventil steuerungstechnisch verbunden ist.

**[0059]** Um Einstellungen direkt an der Kompaktbaueinheit vornehmen zu können, kann die Pumpenelektronik eine Anzeige- und Bedieneinheit umfassen. Diese kann ein Display zur Anzeige von Informationen und wenigstens ein Bedienelement aufweisen, um Eingaben zu tätigen. Das Bedienelement kann ein drehbarer und/ oder drückbarer Knopf sein. Es kann alternativ eine berührungssensitive Oberfläche des Displays sein, wobei gegebenenfalls zusätzliche Bedienelemente vorhanden sein können. Vorteilhafterweise ist das Display ein grafisches Farbdisplay.

**[0060]** Die Anzeige- und Bedieneinheit kann unterschiedlichen Zwecken dienen. Beispielsweise kann sie eingerichtet sein, eine manuelle Eingabe des Auslösebefehls für das Spülventil entgegenzunehmen. Die Anzeige- und Bedieneinheit kann auch in klassischer Weise zur Konfiguration des Kreiselpumpenaggregats, im vorliegenden Fall insbesondere zur Konfiguration für die Wasserzirkulation dienen. So können beispielsweise eine bestimmte Regelungsart und/ oder bestimmte Werte von Parametern oder Grenzwerten eingestellt werden. Weiter alternativ kann die Anzeige- und Bedieneinheit zur Wiedergabe von Informationen über das Trinkwasserversorgungsnetzwerk dienen, wie beispielsweise die Wassertemperatur oder der Volumenstrom des zirkulierenden Trinkwassers. Des Weiteren können Fehler oder Fehlerzustände an der Anzeige- und Bedieneinheit angezeigt werden. Da die Anzeige- und Bedieneinheit Teil des Kreiselpumpenaggregats ist, erfolgen folglich alle vorgenannten Möglichkeiten direkt am Kreiselpumpenaggregat.

**[0061]** Bei dem Spülventil kann es sich beispielsweise um ein Magnetventil handeln. In einer Ausführungsvariante kann die Spüleinheit einen zur Atmosphäre hin offenen Auslauf mit einem Siphon aufweist. Dieser atmosphärenoffene Auslauf verhindert eine Rückverkeimung aus Richtung des Auslaufs. Gegebenenfalls können der Auslauf und der Siphon ebenfalls in der Kompaktbaueinheit integriert sein, und zwar derart, dass diese Komponenten der Spüleinheit von einem Gehäuse der Kompaktbaueinheit mitumschlossen werden.

**[0062]** Vorzugsweise weist die Spüleinheit einen Wasser in einem Teilbereich der Spüleinheit, insbesondere in dem Siphon detektierenden Sensor auf, der mit dem Kreiselpumpenaggregat, respektive der Pumpenelektronik über eine entsprechende Schnittstelle verbunden ist.



Beispielsweise kann der Sensor ein Pegelsensor sein. So kann das Kreislumpumpenaggregat überwachen, ob Wasser im Siphon, möglicherweise in Folge einer Verstopfung der Abflussleitung, einen bestimmten Grenzpegel überschreitet und der Siphon überzulaufen droht. Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass das Kreislumpumpenaggregat im Falle detektierten Wassers bzw. bei einem zu hohen Wasserpegel das Spülventil schließt, damit die Spüleinheit nicht überläuft.

**[0063]** In einer Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, das Kreislumpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, über die Kommunikationsschnittstelle an ein lokales oder globales Datennetzwerk wie ein Intranet, Internet oder eine Gebäudeautomation anzuschließen und darüber fernzubedienen und/ oder fernabzufragen. Bei der Kommunikationsschnittstelle kann es sich z.B. um ein Webinterface oder eine industrielle Bus-Schnittstelle wie z.B. Modbus oder Bacnet handeln. Außerdem kann die Kommunikationsschnittstelle kabelgebunden oder eine Funkschnittstelle sein, wie z.B. eine Bluetooth-, NFC-, RFID- oder WLAN-Schnittstelle etc. Eine solche Funkschnittstelle hat den Vorteil, dass das Kreislumpumpenaggregat respektive die Kompaktbaueinheit kabellos mit einem tragbaren externen Gerät wie z.B. einem Smartphone, Laptop oder Tablet verbunden und ebenfalls bedient oder abgefragt werden kann.

**[0064]** Bei der Kommunikationsschnittstelle handelt es sich üblicherweise um eine Kombination aus Hardware und Software, um einerseits die nötige datentechnische Kommunikation und andererseits die nötige Datenverarbeitung insbesondere Protokolle bereitzustellen. Vorzugsweise beinhaltet die Kommunikationsschnittstelle einen Webserver, um einen Zugriff auf das Kreislumpumpenaggregat zur Bedienung und/ oder Datenabfrage über TCP/IP mit Hilfe eines Browsers zu halten.

**[0065]** In einer Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass das Kreislumpumpenaggregat, respektive die Pumpenelektronik, eine UV-Lampe ansteuert. Hierzu kann es einen schaltbaren Ausgang zum Anschließen der UV-Lampe aufweisen. Eine solche UV-Lampe dient der Abtötung von Keimen und kann ebenfalls Bestandteil der Kompaktbaueinheit oder extern zu dieser angeordnet sein. Der Schaltausgang ist von der Pumpenelektronik schaltbar und kann potentialfrei sein, beispielsweise einen Relaisausgang bilden, oder zur an- und abschaltbaren Spannungsversorgung der UV-Lampe dienen.

**[0066]** In einer Ausführungsvariante kann es sich bei den zuvor genannten Grenzwerten und/ oder Zeiträumen um der Pumpenelektronik vorgebbare Parameter handeln.

**[0067]** Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und der beigefügten Figuren erläutert. Bei den Figuren behalten identische oder funktionsgleiche Elemente von Figur zu Figur dasselbe Bezugszeichen.

**[0068]** Es sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen der vorliegenden Beschreibung die Begriffe "aufweisen",

"umfassen" oder "beinhalten" keinesfalls das Vorhandensein weiterer Merkmale ausschließen. Ferner schließt die Verwendung des unbestimmten Artikels bei einem Gegenstand nicht dessen Plural aus.

5 **[0069]** Es zeigen:

Figur 1: ein beispielhaftes Trinkwasserversorgungsnetzwerk einem Kreislauf und einer zentralen Zirkulationsanordnung

10 Figur 2: eine beispielhafte Implementierungsvariante der zentralen Zirkulationsanordnung nach Figur 1 gemäß der Erfindung

Figur 3: eine erste Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Kompaktbaueinheit

15 Figur 4: eine zweite Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Kompaktbaueinheit

Figur 5: ein Ablaufdiagramm zum doppelten Spülen

Figur 6: ein Ablaufdiagramm zur Hot-Spot Erkennung

20

**[0070]** Figur 1 veranschaulicht ein beispielhaftes Trinkwasserversorgungsnetzwerk 30 in schematischer Darstellung. Das Trinkwasserversorgungsnetzwerk 30 wird über einen Hausanschluss 28 von einem Wasserversorger mit frischem Trinkwasser versorgt, der das Trinkwasser mit einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Druck liefert. Eine Hauptleitung 29 verbindet den Hausanschluss 28 mit einem Kreislauf 31 (Zirkulationsleitung), an den mehrerer Verbraucher 32 in Gestalt von Trinkwasserentnahmestellen angeschlossen sind. Die Entnahmestellen sind hier beispielhaft ein Wasserhahn eines Waschbeckens, eine Badewannenarmatur und eine Toilette. Der Kreislauf besteht in diesem Beispiel aus mehreren Vor- und Rücklaufleitungen. So mündet die Hauptleitung 29 zunächst in eine zentrale Vorlaufleitung 33, von der eine erste, zweite und dritte lokale Vorlaufleitung 34 abgeht und die Verbraucher 32 in der Art einer hydraulischen Reihenschaltung verbindet. Am Ende des letzten Verbrauchers 32 der Reihe gehen die lokalen Vorlaufleitungen jeweils in eine lokale Rücklaufleitung 35 über. Diese lokalen Rücklaufleitungen 35 münden über ein Zirkulationsventil 37 für einen hydraulischen Abgleich der lokalen Kreisläufe 34, 35 in eine gemeinsame zentralen Rücklaufleitung 36, welche ihrerseits in eine Zirkulationsanordnung A mit einem Kreislumpumpenaggregat 2 mündet, welches das Rücklaufwasser wieder in die Hauptleitung 29 fördert und damit wieder in den Kreislauf 31 einspeist. Auf diese Weise wird das Trinkwasser kontinuierlich bis zu den Verbrauchern 32 umgewälzt, so dass in den einzelnen Rohrleitungen 33, 34, 35, 36 ein unzulässiger Wärmeeintrag minimiert wird. Die Zirkulationsanordnung A ist in Figur 1 als Blackbox dargestellt, deren Implementierung gemäß einer Variante Figur 2 zeigt.

25

**[0071]** Es sei angemerkt, dass das Trinkwasserversorgungsnetzwerk 30 in einer anderen Variante eine andere hydraulische Struktur aufweisen kann. So kann beispielsweise ein zentraler Kreislauf vorliegen, von dem

aus über einen Strömungsteiler Trinkwasser in eine lokale Vorlaufleitung zu den Verbrauchern und vom letzten Verbraucher über eine lokale Rücklaufleitung wieder zurück zum Strömungsteiler strömt. Über diesen wird das Trinkwasser wieder in die zentrale Vorlaufleitung eingespeist, welche an ihrem Ende in eine zentrale Rücklaufleitung übergeht, die in die Zirkulationsanordnung mündet. Gemäß einer weiteren Variante können die Leitungen zu den Verbrauchern reine Stichleitungen, d.h. ohne Rücklaufleitung sein, wobei ein Wasserzähler am Anfang der jeweiligen Stichleitung zu einem oder mehreren Verbrauchern liegt.

**[0072]** Figur 2 veranschaulicht in schematischer Darstellung eine Implementierung der Zirkulationsanordnung A durch eine erfindungsgemäße Kompaktbaueinheit 1. Die Zirkulationsanordnung A umfasst hier einen Abschnitt der Hauptleitung 29, deren Ende in den Kreislauf 31 mündet, welcher hier vereinfacht durch eine einzige Rohrleitung dargestellt ist und am Ende wiederum in die Zirkulationsanordnung A eintritt.

**[0073]** Die Kompaktbaueinheit 1 weist einen Eingang 3 zur Aufnahme von Trinkwasser aus dem Kreislauf 31 und einen Ausgang 5 zur Förderung von Trinkwasser in den Kreislauf 31 auf, wobei der Ausgang 5 mit der Hauptleitung 29 verbunden ist. Zwischen dem Eingang 3 und dem Ausgang 5 ist ein Kreislumpumpenaggregat 2 mit einer Pumpeneinheit 2a, einem diese antreibenden Elektromotor 2b und einer Pumpenelektronik 2c zur Steuerung und Regelung des Elektromotors 2b angeordnet. Des Weiteren ist auch ein Spülventil 7a zum Ablassen von Trinkwasser aus dem Kreislauf 31 hydraulisch zwischen dem Eingang 3 und dem Ausgang 5 angeordnet, wobei es in dieser Ausführungsvariante zwischen dem Kreislumpumpenaggregat 2 und dem Ausgang 5 liegt. Genauer gesagt, liegt es zwischen dem Kreislumpumpenaggregat 2 und einem Rückflussverhinderer 11, der eine Rückströmung von Trinkwasser von der Hauptleitung 29 über den Ausgang 5 in die Kompaktbaueinheit verhindert.

**[0074]** Ein weiterer Rückflussverhinderer 11 ist außerdem in der Hauptleitung 29 angeordnet. Die Leitung zwischen dem Rückflussverhinderer 11 der Kompaktbaueinheit 1 und der Hauptleitung 29 wird nachfolgend als Zwischenleitung 16 bezeichnet.

**[0075]** Ein zentrales Element der Kompaktbaueinheit 1 bildet das Mehrwege-Rohrstück 10, das in dieser Ausführungsvariante drei Anschlüsse aufweist und das Spülventil 7a über das das Kreislumpumpenaggregat 2 mit dem Eingang 4 und über den Rückflussverhinderer mit dem Ausgang 5 verbindet. Genauer betrachtet, verbindet es also das Kreislumpumpenaggregat 2, das Spülventil 7a und den Rückflussverhinderer 11 miteinander.

**[0076]** Zwischen dem Kreislumpumpenaggregat s und dem Eingang 4 ist ein manuell betätigbares Eingangsventil 4 angeordnet, dass bei Bedarf abgesperrt werden kann.

**[0077]** Das Kreislumpumpenaggregat 2 besitzt eine Anzeige- und Bedieneinheit 2d mit einem Display 8, einem

Bedienelement 9, und einer Funkkommunikationsschnittstelle. Ferner beinhaltet das Kreislumpumpenaggregat 2 einen Temperatursensor 20 zur Erfassung der Temperatur des geförderten Trinkwassers, und eine Volumenstrombestimmung 22. Somit ist das Kreislumpumpenaggregat 2 nicht nur ein Akteur in Gestalt einer Pumpe, sondern auch eine Sensorkomponente innerhalb der Kompaktbaueinheit 1.

**[0078]** Das Spülventil 7a ist ein Magnetventil und über eine Steuerleitung 13 mit der Pumpenelektronik 2c verbunden. Mit anderen Worten ist das Spülventil 7a von der Pumpenelektronik 2c auslösbar. Im geschlossenen Zustand des Spülventils 7a fördert das Kreislumpumpenaggregat 2 das Trinkwasser vom Kreislauf 31 über den Rückflussverhinderer 11 und die Zwischenleitung 16 zur Hauptleitung 26 und damit wieder in den Kreislauf 31. Es sei angemerkt, dass frisches Trinkwasser nur dann über die Hauptleitung 29 in den Kreislauf 31 nachströmt, wenn Wasser aus dem Kreislauf 31 entfernt wird, z.B. durch eine Entnahme an einem der Verbraucher 32 oder durch Ablassen von Wasser infolge eines geöffneten Spülventils 7a. Im ausgelösten Zustand ist das Spülventil 7a geöffnet, so dass das Trinkwasser aus dem Kreislauf 31 in einen freien Auslauf 7b mit Siphon 7c fließt. Der Kreislauf 31 wird somit weitestgehend geleert und mit nachströmendem, frischem Trinkwasser gefüllt.

**[0079]** Figur 3 zeigt eine detailliertere Ansicht einer Kompaktbaueinheit 1 gemäß einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung in schematischer Darstellung. Wie in Figur 2 dargestellt, liegt das Kreislumpumpenaggregat 2 zwischen dem Eingang 3 und dem Mehrwege-Rohrstück 10. Das Kreislumpumpenaggregat 2 besteht auch hier aus der baulichen Vereinigung einer Pumpeneinheit 2a, einem diese antreibenden Elektromotor 2b und einer Pumpenelektronik 2c, die am Elektromotor 2b befestigt ist. Die Pumpenelektronik 2c weist eine Kommunikationsschnittstelle auf, mit der das Kreislumpumpenaggregat 2 und somit die Kompaktbaueinheit 1 über eine Kommunikationsleitung 17 mit einer Gebäudeautomation, einem lokalen Netzwerk oder dem Internet (www) verbunden ist. Das Kreislumpumpenaggregat 2 kann auf diese Weise fernbedient und/oder fernabgefragt werden.

**[0080]** Der Elektromotor 2b ist als Nassläufer ausgeführt, wobei sein Rotor in einem mit dem geförderten Trinkwasser gefüllten Rotorraum dreht. Strömungskanäle zwischen der das Laufrad aufnehmenden Pumpenkammer und dem Rotorraum sorgen für eine kontinuierliche Durchströmung des Rotorraums. Um zu verhindern, dass sich diese Strömungskanäle zusetzen und der Rotorraum infolgedessen nicht mehr ausreichend durchströmt wird, so dass dort eine erhöhte Keimbildung stattfinden kann, liegt in Strömungsrichtung vor dem Kreislumpumpenaggregat 2 ein Filter 19, der groben Partikel aus dem Trinkwasser herausfiltert, bevor sie in die Pumpeneinheit 2a eintreten können. Der Filter 19 liegt zwischen dem Eingangsventil 4 und der Pumpeneinheit 2a.

**[0081]** Das Mehrwege-Rohrstück 10 ist hier kreuzför-

mig und weist somit vier Anschlüsse 10a, 10b, 10c, 10d auf, zwischen denen je ein 90° Winkel besteht, wobei die Pumpeneinheit 2a an einen Eingangsanschluss 10a des Mehrwege-Rohrstücks 10 angeschlossen ist. An einem gegenüberliegenden ersten Ausgangsanschluss 10b ist das Spülventil 7a angeschlossen. Zur rechten Seite geht ein zweiter Ausgangsanschluss 10c ab, der mit dem Rückflussverhinderer 11 verbunden ist und zum Ausgang 5 der Kompaktbaueinheit 1 führt. Zwischen dem Rückflussverhinderer 11 und dem Ausgang 5 ist ein manuell betätigbares Ausgangsventil 6 analog zum Eingangsventil 5 angeordnet. Eine Zwischenleitung 16 verbindet den Ausgang 5 mit der Hauptleitung 29. Zur linken Seite weist das Mehrwege-Rohrstück 10 einen dritten Ausgangsanschluss 10d auf, an den ein Probenentnahmeventil 18 angeordnet ist. Dieses ermöglicht die Entnahme einer Trinkwasserprobe für Qualitätsuntersuchungen direkt an der erfindungsgemäßen Kompaktbaueinheit 1.

**[0082]** Das Spülventil 7a ist Teil einer Spüleinheit 7, die außerdem einen freien Auslass 7b, einen Siphon 7c und einen optionalen Pegelsensor 7e umfasst. Das Spülventil 7a ist ein Magnetventil und weist einen elektromagnetischen Stellantrieb 7d auf, der über eine Steuerleitung 13 mit der Pumpenelektronik 2c verbunden ist. Die Pumpenelektronik 2c kann das Spülventil 7a über die Steuerleitung 13 auslösen, so dass sich das in den Kreislauf 31 befindliche Trinkwasser in den freien Auslauf 7b ergießt. Der freie Auslauf 7b ist zur Atmosphäre hin offen, um zu verhindern, dass Keime aus dem Abfluss bzw. Siphon 7c in den Kreislauf 31 eintreten. Der Pegelsensor 7e überwacht einen möglichen verstopfungsbedingten Überlauf der Spüleinheit 7. Er ist über eine Sensorleitung 14 ebenfalls mit der Pumpenelektronik 2 verbunden.

**[0083]** An den Ausgang 5 der Kompaktbaueinheit 1 ist ein Erweiterungsmodul 15 angeschlossen, das beispielsweise ein Kühlaggregat oder ein Filter sein kann. Im Falle eines Kühlaggregats können Rohranschlüsse nach oben oder nach unten abgehen. Um in beiden Fällen eine Montage zu ermöglichen, d.h. wahlweise in einer auf oben und unten bezogenen Normalorientierung und einer hierzu kopfüber liegenden Orientierung (upside down), ist der Ausgangsanschluss 5 der Kompaktbaueinheit 1 seitlich mittig angeordnet.

**[0084]** Das Kreislumpumpenaggregat 2 ist dafür vorgesehen, dass das Trinkwasser in dem Kreislauf 31 kontinuierlich zirkuliert. Hierzu kann das Kreislumpumpenaggregat 2 ihren Volumenstrom oder ihre Förderhöhe bzw. Differenzdruck konstant halten, insbesondere regeln. Im Zirkulationsbetrieb tritt das Trinkwasser über den Eingang 3 in die Kompaktbaueinheit 1 ein, und strömt durch das Eingangsventil 4 und durch den Filter 19 in das Pumpenaggregat 2 hinein, welches den Druck des Trinkwassers erhöht. Da das Spülventil 7 geschlossen ist, strömt das Trinkwasser vom Eingangsanschluss 10a zum zweiten Ausgangsanschluss 10c des Mehrwege-Rohrstücks 10 und durch den Rückflussverhinderer 11 und das Ausgangsventil 6 zum Ausgang 5, von wo es

durch die Zwischenleitung 16 weiter zur Hauptleitung 29 fließt und anschließend wieder in den Kreislauf 31 eintritt. Eine Zapfaktivität liegt vor, wenn an einem der Verbraucher 32 Trinkwasser entnommen wird. In diesem Fall sinken der Druck im Trinkwasserversorgungsnetzwerk und der vom Kreislumpumpenaggregat 2 geförderte Volumenstrom und es strömt frisches Trinkwasser vom Hausanschluss 28 über die Hauptleitung 29 in den Kreislauf 31.

**[0085]** Das Absinken des Drucks und des Volumenstroms führt beim Kreislumpumpenaggregat 2 zu einer Veränderung seines Arbeitspunktes. Dies wird vom Kreislumpumpenaggregat 2 auch erkannt, zumal es das Defizit ausregeln muss. Eine Änderung des Arbeitspunktes korrespondiert somit mit einer Zapfaktivität. Das Kreislumpumpenaggregat weist hierfür eine Volumenstrom- oder Differenzdruckbestimmung in Form eines bzw. jeweils eines Sensors auf oder ermittelt den Volumenstrom oder den Differenzdruck rechnerisch in an sich bekannter Weise. Das Kreislumpumpenaggregat 2 bzw. ihre Pumpenelektronik 2c ist eingerichtet, jede Zapfaktivität an den Verbrauchern 32 zu erkennen und zu dokumentieren, insbesondere in einem Speicher abzuspeichern z.B. in Gestalt eines Ereignisses.

**[0086]** Erfolgt für einen längeren Zeitraum keine Zapfaktivität, wird eine Verkeimung des nicht ausgetauschten Wassers begünstigt. In diesem Fall sollte das Trinkwasser in der Zirkulationsleitung durch frisches Trinkwasser ersetzt werden. Das Kreislumpumpenaggregat 2 ist eingerichtet, das Spülventil 7a auszulösen, wenn für einen bestimmten Zeitraum keine Zapfaktivität erfolgte bzw. keine Arbeitspunktänderung eingetreten ist. Dieser Zeitraum liegt bevorzugt zwischen 24 und 72 Stunden. Tritt eine Zapfaktivität auf, beginnt das Kreislumpumpenaggregat 2, den Zeitraum erneut abzuwarten.

**[0087]** Da der Fall eintreten kann, dass eine Zapfaktivität oder wenige Zapfaktivitäten zu gering ist/ sind, um die gesamte Menge an zirkulierendem Trinkwasser zu entnehmen und durch Frisches zu ersetzen, kann das Kreislumpumpenaggregat 2 zusätzlich oder alternativ zu dem vorgenannten zapfaktivitätsabhängige Spülkriterium eingerichtet sein, das Spülventil 7a nach Ablauf eines bestimmten Zeitraums auszulösen. Dieser Zeitraum beträgt beispielsweise 72 Stunden.

**[0088]** Das Kreislumpumpenaggregat 2 weist einen internen Temperatursensor 20 auf, mit dem die Temperatur des geförderten Trinkwassers bestimmt wird. Zusätzlich dokumentiert das Kreislumpumpenaggregat diese Temperatur, indem sie sie über der Zeit abspeichert. Vorteilhafterweise kann damit auch festgesellt und dokumentiert werden, mit welcher Temperatur der Wasserversorger das Trinkwasser am Hauswasseranschluss 28 zur Verfügung stellt, indem die niedrigste Temperatur am Ende eines Spülvorgangs dokumentiert wird (Ansatz: Die Erwärmung des Wassers beim Spülen ist vernachlässigbar).

**[0089]** Während des Zirkulationsbetriebs kann sich das Trinkwasser in dem Kreislauf 31 erwärmen, wodurch

die Keimbildung beschleunigt wird und gegebenenfalls hygienisch unzulässige Temperaturen erreicht werden. Dieser Erwärmungsprozess wird von dem Kreislumpumpenaggregat 2 überwacht. Es löst das Spülventil 7a aus, wenn die Temperatur des geförderten Trinkwassers einen Grenzwert erreicht oder überschreitet, beispielsweise 25°C. Da es sein kann, dass dieser Grenzwert zeitweise, insbesondere in den Sommermonaten durchweg überschritten wird, ist es auch in diesem Fall sinnvoll, wenn das temperaturabhängige Spülkriterium mit dem zeitraumabhängigen Spülkriterium überlagert wird, so dass in jedem Fall alle 72 Stunden gespült wird.

**[0090]** Des Weiteren schließt das Kreislumpumpenaggregat 2 das Spülventil 7a, wenn der Pegelsensor 7e das Erreichen oder Überschreiten eines Grenzpegels im Siphon 7c anzeigt, um einen Überlauf zu verhindern. Zum Sicherstellen, dass der Siphon 7c stets mit Wasser gefüllt ist und damit ein Geruchsverschluss vorliegt, kann das Kreislumpumpenaggregat 2 einen Ventilttest durchführen, bei dem das Spülventil 7a kurz, beispielsweise für wenige Sekunden, insbesondere 3 Sekunden, ausgelöst wird, vorzugsweise um Mitternacht.

**[0091]** Infolge der Auslösung des Spülventils 7a öffnet dieses und das Trinkwasser wird in den freien Auslass 7b abgeschieden. Da dieser zur Atmosphäre hin offen ist, stellt das Öffnen des Spülventils 7a quasi einen hydraulischen Kurzschluss dar und das Trinkwasser wird mit dem Druck des Wasserversorgers, ca. 2-6 bar, abzüglich der Rohrleitungsverluste im Trinkwassernetzwerk und mit maximaler Geschwindigkeit abgeschieden. Allerdings kann ein Durchflussminderer vor oder hinter dem Spülventil 7a angeordnet werden, der unabhängig vom Druck einen konstanten Durchfluss einregelt, beispielsweise 10 l/min. Da das abzuschiedende Trinkwasser in der Ausführungsvariante gemäß Figur 3 durch das Kreislumpumpenaggregat 2 fließt, treibt es die Pumpeneinheit 2a turbinenartig an, so dass der Elektromotor 2b generatorisch arbeitet. Um zu verhindern, dass der Zwischenkreis des Frequenzumrichters in der Pumpenelektronik überlastet wird, wird der Elektromotor für die Zeit ausgeschaltet bzw. nicht bestromt. Ferner kann das Kreislumpumpenaggregat den Abscheidungs- bzw. Spülprozess überwachen. Infolge der Überwachung kann das Kreislumpumpenaggregat 2 ein Abschaltkriterium anwenden, so dass die zum Spülen des Kreislaufs abzuschiedende Wassermenge und damit der wirtschaftliche Verlust für das ungenutzte Trinkwasser minimal ist.

**[0092]** Während der Abscheidung des Wassers kann dessen Temperatur durch den pumpeninternen Temperatursensor 20 gemessen werden. Da frisches Trinkwasser mit einer in der Regel deutlich geringeren Temperatur aus der Hauptleitung 29 in den Kreislauf 31 nachfließt und irgendwann auch das Kreislumpumpenaggregat 2 erreicht, wartet das Kreislumpumpenaggregat 2 auf diesen Zeitpunkt und schaltet das Spülventil 7a ab, wenn die Temperatur einen Zielwert erreicht oder unterschreitet, z.B. 20°C. Zusätzlich schaltet das Kreislumpumpenaggregat das Spülventil 7a ab, wenn sich die Temperatur nicht

mehr oder nicht mehr wesentlich ändert, mit anderen Worten einen Minimalwert erreicht hat. Dieses temperaturänderungsbasierte Abschaltkriterium ist dem vorherigen temperaturbasierten Kriterium überlagert und stellt sicher, dass eine Abschaltung des Spülventils 7a auch dann erfolgt, wenn die Temperatur des vom Wasserversorger gelieferten Trinkwassers über dem Zielwert liegt. Dabei ist der Wasserverbrauch für die Spülung weiterhin minimal.

**[0093]** Alternativ kann eine Abschaltung des Spülventils 7a dann erfolgen, wenn eine vorbestimmte Menge an Trinkwasser in Liter oder Kubikmeter oder für einen bestimmten Zeitraum Trinkwasser abgelassen worden ist. Auch diese Kriterien können wahlweise zusätzlich oder alternativ zu den vorgenannten Kriterien verwendet werden. Da das Kreislumpumpenaggregat 2 über die Volumenstrombestimmung 22 ihren aktuell geförderten Volumenstrom bestimmt, kann sie als Wasserzähler fungieren, indem sie den Volumenstrom ab Auslösung des Spülventils mit der Zeit multipliziert. Das Kreislumpumpenaggregat 2 schaltet das Spülventil 7a dann ab, wenn die vorbestimmte Menge an Trinkwasser durch sie hindurchgeflossen ist.

**[0094]** Bei dem Zielwert, der Menge und/ oder dem Zeitraum handelt es sich um einen in der Pumpenelektronik vorgebbaren Parameter. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass die Pumpenelektronik werksseitig nicht wissen kann, wie groß das Trinkwasserversorgungsnetzwerk ist, in der die Kompaktbaueinheit verbaut wird. Allerdings ist vorgesehen, dass die Pumpenelektronik eingerichtet sein, die Menge abzulassenden Trinkwassers oder den Zeitraum für das Ablassen selbständig zu ermitteln. Dies gelingt, indem bei einer ersten Spülung die Zeit oder die durch die Kreislumpe geflossene Wassermenge gemessen wird, bis die Temperatur auf den Minimalwert gesunken ist. Die dann vorliegende Wassermenge bzw. die bis dahin vergangene Zeit können dann als Parameter für ein mengenbasiertes oder zeitbasiertes Abschaltkriterium in der Pumpenelektronik 2c abgespeichert werden.

**[0095]** Den infolge der Öffnung des Spülventils 7a entstehenden hydraulischen Kurzschluss kann das Kreislumpumpenaggregat 2 durch eine Änderung seines Arbeitspunkts feststellen. Hieraus kann das Kreislumpumpenaggregat die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit des Spülventils 7a erkennen. Falls in dieser Zeit der Elektromotor unbestromt ist, kann die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit des Spülventils daran erkannt werden, dass die Pumpendrehzahl größer null ist, weil Wasser durch die Pumpeneinheit 2a strömt und ihr Laufrad antreibt. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass das Kreislumpumpenaggregat 2 auf einen Defekt des Spülventils 7a schließen kann bzw. schließt, wenn nach dem Auslösen des Spülventils 7a die zu erwartende Arbeitspunktänderung bzw. die positive Pumpendrehzahl trotz abgeschaltetem Motor nicht vorliegt. Das Kreislumpumpenaggregat 2 gibt dann eine Fehlermeldung aus, beispielsweise über das Display 8 oder die Kommunikationsschnittstelle.

**[0096]** Der weitere Temperatursensor 21a in Strömungsrichtung hinter dem Rückflussverhinderer 11 ermöglicht der Pumpenelektronik 2c den Zustand des Spülventils 7a jederzeit zu erkennen. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn es das Spülventil 7a nicht selbst auslöst. Hierzu wertet die Pumpenelektronik 2c die von dem weiteren Temperatursensors 21a gemessene Temperatur aus, indem es diese mit der selbst gemessenen Temperatur vergleicht. Bleibt die von dem weiteren Temperatursensor 21a gemessene Temperatur konstant, während die von dem pumpeninternen Temperatursensor 20 gemessene Temperatur sinkt, ist das Spülventil 7a offensichtlich geöffnet und es wird gespült (Spülbetrieb). Sind die beiden Temperaturen dagegen gleich, findet eine Zirkulation statt (Zirkulationsbetrieb). In Kombination mit dem Wissen, das das Spülventil 7a ausgelöst worden ist, welches die Pumpenelektronik 2c jedenfalls dann hat, wenn sie das Spülventil 7a selbst auslöst, oder alternativ im Falle einer Fremdauslösung über die Kommunikationsschnittstelle mitgeteilt bekommt, kann die Pumpenelektronik 2c sogar einen Fehler des Spülventils 7a erkennen. Bleiben die Temperaturen nach der Auslösung des Spülventils 7a gleich, ist es fehlerhaft geschlossen. Sind die Temperaturen im Zirkulationsbetrieb verschieden, fließt offensichtlich Wasser über das Spülventil 7a ab, d.h. es ist fehlerhaft geöffnet. In allen Fällen kann der Status, insbesondere ein Fehlerzustand des Spülventils 7a von der Pumpenelektronik 2c auf dem Display 8 angezeigt, über die Kommunikationsschnittstelle gemeldet und/ oder fernabfragbar in der Pumpenelektronik 2c hinterlegt sein.

**[0097]** In dem Erweiterungsmodul 15 ist ein externer Sensor 21b angeordnet, der ebenfalls über eine Sensorleitung 14 mit der Pumpenelektronik 2c verbunden. Somit ist die Pumpenelektronik 2 in der Lage, das Erweiterungsmodul 15 bezüglich der erfassten Messgröße zu überwachen. Ist das Erweiterungsmodul 15 ein Kühlaggregat, so kann der externe Sensor 21b ein Temperatursensor sein, der die Temperatur am Ausgang des Kühlaggregats erfasst. Das Kreislumpenaggregat 2 kann eingerichtet sein, eine Temperaturregelung aufgrund dieser Temperatur durchzuführen. Alternativ oder zusätzlich kann bei Überschreiten eines Grenzwerts eine Fehler- oder Warnmeldung vom Kreislumpenaggregat 2 erzeugt werden und am Display 8 angezeigt oder über die Kommunikationsleitung 17 versendet werden, um auf einen Fehler des Kühlaggregats hinzuweisen.

**[0098]** Ist das Erweiterungsmodul 15 ein Filter so kann der externe Sensor 21b ein Differenzdrucksensor sein, der den Druckabfall über dem Filter erfasst und somit dessen Verschmutzungsgrad angibt. Das Kreislumpenaggregat 2 kann eingerichtet sein, eine seine Regelung aufgrund dieses Differenzdrucks anzupassen, z.B. mit steigendem Differenzdruck die Förderhöhe zu erhöhen, um die Geschwindigkeit des zirkulierenden Trinkwassers konstant zu halten. Alternativ oder zusätzlich kann bei Überschreiten eines Grenzwerts eine Fehler- oder Warnmeldung vom Kreislumpenaggregat 2 er-

zeugt werden und am Display 8 angezeigt oder über die Kommunikationsleitung 17 versendet werden, um auf die Wartung oder den Austausch des Filters hinzuweisen.

**[0099]** Figur 4 zeigt eine andere Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Kompaktbaueinheit 1. Sie unterscheidet sich von der Variante in Figur 3 darin, dass das Kreislumpenaggregat 2 nicht in Strömungsrichtung vor, sondern hinter dem Spülventil 7a liegt, d.h. nicht eingangsseitig, sondern ausgangsseitig angeordnet ist. Mit anderen Worten ist das Spülventil 7a nicht zwischen dem Kreislumpenaggregat 2 und dem Ausgang 5, sondern zwischen dem Eingang 3 und dem Kreislumpenaggregat 2 angeordnet. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass das Kreislumpenaggregat 2 im Spülbetrieb nicht überströmt, d.h. turbinenartig durch das abzuschneidende Trinkwasser angetrieben wird. Denn während des Spülens ruht das Wasser in der Zwischenleitung 16. Somit besteht hier nicht die Gefahr einer Überlastung des Zwischenkreises des Frequenzumrichters. Eine Überwachung des Spülprozesses ist nur eingeschränkt möglich.

**[0100]** So muss für die Verwendung eines temperatur- oder temperaturänderungsbasierten Abschaltkriteriums für das Spülventil 7a ein weiterer Temperatursensor 21a zwischen dem Eingang und dem Spülventil 7a verwendet werden. Ferner kann das Kreislumpenaggregat 2 hier nicht als Wasserzähler fungieren.

**[0101]** Ein Vorteil der Anordnung in Figur 4 besteht jedoch darin, dass die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit des Rückflussverhinderers 11 geprüft werden kann. Stellt das Kreislumpenaggregat 2 während der Spülaktivität eine Durchströmung fest, z.B. eine Drehzahl ungleich null trotz unbestromtem Elektromotor 2b wird auf einen Defekt des Rückflussverhinderers 11 geschlossen. Das Kreislumpenaggregat 2 gibt dann eine Fehlermeldung aus, beispielsweise über das Display 8 oder die Kommunikationsschnittstelle.

**[0102]** Wie in Figur 1 dargestellt, kann in einer Ausführungsvariante ein Temperatursensor 21c in einer Leitung zwischen der Kreisleitung 31 und dem Verbraucher 32 angeordnet sein und eine dezentrale Trinkwassertemperatur erfassen. Dieser dezentrale Temperatursensor 21c ist mit der Pumpenelektronik 2c verbunden, so dass sie feststellen kann, ob das Trinkwassernetzwerk hydraulisch abgeglichen ist.

**[0103]** Hierzu vergleicht sie die dezentrale Trinkwassertemperatur mit der zentralen Trinkwassertemperatur, die der pumpeninterne Temperatursensor 20 erfasst, und nimmt einen schlechten hydraulischen Abgleich an, wenn eine Abweichung der dezentralen und zentralen Trinkwassertemperatur voneinander einen Grenzwert von beispielsweise 2K überschreitet. Wurde ein schlechter hydraulischer Abgleich erkannt, gibt das Kreislumpenaggregat 2 eine Fehlermeldung aus, beispielsweise über das Display 8 oder die Kommunikationsschnittstelle.

**[0104]** Figur 5 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Realisierung eines doppelten Spülens. Das doppelte Spülen

dient dazu, auch das Wasservolumen in der Zwischenleitung 16 auszutauschen, das während des konventionellen Spülens über das Spülventil 7a, in der Zwischenleitung 16 verbleibt, da diese aufgrund des Rücklaufverhinders 11 eine Stichleitung bildet.

**[0105]** Das Verfahren geht aus vom Zirkulationsbetrieb, in dem das Kreiselpumpenaggregat 2 das Wasser in der Kreisleitung 31 umwälzt, Schritt S1. Während des Zirkulationsbetriebs wird kontinuierlich überprüft, ob eine Bedingung zur Spülung der Kreisleitung vorliegt, Schritt S2. Eine solche Spülbedingung kann z.B. sein, dass

- über einen bestimmten Zeitraum keine oder nur eine unzureichende Zapfaktivität an den Verbrauchern 32 festgestellt worden ist, oder
- die Temperatur des geförderten Trinkwassers den oberen Grenzwert von z.B. 25°C erreicht oder überschreitet, oder
- die Temperatur des geförderten Trinkwassers für einen vorgegebenen Zeitraum, z.B. 3min, oberhalb eines bestimmten Grenzwerts von z.B. 23°C liegt, oder
- ein bestimmter Zeitraum von z.B. 72 Stunden vergangen ist, oder
- ein bestimmtes Datum und/ oder eine bestimmte Uhrzeit erreicht ist, oder
- ein manueller Auslösebefehl zum Spülen über die Anzeige- und Bedieneinheit 2d erhalten wird, oder
- ein Fernauslösebefehl zum Spülen über die Kommunikationsschnittstelle, insbesondere das Webinterface, erhalten wird.

**[0106]** Ist die Bedingung erfüllt, wird das Spülventil in Schritt S3 geöffnet und das frische Trinkwasser fließt durch die Hauptleitung 29 in die Kreisleitung 31 respektive in die zentrale Vorlaufleitung 33, die lokalen Vorlaufleitungen 34, die lokalen Rücklaufleitungen 35 und die zentrale Rücklaufleitung 36, bis es zum Kreiselpumpenaggregat 2 und dem Spülventil 7a gelangt, wo es aus geschieden wird.

**[0107]** Während dieses Spülbetriebs wird geprüft, ob eine Bedingung zum Beenden der Spülung erfüllt ist, Schritt S4. Eine solche Stoppbedingung kann z.B. sein, dass

- die Temperatur des geförderten Trinkwassers einen unteren Grenzwert von z.B. 20°C erreicht oder unterschreitet, oder
- sich die Temperatur nicht mehr ändert oder die Änderung der Temperatur des geförderten Trinkwassers einen Grenzwert unterschreitet, oder
- eine vordefinierte Spüldauer abgelaufen ist, oder
- ein vordefiniertes Spülvolumen abgelassen wurde.

**[0108]** Ist die Bedingung erfüllt, wird das Spülventil in Schritt S5 geschlossen und das Kreiselpumpenaggregat 2 kehrt zurück in den Zirkulationsbetrieb, Schritt S6. Dieser verbleibt jedoch nur einen vergleichsweise kur-

zen Zeitraum von beispielsweise 60 Sekunden für etwa 50m Rohrleitung, damit das frische Trinkwasser das Wasservolumen aus der Zwischenleitung 16 in die Hauptleitung 29 und gegebenenfalls in die Kreisleitung 31 schieben kann.

**[0109]** Anschließend wird das Spülventil 7a erneut geöffnet, Schritt S7, so dass auch das verschobene Wasservolumen der Zwischenleitung 16, getrieben von dem nachfließenden Frischwasser, zum Spülventil 7a fließt und dort abgeschieden wird. Somit findet in der gesamten Kreisleitung ein Wasseraustausch statt. Während des Spülbetriebs wird wieder überprüft, ob eine Bedingung zum Beenden der Spülung erfüllt ist, Schritt S8. Da das Wasser schon zu Beginn des Spülbetriebs seine Minimaltemperatur hat, bietet sich als Stoppbedingung an, die vordefinierte Spüldauer oder das vordefinierte Spülvolumen zu verwenden. Alternativ kann eine modifizierte Temperaturänderungsbedingung verwendet werden, bei der das Kreiselpumpenaggregat die Wassertemperatur zunächst daraufhin auswerten, ob sie ansteigt und anschließend wieder abfällt, bis sich die Temperatur nicht mehr ändert oder die Änderung der Temperatur den Grenzwert unterschreitet. Denn der Temperaturanstieg wird durch das Wasservolumen verursacht, das zuvor in der Zwischenleitung war.

**[0110]** Ist die Bedingung erfüllt, wird das Spülventil in Schritt S9 wieder geschlossen und das Kreiselpumpenaggregat 2 kehrt zurück in den Zirkulationsbetrieb, Schritt S1.

**[0111]** Figur 5 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Realisierung einer Hot-Spot Erkennung. Dieses Verfahren dient dazu, die Lage einer Wärmequelle zu schätzen, die einen außergewöhnlichen Wärmeeintrag in das Trinkwasserversorgungsnetzwerk 30 bewirkt. Die Bestimmung der Lage erfolgt in Form eines Abstands zum Kreiselpumpenaggregat 2. In Kenntnis der Rohrleitungslängen des Trinkwasserversorgungsnetzwerks 30 kann dann anhand des Abstands ermittelt werden, wo genau sich in dem Gebäude, in dem sich das Trinkwasserversorgungsnetzwerk 30 erstreckt, die Wärmequelle liegen muss, um welche Wärmequelle es sich handelt, und ob der durch die Wärmequelle verursachte Wärmeeintrag in das Trinkwasserversorgungsnetzwerk 30 gegebenenfalls unterbunden werden kann.

**[0112]** Zur Hot-Spot Erkennung führt das Kreiselpumpenaggregat respektive die Pumpenelektronik ausgehend vom Zirkulationsbetrieb nacheinander die folgenden in Figur 6 veranschaulichten Schritte aus:

- S10 Abschalten der Pumpeneinheit 2a, um bei fehlender Zirkulation in der Kreisleitung zuzulassen, dass sich ein lokal begrenztes Volumen in einem Rohrleitungsabschnitt des Trinkwasserversorgungsnetzwerks 30, der benachbart zu der Wärmequelle liegt, durch die Wärmequelle erwärmt,
- S11 Wiedereinschalten der Pumpeneinheit 2a nach einer bestimmten Zeitspanne, so dass das

- Trinkwasser in der Kreisleitung 31 wieder zirkuliert,
- S12 Überwachung der Temperatur des geförderten Trinkwassers,
- S13 Auswertung der Temperatur bezüglich des Auftretens eines lokalen Maximums, und
- S14 Schätzung des Abstands der Wärmequelle zum Kreiselpumpenaggregat aus dem Zeitraum vom Wiedereinschalten der Pumpeneinheit 2a bis zum Auftreten des Maximums und dem in diesem Zeitraum vorliegenden Durchfluss.

**[0113]** Beträgt der Zeitraum beispielsweise 20s kann der Abstand der Wärmequelle zum Kreiselpumpenaggregat wie folgt bestimmt werden:

Ein Durchfluss z.B. 1,5 m<sup>3</sup>/h bei einer Rohrleitung von 22x1 mm (20mm Innendurchmesser) und einer Fließgeschwindigkeit von 1,3 m/s ergibt bei 20 s einen Abstand von 26 m. Diese Abstandsangabe kann aber auch in der Art "Hot Spot nach x% des Leitungsvolumens vor der Zirkulationsanlage" erfolgen.

**[0114]** Es sei darauf hingewiesen, dass die vorstehende Beschreibung lediglich beispielhaft zum Zwecke der Veranschaulichung gegeben ist und den Schutzbereich der Erfindung keineswegs einschränkt. Merkmale der Erfindung, die als "kann", "beispielhaft", "bevorzugt", "optional", "ideal", "vorteilhaft", "gegebenenfalls" oder "geeignet" angegeben sind, sind als rein fakultativ zu betrachten und schränken ebenfalls den Schutzbereich nicht ein, welcher ausschließlich durch die Ansprüche festgelegt ist. Soweit in der vorstehenden Beschreibung Elemente, Komponenten, Verfahrensschritte, Werte oder Informationen genannt sind, die bekannte, naheliegende oder vorhersehbare Äquivalente besitzen, werden diese Äquivalente von der Erfindung mit umfasst. Ebenso schließt die Erfindung jegliche Änderungen, Abwandlungen oder Modifikationen von Ausführungsbeispielen ein, die den Austausch, die Hinzunahme, die Änderung oder das Weglassen von Elementen, Komponenten, Verfahrensschritten, Werten oder Informationen zum Gegenstand haben, solange der erfindungsgemäße Grundgedanke erhalten bleibt, ungeachtet dessen, ob die Änderung, Abwandlung oder Modifikationen zu einer Verbesserung oder Verschlechterung einer Ausführungsform führt.

s

## Bezugszeichenliste

**[0115]**

- 1 Kompaktbaueinheit
- 2 Kreiselpumpenaggregat
- 2a Pumpeneinheit
- 2b Elektromotor
- 2c Pumpenelektronik
- 2d Anzeige- und Bedieneinheit
- 3 Eingang

- 4 Eingangsventil
- 5 Ausgang
- 6 Ausgangsventil
- 7 Spüleinheit
- 7a Spülventil
- 7b freier Auslauf
- 7c Siphon
- 7d Ventilstelleinheit
- 7e Sensor
- 8 Display
- 9 Bedienelement
- 10 Mehrwege-Rohrstück
- 10a Eingangsanschluss
- 10b erster Ausgangsanschluss
- 10c zweiter Ausgangsanschluss
- 10d dritter Ausgangsanschluss
- 11 Rückflussverhinderer
- 12 Elektrische Versorgungsleitung
- 13 Steuerleitung
- 14 Sensorleitung
- 15 Erweiterungsmodul
- 16 Zwischenleitung
- 17 Kommunikationsleitung, Bus
- 18 Probenentnahmeventil
- 19 Filter
- 20 pumpeninterner Temperatursensor
- 21a, 21b weiterer Sensor
- 21c dezentraler Temperatursensor
- 22 Volumenstrombestimmung
- 28 Hausanschluss für Trinkwasser
- 29 Hauptleitung
- 30 Trinkwasserversorgungsnetzwerk
- 31 Kreislauf/ Zirkulationsleitung
- 32 Verbraucher
- 33 Zentrale Vorlaufleitung
- 34 Lokale Vorlaufleitung
- 35 Lokale Rücklaufleitung
- 36 Zentrale Rücklaufleitung
- 37 Zirkulationsventil

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen einer Wasserzirkulation in einem Trinkwasserversorgungsnetzwerk (30), das wenigstens einen Kreislauf (31) zur Zirkulation von Trinkwasser, ein Kreiselpumpenaggregat (2) zur Aufnahme von Trinkwasser aus und Förderung in den Kreislauf (31) und wenigstens einen aus dem Kreislauf (31) mit Trinkwasser gespeisten Verbraucher (32) aufweist, wobei das Kreiselpumpenaggregat (2) eine Pumpeneinheit (2a), einen diese antreibenden Elektromotor (2b) und eine Pumpenelektronik (2c) zur Steuerung und Regelung des Elektromotors (2b) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreiselpumpenaggregat (2) Betriebsinformationen über die Wasserzirkulation oder das Trinkwasserversorgungsnetzwerk (30) ermittelt zur Überwa-

chung der Wasserzirkulation verwendet, und

- **dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) seinen Durchfluss ermittelt und auf eine Änderung oder das Erreichen eines Grenzwerts überwacht, und das Kreislumpumpenaggregat (2) ein geschlossenes Ventil innerhalb des Kreislaufs (31) annimmt, wenn der Durchfluss einen unteren Grenzwert unterschreitet, und/ oder 5
- **dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) regelmäßig in Intervallen seinen Arbeitspunkt ermittelt und eine Änderung des Arbeitspunktes langfristig überwacht, wobei das Kreislumpumpenaggregat (2) 10
- eine strukturelle Änderung des Trinkwasserversorgungsnetzwerks (30) annimmt, wenn sich der Arbeitspunkt abrupt verändert, und/ oder 15
- einen zugesetzten Filter in dem Kreislauf (31) annimmt, wenn ein den Arbeitspunkt mitdefinierender Differenzdruck allmählich ansteigt oder über einen Grenzwert steigt, und/ oder 20
- ein defekt offenes Regelventil (37) in dem Kreislauf (31) annimmt, wenn ein den Arbeitspunkt mitdefinierender Differenzdruck allmählich absinkt oder unter einen Grenzwert fällt, und/ oder 25 30
- **dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) in Strömungsrichtung des Trinkwassers
- entweder vor einem mit dem Kreislauf (31) verbundenen Spülventil (7a) zur Ablassung von Trinkwasser aus dem Kreislauf (31) angeordnet ist, und im antriebslosen Zustand ermittelt, ob seine Drehzahl größer null ist, wobei das Kreislumpumpenaggregat (2) annimmt, dass das Spülventil (7a) geöffnet ist, wenn die Drehzahl größer null ist, oder während eines ausgelösten Spülbetriebs annimmt, dass das Spülventil (7a) defekt ist, wenn die Drehzahl null ist, 35 40 45
- oder hinter einem mit dem Kreislauf (31) verbundenen Spülventil (7a) zur Ablassung von Trinkwasser aus dem Kreislauf (31) angeordnet ist, und im antriebslosen Zustand ermittelt, ob seine Drehzahl größer null ist, wobei das Kreislumpumpenaggregat (2) während eines Spülbetriebs annimmt, dass ein in Reihe mit dem Kreislumpumpenaggregat (2) liegender Rückflussverhinderer (11) defekt ist, wenn die Drehzahl größer null ist, und/ oder 50 55
- **dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) seinen

Arbeitspunkt kontinuierlich oder quasi kontinuierlich ermittelt und eine Änderung des Arbeitspunktes überwacht, wobei das Kreislumpumpenaggregat (2) eine Zapfaktivität an dem Verbraucher (32) annimmt, wenn sich der Arbeitspunkt verändert, und/ oder

- **dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) mit einem hinter einem Kühlaggregat, das hydraulisch in dem Kreislauf (31) liegt, um das Trinkwasser zu kühlen, angeordneten Temperatursensor verbunden ist und ein elektrisches Signal dieses Sensors auswertet, wobei das Kreislumpumpenaggregat (2) die Temperatur des Wassers hinter dem Kühlaggregat mit der Temperatur des durch das Kreislumpumpenaggregat (2) fließenden Wassers vergleicht und einen Kühlaggregatdefekt annimmt, wenn die Temperatur des Wassers hinter dem Kühlaggregat nicht niedriger ist, als die Temperatur des durch das Kreislumpumpenaggregat (2) fließenden Wassers, und/ oder
- **dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) die Temperatur des Trinkwassers in Strömungsrichtung vor einem mit dem Kreislauf (31) verbundenen Spülventil (7a) und hinter einem hinter dem Spülventil (7a) liegenden Rückflussverhinderer (11) erfasst und die erfassten Temperaturwerte miteinander vergleicht, wobei das Kreislumpumpenaggregat (2)

- im Falle ungleicher Temperaturwerte bei geschlossenem Spülventil (7a) annimmt, dass das Spülventil (7a) defekt ist, und/ oder

- im Falle gleicher Temperaturwerte bei geöffnetem Spülventil (7a) annimmt, dass der Rückflussverhinderer (11) defekt ist, und/ oder

- **dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) wenigstens eine dezentrale Trinkwassertemperatur mit einer zentralen Trinkwassertemperatur vergleicht, wobei die dezentrale Trinkwassertemperatur in einer aus dem Kreislauf (31), in der das Kreislumpumpenaggregat (2) das Trinkwasser fördert, gespeisten lokalen Kreisleitung (34, 35) ermittelt wird, und die zentrale Trinkwassertemperatur von dem Kreislumpumpenaggregat (2) oder einem daran angeschlossenen Temperatursensor (21a) ermittelt wird, und dass das Kreislumpumpenaggregat (2) einen fehlerhaften hydraulischen Abgleich annimmt, wenn eine Abweichung der dezentralen und zentralen Trinkwassertemperatur voneinander einen Grenzwert überschreitet, und/ oder

- **dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) eine Detektion einer Wärmequelle durchführt, die Wärme in das Trinkwasserversorgungsnetz-



werk (30) einstrahlt, indem sie die folgenden Schritte ausführt:

- a. Abschalten der Pumpeneinheit (2a), um bei fehlender Zirkulation in dem Kreislauf (31) zuzulassen, dass sich ein lokal begrenztes Volumen in einem Rohrleitungsabschnitt des Trinkwasserversorgungsnetzwerks (30), der benachbart zu der Wärmequelle liegt, durch die Wärmequelle erwärmt, 5
  - b. Wiedereinschalten der Pumpeneinheit (2a) nach einer bestimmten Zeitspanne, 10
  - c. Überwachung der Temperatur des geförderten Trinkwassers, 15
  - d. Auswertung der Temperatur bezüglich des Auftretens eines lokalen Maximums, und 20
  - e. Schätzung des Abstands der Wärmequelle zum Kreislumpumpenaggregat (2) aus dem Zeitraum vom Wiedereinschalten der Pumpeneinheit (2a) zum Auftreten des Maximums und der in diesem Zeitraum vorliegenden Durchfluss. 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) im Falle der Annahme eines geschlossenen Ventils innerhalb des Kreislaufs (31) eine korrespondierende Meldung ausgibt, die auf die Grenzwertunterschreitung oder das geschlossene Ventil hinweist. 30
  3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die regelmäßige Ermittlung des Arbeitspunktes in Intervallen stets nachts zu einer festen Uhrzeit erfolgt. 35
  4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) im Falle der Überwachung der Änderung des Arbeitspunktes eine korrespondierende Meldung ausgibt, die auf die Änderung des Trinkwasserversorgungsnetzwerks (30), oder auf den Differenzdruckanstieg oder die Grenzwertüberschreitung bzw. auf die Notwendigkeit einer Filterreinigung oder eines Filteraustauschs, oder auf den Differenzdruckabfall oder die Grenzwertunterschreitung bzw. auf die Notwendigkeit einer Reparatur des Regelventils (37) hinweist. 40
  5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) im Falle der Annahme eines geöffneten oder defekten Spülventils (7a) oder eines defekten Rückflussverhinderer (11) eine korrespondierende Meldung ausgibt, die auf das geöffnete oder defekte Spülventil (7a) oder den defekten Rückflussverhinderer (11) hinweist. 45

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede angenommene Zapfaktivität, vorzugsweise auch deren Dauer und/ oder Intensität, dokumentiert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) im Falle einer angenommenen Zapfaktivität die Dauer einer Wasserentnahme feststellt, indem die Zeit gemessen wird, die von der Änderung des Arbeitspunktes bis zur Rückkehr zum Ausgangszustand vergeht.
8. Verfahren nach Anspruch 1, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) anhand von mehrfachen sprunghaften Änderungen des Arbeitspunktes feststellt, an wie vielen Verbrauchern (32) gleichzeitig Wasser entnommen wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, 6, 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) die Menge an ausgetauschtem Wasser im Kreislauf (31) bewertet, indem die Häufigkeit der Wasserentnahmen innerhalb eines bestimmten Zeitraums, die Dauer der einzelnen oder gesamten Wasserentnahme(n) und/oder der Zapfintensität in Form der Anzahl an gleichzeitig offener Verbrauchern (32) bestimmt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) die Temperatur des geförderten Trinkwassers ermittelt und auf eine Änderung oder das Erreichen eines Grenzwerts überwacht.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) ein Spülventil (7a) auslöst, wenn die Temperatur des geförderten Wassers einen oberen Grenzwert erreicht oder überschreitet, und/ oder das Kreislumpumpenaggregat (2) ein Spülventil (7a) schließt, wenn die Temperatur des geförderten Wassers einen unteren Grenzwert erreicht oder unterschreitet, oder wenn sich die Temperatur nicht mehr ändert oder die Änderung der Temperatur des geförderten Wassers einen Grenzwert erreicht oder unterschreitet.
12. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreislumpumpenaggregat (2) während einer Spülung die Menge abgelassenen Wassers anhand ihres Durchflusses ermittelt und mit dem vordefinierten Spülvolumen vergleicht, wobei das Kreislumpumpenaggregat ein Spülventil schließt, wenn das vordefinierte Spülvolumen abgelassen wurde. 50

13. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kreispumpenaggregat (2) im Falle der Annahme eines defekten Spülventils (7a) oder eines defekten Rückflussverhinderers (11) eine korrespondierende Meldung ausgibt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

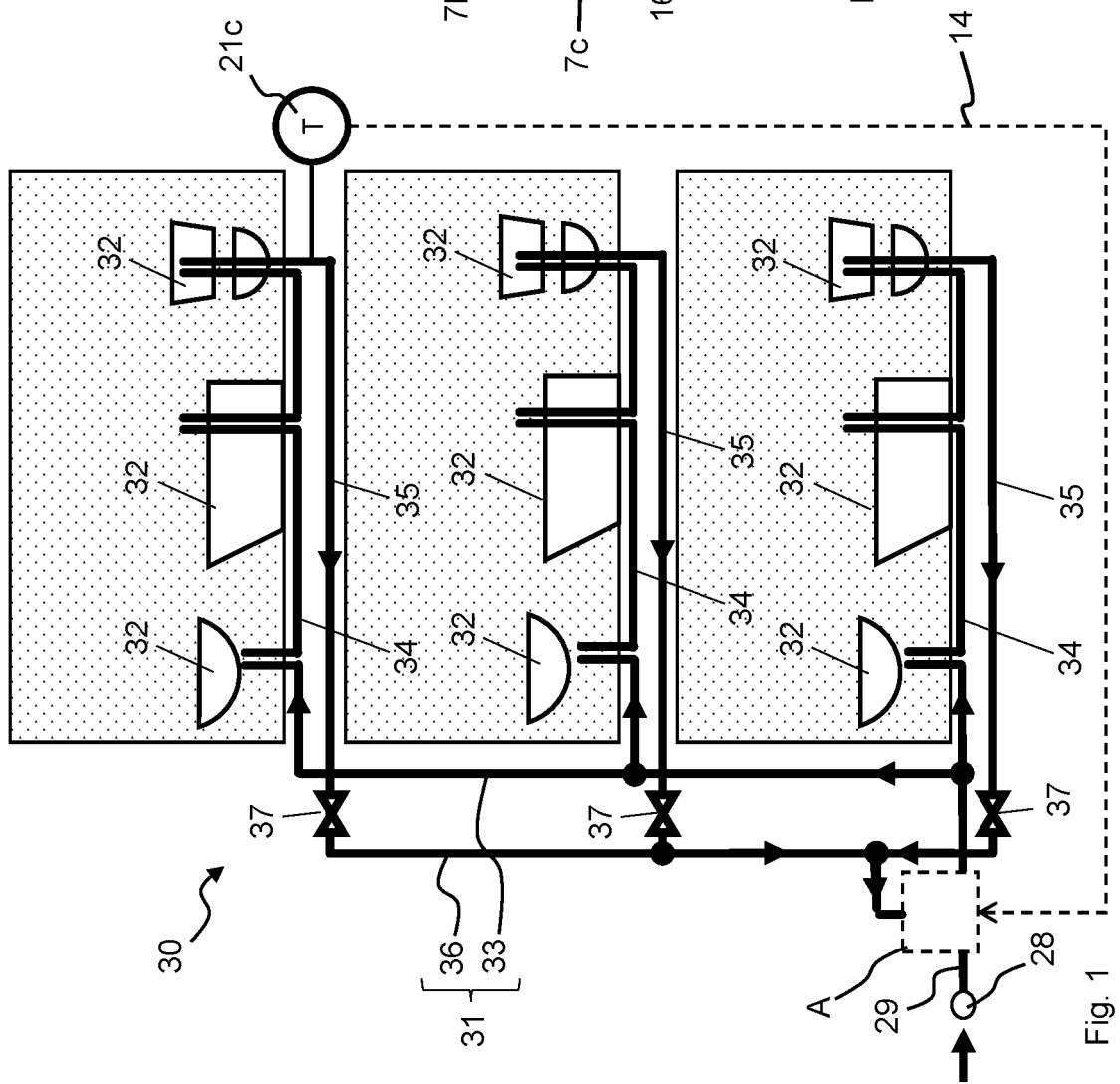


Fig. 1

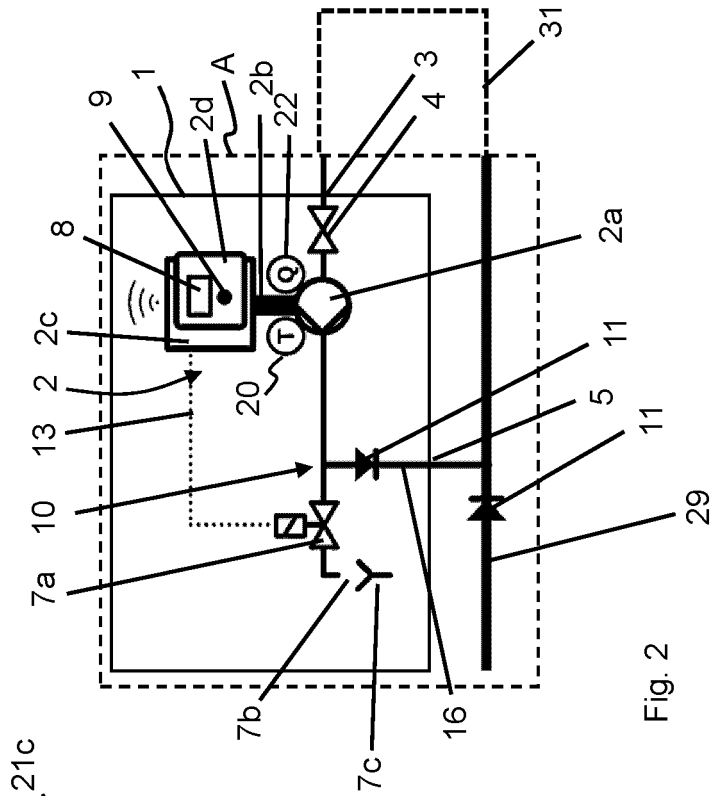


Fig. 2

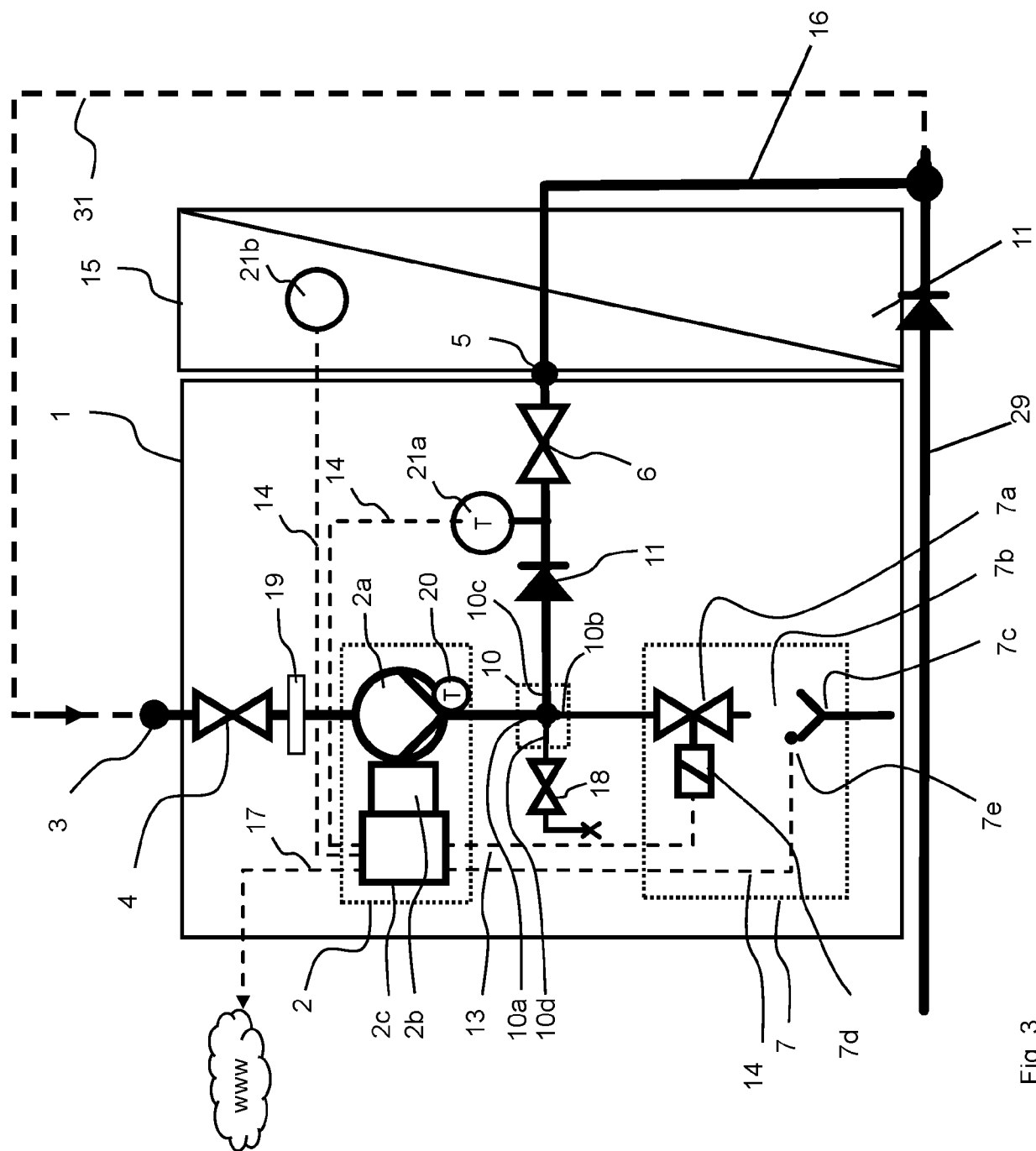


Fig. 3

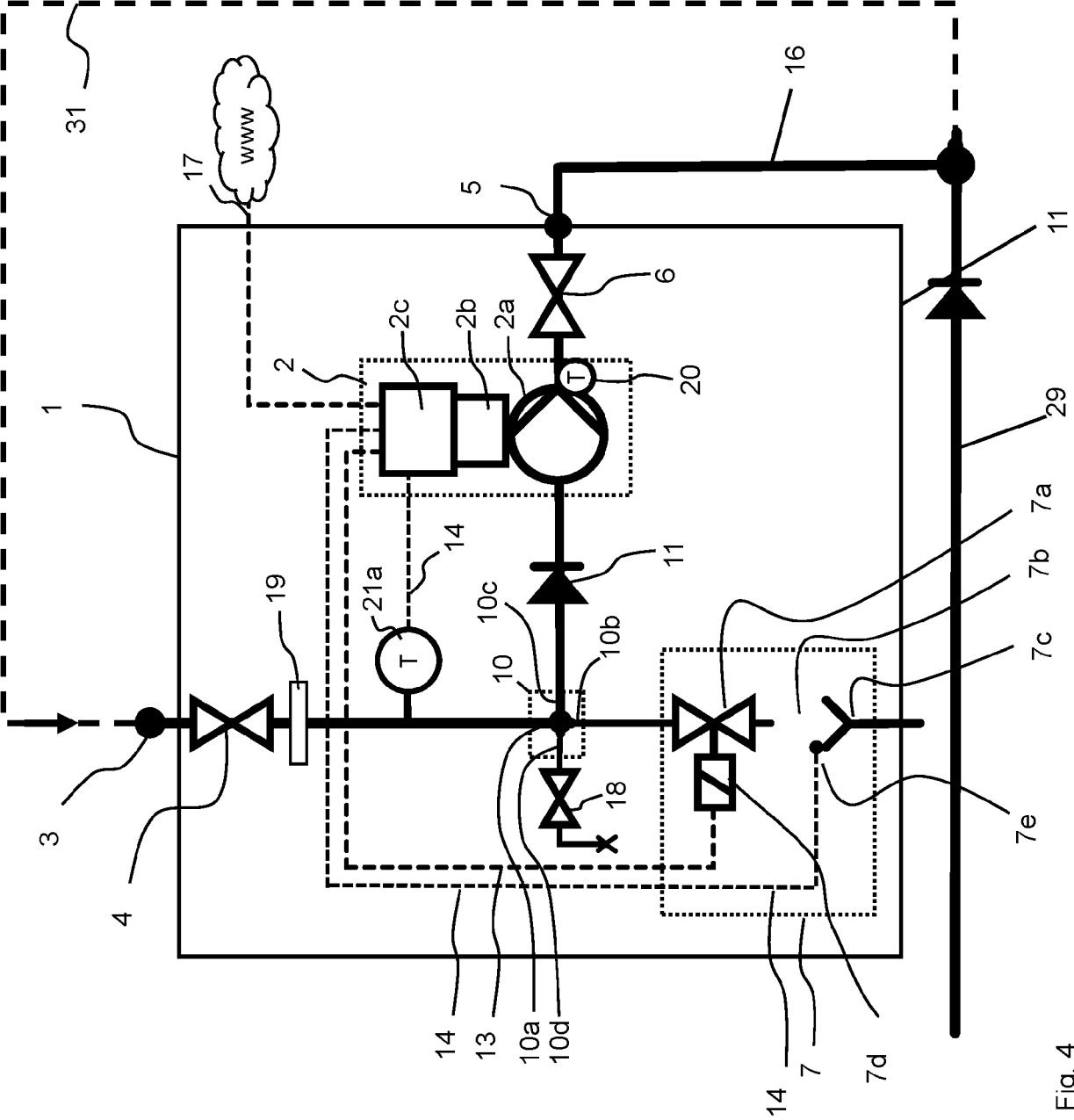


Fig. 4

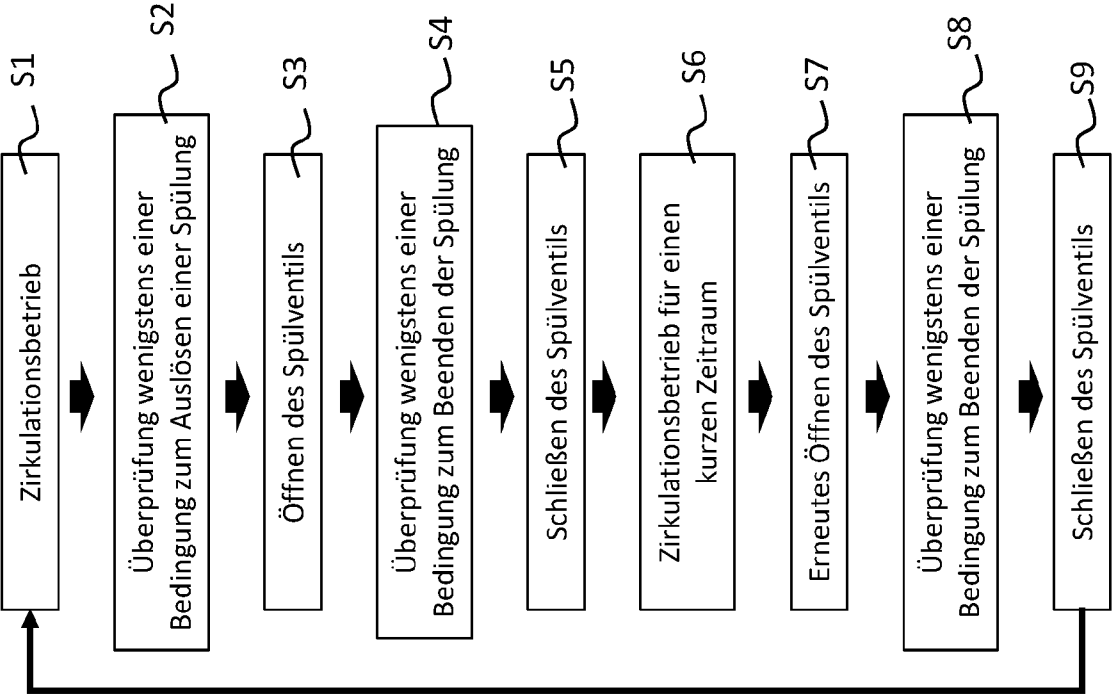


Fig. 5

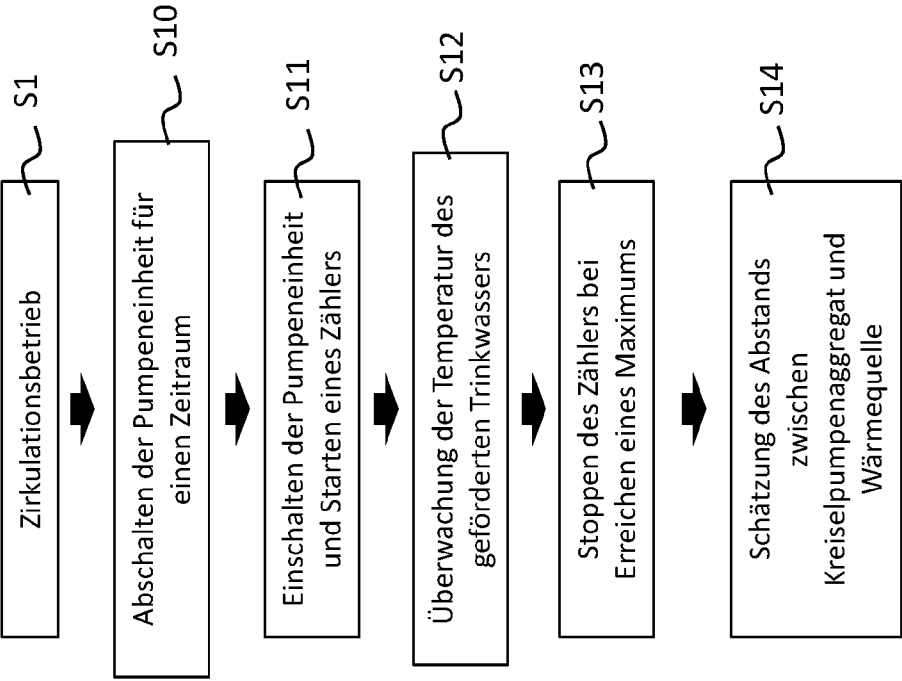


Fig. 6