

- 1 -

Wasseraufbereiter

Die Erfindung betrifft einen Wasseraufbereiter, ein Gerät mit einer Wasserleitung und ein Verfahren zum Aufbereiten von Leitungswasser gemäss den Merkmalen der

5 Patentansprüche 1, 9 und 10.

Kalkhaltiges Trink- oder Betriebswasser kann unerwünschte Ablagerungen von Kalk führen, insbesondere in Leitungen, Geräten und an Orten, wo dieses Wasser verdunstet. Wird
10 kalkhaltiges Wasser über 60°C erhitzt, wird die Bildung von Kalk- oder Kesselstein stark begünstigt. Allgemein sind härtebildende Salze in ionisierter Form im Wasser gelöst. Beim Ablagern ordnen sich positiv und negativ geladene Ionen zu Gittern bzw. Kristallen.

15

Es ist bekannt, dass Magnetfelder die Kristallbildung beeinflussen können. Insbesondere können mit elektromagnetischen Wechselfeldern ständig wechselnde Kräfte auf die im Wasser gelösten Ionen ausgeübt werden.

20 Dies erschwert die Ausbildung grösserer Kristalle.

Aufgrund von Inhomogenitäten können sich Mikrokristalle weniger gut in die Gitterstruktur der Kristalle einordnen. Kalkablagerungen von Wasser, das mit elektromagnetischen Wechselfeldern behandelt worden ist, haben deshalb

25 geringere Haftungskräfte.

- 2 -

Ein Nachteil der Wasserbehandlung mit elektromagnetischen Wechselfeldern ist die notwendige Bereitstellung von elektrischer Energie.

Aus der DE19519715A1 ist ein Wasseraufbereiter bekannt,
5 der ohne elektrische Energie funktioniert. In einem Gehäuse ist anschliessend an einen Einlauf ein Trichter angeordnet. Der Innendurchmesser dieses Trichters ist einlaufseitig am grössten. Insbesondere ist der Durchmesser des Trichters an dieser Stelle grösser als der
10 Innendurchmesser des Einlaufs. Ausgangsseitig hat der Trichter einen kleineren Innendurchmesser, der im Wesentlichen dem Innendurchmesser eines anschliessenden Aktivierungsrohrteils entspricht. Das Aktivierungsrohrteil ist von zwei halbschalenförmigen Permanentmagneten mit
15 innenliegendem magnetischem Südpol umgeben.

Anschliessend an das Aktivierungsrohrteil folgt ein Auslauf. Die Innendurchmesser des Einlaufs und des Auslaufs entsprechen im Wesentlichen dem Innendurchmesser des Aktivierungsrohrteils.

20 Anliegend an der Innenseite des Trichters ist eine kegelförmig verbogene Spiralfeder aus Federdraht angeordnet. Aufgrund der Verengung im Trichter wird die Strömungsgeschwindigkeit von einströmendem Wasser erhöht. Die Spiralstruktur bewirkt eine Verwirbelung des
25 Wasserstroms. Anschliessend wird der Wasserstrom mit hoher Strömungsgeschwindigkeit durch das Magnetfeld geführt.

- 3 -

Aufgrund der erhöhten Strömungsgeschwindigkeit ist der Wasserfluss nur für vergleichsweise kurze Dauer dem Magnetfeld ausgesetzt. Die Wirkung der Spiralstruktur erfolgt nur nahe der Trichterwand. Bei kleinen

5 Strömungsgeschwindigkeiten ist der Verwirbelungseffekt der Spiralstruktur gering. An der Spirale können sich Kalk und Schmutzpartikel ablagern.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt deshalb

10 darin, einen alternativen Wasseraufbereiter und ein Verfahren zum Aufbereiten von Wasser zu schaffen die ohne Zufuhr elektrischer Energie eine wirksame Aufbereitung von fliessendem Wasser ermöglichen und die Bildung von Kalkstein erschweren.

15 Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der Patentansprüche 1, 9 und 10.

Der erfindungsgemässe Wasseraufbereiter umfasst eine Wirbeldüse, kurz Düse genannt, die in einer

20 Durchströmkammer angeordnet ist und auf einfache Art eine vergleichsweise starke Verwirbelung des Wasserstroms ermöglicht. In einem Strömungskanal der Wirbeldüse wird der Wasserstrom von einer axialen Strömungsrichtung umgelenkt und in eine rotierende Strömung transformiert.

25 In einem ausgangsseitigen Abschnitt der Düse nimmt der freie Strömungsquerschnitt des Strömungskanals in axialer Richtung trichterartig zu. In diesem Bereich und/oder

- 4 -

weiter stromabwärts wirken ein oder mehrere peripher an der Durchströmkammer angeordnete Magnete auf den Wasserstrom. Vorzugsweise sind mehrere Magnete so angeordnet, dass die magnetische Flussdichte in der

5 Durchströmkammer lokal grosse Unterschiede aufweist. Die Düse ist vorzugsweise aus einem Material gefertigt, das die magnetische Flussdichte nicht oder nur unwesentlich beeinflusst. Der sich vergrößernde Strömungsquerschnitt bewirkt im Wasserstrom eine Druckänderung, die den Effekt

10 verstärken, den die Magnete auf geladene oder polare Teilchen im Wasserstrom ausüben.

Beim und/oder nach dem ausgangsseitigen Ende der Trichteröffnung wird ein Teil des rotierenden Wasserstroms nahe an den Magneten vorbeigeführt, wo die magnetische

15 Flussdichte besonders gross ist.

Die starke Verwirbelung des Wasserstroms, Druckänderungen aufgrund unterschiedlicher Strömungsquerschnitte und lokal unterschiedliche Stärken der magnetischen Flussdichte bewirken in Kombination miteinander schnell ändernde

20 Kräfte, die unterschiedlich auf positiv und negativ geladene Ionen wirken. Dies verhindert sehr wirksam die regelmässige Anordnung von Ionen in einem Kristallgitter. Selbst bei kleinen Strömungsgeschwindigkeiten in axialer Richtung bewirkt die Düse eine starke Verwirbelung des

25 Wasserstroms. Dies wird dadurch begünstigt, dass in der Düse der gesamte Wasserstrom aus der axialen Flussrichtung umgelenkt wird. Zudem kann die Rotationsgeschwindigkeit

- 5 -

der Strömung durch Wahl geeigneter Durchmesser von Eintrittsöffnungen der Düse beeinflusst werden. Kleinere Querschnitte von Eintrittsöffnungen bewirken höhere Rotationsgeschwindigkeiten. Düsen können somit

5 entsprechend der erwarteten Strömungsgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Anwendungen skaliert und optimiert werden. Wasseraufbereiter mit solchen Düsen können für den Einbau in Geräten wie z.B. Kaffeemaschinen, Waschmaschinen oder Geschirrspülern optimiert werden. Mögliche weitere

10 Anwendungen sind beispielsweise Wasserleitungen in Gebäuden, wobei der Einbau in eine Wasserleitung an einer beliebigen Stelle des Wasserleitungsnetzes erfolgen kann, beispielsweise in der Nähe eines Gebäudeanschlusses, vor einem Boiler oder dezentral bei einem oder mehreren

15 Wasserauslässen.

Anhand einiger Figuren wird die Erfindung im Folgenden näher beschrieben. Dabei zeigen

- Figur 1 einen Längsschnitt und einen Querschnitt
- 20 eines Wasseraufbereiters,
- Figur 2 die Anordnung aus Figur 1 mit zusätzlichen Strömungspfeilen,
- Figur 3 einen Querschnitt und eine Seitenansicht
- eines Düsenrohrs im Bereich einer
- 25 Einlassbohrung,
- Figur 4 einen Querschnitt des Wasseraufbereiters aus Figur 1 im Bereich der Wirbeldüse mit

- 6 -

magnetischen Feldlinien und
Strömungspfeilen.

Figur 1 zeigt einen Längsschnitt und einen Querschnitt
5 einer beispielhaften Ausführungsform eines
Wasseraufbereiters. Der Wasseraufbereiter umfasst ein
vorzugsweise zylindrisches Mantelrohr 1 mit einer
Einlassöffnung 3 und einer Auslassöffnung 5. Diese
definieren eine durch einen Pfeil P1 dargestellte primäre
10 Strömungsrichtung innerhalb des Mantelrohrs 1 in Richtung
der Mantelrohrachse A1, wobei Wasser durch die
Einlassöffnung 3 in das Mantelrohr 1 ein- und durch die
Auslassöffnung 5 ausströmt. Das Mantelrohr 1 kann z.B.
mittels Fittings 7 mit angrenzenden Leitungsabschnitten
15 einer Wasserleitung (nicht dargestellt) verbunden werden.
Falls erforderlich, können Fittings unterschiedlichen
Aussen- oder Innendurchmesser der Wasserleitung und des
Mantelrohrs 1 überbrücken.

Figur 2 zeigt die Anordnung aus Figur 1, wobei die
20 rotierende sekundäre Strömungsrichtung zusätzlich durch
Spiralpfeile P2 dargestellt ist.

Im Inneren des Mantelrohrs 1 ist eine Düse 9 zwischen
einem einlassseitigen Abschnitt und einem auslassseitigen
Abschnitt des Mantelrohrs 1 angeordnet. Die Düse 9 umfasst
25 ein Düsenrohr 13 mit einer Mündungsöffnung 15 im
auslassseitigen bzw. hinteren Abschnitt des Mantelrohrs 1.

-7-

Das einlassseitige bzw. vordere Ende des Düsenrohrs 13 ist durch eine Anströmkappe 17 verschlossen.

Der vom Düsenrohr 13 ummantelte Innenraum begrenzt eine rotationssymmetrische Wirbelkammer 19 auf einer Länge L1.

- 5 Die Symmetrieachse der Wirbelkammer 19 entspricht der Achse A1 des Mantelrohrs 1. Durch den auslassseitig an die Düse 9 anschliessenden Abschnitt des Mantelrohrs 1 wird die Wirbelkammer 19 um eine Länge L2 verlängert.

- In einem einlassseitigen bzw. vorderen Abschnitt hat das
10 Düsenrohr 13 einen Aussendurchmesser D1, der kleiner ist als der Innendurchmesser D2 des Mantelrohrs 1 in diesem Bereich. Die Wandungen des Düsenrohrs 13 und des Mantelrohrs 1 begrenzen in diesem Bereich einen zur Einlassöffnung 3 hin offenen Ringraum 20.

- 15 In einem an den Ringraum 20 angrenzenden auslassseitigen bzw. hinteren Abschnitt des Düsenrohrs 13 entspricht dessen Aussendurchmesser D1' im Wesentlichen dem Innendurchmesser D2 des Mantelrohrs 1 in diesem Bereich. Der hintere Abschnitt des Düsenrohrs 13 ist z.B. durch
20 Einpressen oder Verschrauben oder mittels einer anderen geeigneten Füge-technik kraft-, form- oder stoffschlüssig dicht mit dem Mantelrohr 1 verbunden.

Im vorderen Abschnitt des Düsenrohrs 13 umfasst dessen Wandung mindestens eine durchgehende Einlassbohrung 21.

- 25 Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform umfasst das Düsenrohr 13 drei gleichmässig verteilt angeordnete Einlassbohrungen 21. Jede dieser Einlassbohrungen 21

- 8 -

verbindet den Ringraum 20 und somit den einlassseitigen Abschnitt des Mantelrohrs 1 mit der zum auslassseitigen Abschnitt des Mantelrohrs 1 hin offenen Wirbelkammer 19. Jede Einlassbohrung 21 ist vorzugsweise so angeordnet und

5 ausgerichtet, dass sie tangential in die Wirbelkammer 19 mündet. Dies bewirkt, dass durch die Einlassöffnungen 21 in die Wirbelkammer 19 strömendes Wasser effizient verwirbelt wird. Dabei wird dem Wasserstrom durch die Umlenkung eine um die Mantelrohrachse A1 rotierende

10 sekundäre Strömungsrichtung aufgeprägt. Falls das Düsenrohr 13 mehr als eine Einlassbohrung 21 umfasst, sind diese vorzugsweise rotationssymmetrisch angeordnet. Sie haben demnach bezüglich der Symmetrieachse A1 die gleiche axiale Lage. Alternativ könnten solche

15 Einlassbohrungen 21 auch axial versetzt zueinander angeordnet sein. Wie in Figur 3 dargestellt, können die Achsen A2 der Einlassbohrungen 21 relativ zur Richtung der Symmetrieachse A1 unter einem Neigungswinkel α angeordnet

20 sein, der vorzugsweise 90° oder weniger beträgt und insbesondere im Bereich von etwa 60° bis etwa 90° liegen kann. Der Neigungswinkel α kann für jede Einlassbohrung 21 individuell vorgegeben sein. Neigungswinkel α können auch Werte haben, die grösser als 90° sind. Dies bewirkt, dass

25 durch die jeweiligen Einlassbohrungen 21 strömendes Wasser

mit einem Strömungsanteil entgegen der primären Strömungsrichtung P1 beaufschlagt wird.

Für jede Einlassbohrung 21 kann zudem ein individueller Lagewinkel β vorgegeben sein. Der Lagewinkel β ist jener

5 Winkel, den die Projektion A2' der Achse A2 der Einlassbohrung 21 und die Achse A3' einer fiktiven Radialbohrung an derselben Eintrittsstelle des Düsenrohrs 13 in einer Normalebene E1 zur Symmetrieachse A1 einschliessen.

10 Vorzugsweise haben alle Einlassbohrungen 21 den gleichen Durchmesser D4. Alternativ kann der Durchmesser D4 jeder der Einlassbohrungen 21 auch individuell vorgegeben sein. Der Wasseraufbereiter kann beispielsweise ein Mantelrohr 1 mit einem Innendurchmesser D2 von 22mm umfassen. Das

15 Düsenrohr 13 eines solchen Wasseraufbereiters hat anströmseitig typischerweise einen Aussendurchmesser D1 im Bereich von etwa 12mm bis etwa 18mm und eine Wandstärke in der Größenordnung von etwa 2.5mm bis 3.5mm bzw. einen Innendurchmesser D3 von etwa 7mm bis 12mm. Die Breite des Ringraums 20, durch den Wasser in die Einlassbohrungen 21 einströmen kann, liegt demnach im Bereich von etwa 2mm bis 5mm. Die Länge L3 des Ringraums 20 kann beispielsweise in der Größenordnung von etwa 6mm bis 8mm liegen. Bei solchen Düsen 9 liegt der Durchmesser D4 der

25 Einlassbohrungen 21 typischerweise im Bereich von etwa 2mm bis 5mm. Die Länge L1 der Wirbelkammer 19 liegt typischerweise in der Größenordnung von etwa 15mm bis

25mm. Der Innendurchmesser D3 bzw. allgemein der freie Strömungsquerschnitt des Düsenrohrs 13 ist einströmseitig auf einer Länge von etwa zwei Dritteln der Wirbelkammerlänge L1 konstant. Daran anschliessend

5 vergrössert sich der Innendurchmesser D3 trichterartig. Die Wandung des Trichters kann wie im Längsschnitt in Figur 1 dargestellt linear sein oder alternativ konkav oder konvex gekrümmt (nicht dargestellt). Dabei kann die Erweiterung des Strömungsquerschnitts kontinuierlich oder

10 stufenweise erfolgen. Die Form des Trichters ist ein geometrischer Parameter, mit dem die Wirkung der Düse 9 auf den Wasserstrom beeinflusst werden kann. Angrenzend an die Düse 9 ist der Strömungsquerschnitt durch den Innendurchmesser D2 des Mantelrohrs 1 bestimmt.

15 Geometrische Parameter der Düse 9, insbesondere auch die Anzahl, Grösse, Anordnung und Ausrichtung der Einlassbohrungen 21, sind nebst dem anströmseitigen Wasserdruck mitbestimmend dafür, wie ein Wasserstrom durch die Düse 9 beeinflusst wird. Sie wirken sich aus auf

20 Faktoren wie Rotationsgeschwindigkeiten, Druck und Turbulenzgrad der Wasserströmung in und nach der Wirbelkammer 19.

Bei Mantelrohren 1 mit anderen Innendurchmessern D2 können die vorherstehend angegebenen typischen Werte bzw.

25 Wertebereiche der geometrischen Parameter entsprechend der gewünschten Wirkung auf den Wasserstrom insbesondere proportional angepasst werden.

Die Länge L2 des ausgangsseitigen Abschnitts des Mantelrohrs 1 kann grundsätzlich frei gewählt und bei Bedarf an unterschiedlichen Anforderungen für den Einbau des Wasseraufbereiters in eine Wasserleitung oder eine Wasseraufbereitungsanlage abgestimmt werden.

Vorzugsweise ist die Düse 9 nahe bei der Einlassöffnung 3 des Mantelrohrs 1 angeordnet. Dies erleichtert den Einbau und die Befestigung der Düse 9 im Mantelrohr 1.

Der Wasseraufbereiter umfasst eine Magnetanordnung mit mindestens einem Permanentmagneten 11, fortan auch kurz Magnet 11 genannt. Jeder Magnet 11 ist aussen am Mantelrohr 1 befestigt, z.B. festgeklebt oder mittels einer Halte- oder Klemmvorrichtung wie beispielsweise einer elastischen Manschette gehalten. Vorzugsweise sind das Mantelrohr 1 und die Magnetanordnung von einem Gehäuse oder einer Schutzhülle ummantelt (nicht dargestellt).

Jeder Magnet 11 ist im Bereich der Düse 9 oder im auslassseitigen Abschnitt des Mantelrohrs 1 angeordnet. Vorzugsweise sind mehrere Magnete 11 axial und/oder zirkulär verteilt aussen am Mantelrohr 1 befestigt. Insbesondere können am Mantelrohr 1 Magnete 11 angeordnet sein, die sich paarweise diametral gegenüberliegen.

Die Magnete 11 können kostengünstige Rundmagnete sein.

Alternativ kann der Wasseraufbereiter auch Magnete 11 mit anderen Bauformen umfassen. Das Mantelrohr 1 ist in der Regel zylindrisch ausgebildet. Alternativ kann die

- 12 -

Aussenseite des Mantelrohrs 1 ein Mehrkantprofil sein, das beispielsweise vier bis acht ebene Flächenabschnitte zum einfachen Befestigen der Magnete 11 in einer vorgegebenen Lage umfasst (nicht dargestellt).

- 5 Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform des Wasseraufbereiters sind im Bereich des Düsenrohrs 13 bei der trichterförmigen Aufweitung der Wirbelkammer 19 sowie in Richtung der Mantelrohrachse A1 entfernt dazu bei der Auslassöffnung 5 je vier Magnete 11 um jeweils 90°
- 10 versetzt zueinander aussen am Mantelrohr 1 angeordnet. Polare und/oder geladene Teilchen des rotierenden Wasserstroms passieren somit zwei Zonen, in denen die Richtung und Stärke der magnetischen Flussdichte lokal grosse Unterschiede aufweisen. Dadurch wirken auf diese
- 15 Teilchen schnell ändernde Kräfte und/oder Drehmomente.

- Figur 4 zeigt beispielhaft einen Querschnitt des Wasseraufbereiters in der ersten Zone, wobei die Wirbelströmung im Trichter der Wirbelkammer 19 und im
- 20 auslassseitigen Abschnitt des Mantelrohrs 1 durch Strömungspfeile P2 dargestellt ist. Die mit S bezeichneten magnetischen Südpole der vier Magnete 11 sind alle dem Mantelrohr 1 zugewandt. Alternativ könnten auch alle magnetischen Nordpole N dem Mantelrohr 1 zugewandt sein.
- 25 Zusätzlich sind in Figur 4 auch die Feldlinien B der magnetischen Flussdichte dargestellt. Pro volle Umdrehung passiert jedes Teilchen im rotierenden Wasserstrom achtmal

alternierend Bereiche mit hoher und mit niedriger
Flussdichte. Innerhalb des Mantelrohrs 1 sind die
Feldlinien B im Wesentlichen zumindest näherungsweise
radial und damit orthogonal zum rotierenden Wasserstrom
5 ausgerichtet. Die auf geladene und/oder polare Teilchen
wirkenden Kräfte bzw. Drehmomente können so maximiert
werden. Zudem ändert bei jedem Flussdichtemaximum die
Richtung Flussdichte zwischen radial nach innen und radial
nach aussen.

10 Die Düse 9 ist vorzugsweise einstückig ausgebildet. Sie
ist in der Regel aus einem nicht oder nur geringfügig
ferromagnetischen Material gefertigt, beispielsweise aus
Alubronze oder Kunststoff. Magnete 11 können deshalb auch
im Bereich der Düse 9 angeordnet werden, wo die Wirkung
15 auf geladene und polare Teilchen besonders vorteilhaft
ist.