

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/041551 A1

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Bezeichnung: Strömungselement zur Erzeugung einer turbulenten Drallströmung und Wärmeübertragungsvorrichtung umfassend ein Strömungselement

Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Strömungselement zur Erzeugung einer turbulenten Drallströmung eines in ein Rohr durchströmenden Fluides. Ferner betrifft die Erfindung eine Wärmeübertragungsvorrichtung, insbesondere einen Rohrbündelwärmeübertrager umfassend ein Strömungselement.
- 10 In Kraftwerken, beispielsweise in nukleartechnischen Anlagen sowohl mit Druckwasserreaktor als auch mit Siedewasserreaktor aber auch in konventionellen Kraftwerken, werden Wärmeübertragungsvorrichtungen eingesetzt, um den Wirkungsgrad des Kraftwerkes zu verbessern. Beispielsweise wird Dampf aus einer Turbinenanlage in einer Wärmeübertragungs-
- 15 vorrichtung, insbesondere einem Vorwärmer zur Anhebung der Temperatur bzw. zur Vorwärmung des Hauptkondensats und/oder des Speisewassers genutzt. Als Wärmeübertragungsvorrichtung kommt insbesondere ein Rohrbündelwärmeübertrager in Betracht, bei dem der Dampf in den Mantelraum eingeleitet wird und an dem von dem Kondensat bzw. Speisewasser durchströmten Rohr kondensiert, sodass Wärme von dem Dampf auf
- 20 das Kondensat bzw. das Speisewasser übertragen wird. Der Wärmeübergang erfolgt dabei durch Kondensation des Dampfes an der Außenwand des Rohres, Wärmeleitung durch die Wand des Rohres und durch konvektiven Wärmeübergang an das das Rohr durchströmende Kondensat bzw.
- 25 Speisewasser.

Um eine effiziente Wärmeübertragung zu gewährleisten, ist eine große Wärmeübertragungsfläche und/oder ein guter Wärmeaustausch erforder-

lich. Dies wird beispielsweise durch den Einsatz von sogenannten Drallrohren erreicht, die eine strukturierte Oberfläche aufweisen, wodurch zum einen die Wärmeübertragungsfläche vergrößert wird und zum anderen Turbulenzen in dem das Rohr durchströmenden Medium erzeugt werden. Der technische Aufwand, die Investitionskosten und die Stillstandszeiten zur Nachrüstung eines solchen Drallrohres sind allerdings erheblich, sodass ein Einbau in der Regel nur im Zuge einer notwendigen technischen Sanierung der Wärmeübertragungsvorrichtung oder bei Neukomponenten erfolgt, da ein Austausch der Rohre oftmals technisch schwer möglich oder zumindest unwirtschaftlich ist.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung ein Bauteil anzugeben, welches eine effiziente Wärmeübertragung in einer Wärmeübertragungsvorrichtung gewährleistet und bei dem die genannten Nachteile vermieden werden. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung eine Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem solchen Bauteil vorzuschlagen.

Die erstgenannte Aufgabe wird gelöst durch ein Strömungselement mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Das Strömungselement zur Erzeugung einer turbulenten Strömung bzw. zur Erzeugung einer Drallströmung eines in ein Rohr durchströmenden Fluides ist in das Rohr bzw. in einen Rohrabschnitt einsetzbar und innerhalb des Rohres fixierbar. Das Strömungselement umfasst einen Verbindungsabschnitt zur Fixierung des Strömungselementes innerhalb des Rohres bzw. innerhalb eines Rohrabschnittes bzw. an dem Rohr. Das Strömungselement umfasst ferner einen mit dem Verbindungsabschnitt verbundenen drallerzeugenden Abschnitt, wobei der drallerzeugende Abschnitt zumindest ein sich entlang des Rohres erstreckendes und zur Beeinflussung der Strömung eines das Strömungselement bzw. das Rohr durchströmenden und/oder an ihm vorbeiströmenden Fluides ausgebildetes Leitblech umfasst. Das Leitblech ist hierfür zumindest abschnittsweise gegenüber ei-

ner Längsachse des Strömungselementes gekrümmt ausgebildet, eine Längsachse des Leitbleches weicht also zumindest abschnittsweise von einer Längsachse des Strömungselementes ab, die beiden Längsachsen verlaufen also höchstens abschnittsweise parallel zueinander. Im Einbau-
zustand, also wenn das Strömungselement in das Rohr bzw. in den Rohrabschnitt eingesetzt und in oder an dem Rohr fixiert ist, verläuft die Längsachse des Strömungselementes parallel zu einer Längsachse des Rohres bzw. des Rohrabschnittes.

Ein Strömungselement im Sinne der Erfindung, welches nachfolgend auch als Drallerzeuger bezeichnet wird, ist ein die Strömung eines durch das Rohr fließenden Mediums oder Fluids beeinflussendes oder zumindest teilweise hinderndes Element. Der drallerzeugende Abschnitt bzw. das Leitblech ist mit dem Verbindungsabschnitt bzw. dem Befestigungsabschnitt derart verbunden, dass es sich im Einbauzustand, also bei innerhalb des Rohres fixiertem Strömungselement in Strömungsrichtung erstreckt.

Ein erfindungsgemäßes Strömungselement bzw. Drallerzeuger hat durch die Konstruktion als separate Komponente den Vorteil, dass es in einfacher Weise und mit geringem Aufwand in ein Rohr bzw. einen Rohrabschnitt einer Wärmeübertragungsvorrichtung eingesteckt und dort befestigt werden kann. Es ist an oder in dem Rohr bzw. in einem Rohrabschnitt fixierbar und kann somit in bereits bestehende Rohre eingesetzt werden. Hierbei sind verschiedenste mechanische Befestigungsmöglichkeiten oder andere Verbindungstechniken denkbar. Sofern zur Fixierung eine Verbindungstechnik eingesetzt wird, die mit geringem Aufwand wieder gelöst werden kann, also beispielsweise lediglich eine formschlüssige Verbindung, kann das Strömungselement auch wieder entfernt werden, um beispielsweise lediglich das Strömungselement auszutauschen. Dadurch ist auch ein Nachrüsten eines Strömungselementes in bereits bestehende Rohre oder ähnliches generell und mit geringem Aufwand möglich.

Da das Strömungselement bzw. der drallerzeugende Abschnitt zumindest abschnittsweise gekrümmt ausgebildet ist, wird die Strömung des das Strömungselement passierenden Fluides derart beeinflusst, dass darin Turbulenzen oder Wirbel erzeugt werden. Das Fluid wird also mit einem

5 Drall beaufschlagt bzw. in Rotation versetzt. Mit anderen Worten: Der drallerzeugende Abschnitt überlagert der axialen Strömung des entlang einer Längsachse des Rohres strömenden Fluides eine Umfangsgeschwindigkeit, wodurch ein Drall entsteht. Ferner ergibt sich dadurch eine höhere resultierende Geschwindigkeit. Durch die Krümmung bzw. den Verlauf

10 des Leitbleches lassen sich Geschwindigkeit, Rotation und Drall des daran vorbeiströmenden Fluides beeinflussen. Das Strömungselement ist in verschiedensten Wärmetauschern mit wasserführenden Rohren einsetzbar. Dadurch wird der Wärmeübergang von dem Rohr an das Fluid deutlich verbessert, da die einzelnen Strömungsschichten des Fluides besser

15 durchmischt werden und so mehr Wärme aufnehmen können. Insbesondere wird ein kontinuierlicher Austausch der Strömungsschichten um das Leitblech herum, also in der Mitte des Rohres, mit den rohrwandnahen Strömungsschichten erreicht. Durch den Einbau des Strömungselementes in ein Rohr einer Wärmeübertragungsvorrichtung werden somit deren

20 Wärmeübertragungsleistung und damit auch der Gesamtwirkungsgrad einer Kraftwerksanlage verbessert.

Der Verbindungsabschnitt des Strömungselementes ist vorzugsweise ringförmig ausgebildet und weist typischerweise einen größeren äußeren

25 Durchmesser auf als der innere Durchmesser des Rohres, für dessen Einsatz das Strömungselement bzw. der Drallerzeuger vorgesehen ist. Dies ermöglicht eine einfache und zuverlässige Fixierung des Strömungselementes in bzw. an dem Rohr und verhindert, dass das Strömungselement weiter in das Rohr hineingedrückt wird. Beispielsweise wird das Strömungselement form- und kraftschlüssig in dem Rohr bzw. an einer An-

30 schlagfläche des Rohres fixiert oder mechanisch befestigt. Zusätzlich kann der Verbindungsabschnitt insbesondere mit einem Schweißpunkt an

oder in dem Rohr bzw. innerhalb eines Rohrabschnitts fixiert werden, um das Strömungselement gegen Rotation zu sichern.

Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn sich das zumindest eine Leitblech des drallerzeugenden Abschnitts ausgehend von dem Verbindungsabschnitt entlang des Rohres und in Strömungsrichtung erstreckt. Im eingebauten Zustand ist der drallerzeugende Abschnitt somit in Bezug auf die Strömungsrichtung vorwiegend hinter dem Verbindungsabschnitt bzw. Befestigungsabschnitt angeordnet. Unter Strömungsrichtung ist dabei die Richtung des Fluides entlang des Rohres, z.B. entlang einer Längsachse des Rohres bzw. eines Rohrabschnittes, also in Richtung von dem kalten zu dem warmen Ende des Rohres zu verstehen. Dadurch treten Turbulenzen und Wirbel, die durch den drallerzeugenden Abschnitt bzw. das Leitblech erzeugt werden, vorwiegend hinter dem Verbindungsabschnitt auf, sodass die Verbindung zwischen dem Verbindungsabschnitt und dem Rohr dadurch nicht belastet wird.

Das Strömungselement weist eine sich in Strömungsrichtung erstreckende Längsachse auf und das zumindest eine Leitblech ist vorzugsweise spiralförmig bzw. helixförmig entlang der Längsachse des Strömungselementes ausgebildet, wobei sich die Längsachse des Strömungselementes im Einbauzustand entlang einer Längsachse des Rohres erstreckt. Mit anderen Worten: Der drallerzeugende Abschnitt umfasst zumindest ein sich spiralförmig um eine Längsachse des Strömungselements im Einbauzustand in Strömungsrichtung windendes Leitblech. Das Leitblech wird vorzugsweise über seine gesamte Länge spiralförmig über eine oder mehrere den vollen Umfang umfassende Rotationen weitergeführt, um der Strömung einen Drall aufzuprägen. Je nach Krümmung des Leitbleches kann eine optimale Geschwindigkeitsverteilung der Strömung bzw. des Fluides bzw. eine optimale Rotation erreicht werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform endet das zumindest eine Leitblech des drallerzeugenden Abschnittes mit einer ersten Längsseite in

einer senkrecht zu der Längsachse des Strömungselementes, also senkrecht zu der Strömungsrichtung verlaufenden Radialrichtung mit einer ersten Längsseite an einer Innenwand, also einer inneren Umfangsfläche des Rohres. Mit anderen Worten: Eine Breite des Leitbleches, welches im
5 ungekrümmten Zustand eine rechteckige Form aufweist, ist über die gesamte Länge des Leitbleches konstant. Die erste Längsseite des Leitbleches liegt über die gesamte Länge des Strömungselementes an der Innenwand des Rohres an, sodass kein Spalt zwischen Strömungselement bzw. Leitblech und der Innenwand vorhanden ist. Dies erhöht den Strömungswiderstand im Inneren des Rohres, sodass die Innenwand des Rohres schneller umströmt wird, was wiederum den Wärmeaustausch verbessert.
10

Ein weiterer Vorteil des Strömungselements besteht darin, dass dessen
15 Durchmesser und Länge je nach Einsatzzweck variiert werden kann. Um eine optimale Beeinflussung der Strömung zu erreichen, ist eine Länge des drallerzeugenden Abschnittes vorzugsweise größer als ein Durchmesser des Verbindungsabschnittes, insbesondere ein Vielfaches des Durchmessers des Verbindungsabschnittes. Die Länge des drallerzeugenden
20 Abschnittes ist ferner klein, insbesondere um ein Vielfaches kleiner als die Länge des gesamten Rohres, beispielsweise das Rohr eines Wärmetauschers.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist der drallerzeugende
25 Abschnitt einen sich im Einbauzustand in Strömungsrichtung und entlang der Längsachse, insbesondere entlang der Mittellängsachse des Strömungselementes erstreckenden Längsabschnitt, insbesondere einen stabförmigen Längsabschnitt auf, mit dem das zumindest eine Leitblech mit einer zweiten Längsseite verbunden ist und um den das zumindest eine
30 Leitblech zumindest abschnittsweise gekrümmt verläuft. Der Längsabschnitt erstreckt sich entlang einer Längsachse, insbesondere entlang der Mittellängsachse des Strömungselementes. Das Leitblech erstreckt sich somit ausgehend von dem Längsabschnitt in Radialrichtung des Ström-

mungselementes. Mit der ersten Längsseite und/oder dem ersten Endabschnitt ist das Leitblech mit dem Verbindungsabschnitt verbunden. Durch den Längsabschnitt wird das Strömungselement bzw. insbesondere das Leitblech zusätzlich stabilisiert.

5

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst der drallerzeugende Abschnitt zumindest zwei Leitbleche, die in einer Umfangsrichtung um die Mittellängsachse des Strömungselementes in regelmäßigem Abstand zueinander angeordnet sind. Mit anderen Worten: Die zwei oder

10 mehreren Leitbleche sind gleichmäßig um die Mittellängsachse verteilt und jeweils zumindest abschnittsweise gekrümmt, wobei die zwei oder mehreren Leitbleche dabei vorzugsweise über ihre gesamte Länge parallel zueinander verlaufen.

15 Prinzipiell kann das Strömungselement als Einzelkomponente verwendet werden. Bei einer vorteilhaften Variante umfasst das Strömungselement jedoch ein Verbindungsstück, insbesondere ein plattenförmiges Verbindungsstück zur Verbindung des Strömungselementes mit einem weiteren Strömungselement. Die einzelnen Strömungselemente können beispielsweise mit ihren jeweiligen Verbindungsabschnitten bzw. Befestigungsabschnitten an dem Verbindungsstück angeordnet und befestigt werden, sodass diese als Ganzes in eine Wärmeübertragungsvorrichtung eingesetzt werden können, wobei beispielsweise jedes Strömungselement in einem Rohr eingesetzt wird. Dadurch wird eine Anordnung mit zumindest

20

25 einem ersten und einem zweiten Strömungselement gebildet, welche über das Verbindungsstück miteinander verbunden sind.

Die zweitgenannte Aufgabe wird gelöst durch eine Wärmeübertragungsvorrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 9. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

30

Die Wärmeübertragungsvorrichtung, insbesondere ein Rohrbündelwärmeübertrager, umfasst zumindest ein Rohr, das von einem ersten Fluid, insbesondere Wasser durchströmt wird, einen das Rohr umgebenden Mantelraum, welcher zumindest eine Einlassöffnung und eine Auslassöffnung aufweist und von einem zweiten Fluid, insbesondere Dampf, durchströmt wird, einen das Rohr in dem Mantelraum fixierenden Rohrboden, und zumindest ein Strömungselement mit den vorstehend beschriebenen Merkmalen, welches in dem zumindest einen Rohr eingesetzt ist. Der Mantelraum ist oberseitig von dem Rohrboden verschlossen. Oberhalb des Rohrbodens befindet sich eine Wasserkammer, die eine Einlassöffnung bzw. Einlasskammer für das erste Fluid und eine Auslassöffnung bzw. Auslasskammer für das erste Fluid aufweist.

Die Wärmeübertragungsvorrichtung, insbesondere der Rohrbündelwärmeübertrager ist beispielsweise ein Hochdruck- oder Niederdruckvorwärmer. Generell ist das Strömungselement in verschiedensten Wärmetauschern mit Wasser, beispielsweise Speisewasser, Kondensat oder Kühlwasser, führenden Rohren einsetzbar und kann sowohl in konventionellen als auch in nukleartechnischen Kraftwerken eingesetzt werden.

Die Wärmeübertragung der Wärmeübertragungsvorrichtung und somit der Gesamtwirkungsgrad des Kraftwerkes wird durch das Strömungselement entscheidend verbessert.

Im Einbauzustand erstreckt sich der drallerzeugende Abschnitt des Strömungselementes von dem an dem Rohr bzw. an einer Innenwand des Rohres befestigten Verbindungsabschnitt bzw. Befestigungsabschnitt ausgehend vorzugsweise in Strömungsrichtung des Rohres bzw. entlang einer Längsachse des Rohres, genauer des Rohrabschnittes, in welchen das Strömungselement eingesetzt ist.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist das zumindest eine Strömungselement an einem kalten Ende des Rohres und/oder in einem Bereich des

Rohrbodens eingebaut, wobei eine Länge des Strömungselementes zu-
mindest einer Dicke des Rohrbodens entspricht. Unter kaltem Ende des
Rohres ist dasjenige Ende zu verstehen, an welchem das erste Fluid vor
der Erwärmung in das Rohr eintritt. Das erste Fluid wird somit bereits zu
5 Beginn der Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem Drall beaufschlagt.
Eine der Dicke des Rohrbodens entsprechende Länge des Strömungsele-
mentes hat den Vorteil, dass der Drall im Rohrboden nicht abgeschwächt
wird. Im Vergleich zu der Länge des Rohres ist die Länge des Strömungs-
elementes klein. Mit anderen Worten: Das Strömungselement erstreckt
10 sich lediglich über einen Teil des Rohres bzw. über einen Rohrabschnitt.

Die Erfindung wird nachstehend auch hinsichtlich weiterer Merkmale und
Vorteile anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und unter
Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen
15 jeweils in einer schematischen Darstellung:

FIG 1 einen Längsschnitt einer Wärmeübertragungsvorrichtung,

FIG 2 ein Strömungselement zur Erzeugung einer turbulenten Strömung eines in ein Rohr durchströmenden Fluides.
20

Fig. 1 zeigt eine Wärmeübertragungsvorrichtung 2, vorliegend einen als
Rohrbündelwärmeübertrager ausgebildeten Vorwärmer, der in einer
kraftwerkstechnischen Anlage zur Erwärmung von Speisewasser oder
25 Kondensat vor Zuführung desselben in einen Dampferzeuger unter Ver-
wendung des Dampfs aus einer Turbinenanlage dient. Die Wärmeübertra-
gungsvorrichtung 2 umfasst mehrere U-förmige Rohre 4, von denen in
Fig. 1 lediglich eines gezeigt ist. Das Rohr 4 wird von einem ersten Fluid
6, vorliegend dem Speisewasser durchströmt. Das Rohr 4 ist von einem
30 Mantelraum 8 umgeben, der nahezu vollständig als Hohlzylinder ausgebil-
det ist. Der Mantelraum 8 wird von einem zweiten Fluid 10, vorliegend
Dampf aus der Turbinenanlage durchströmt. Oberseitig ist der Mantel-
raum 8 von einem Rohrboden 18 verschlossen. Darüber befindet sich eine

mit einem Deckel 12 verschlossene Wasserkammer, welche einen Einlass bzw. eine Einlassöffnung 14 zur Einleitung und einen Auslass bzw. eine Auslassöffnung 16 zum Auslass des Speisewassers aufweist. Das Rohr 4 ist innerhalb des Mantelraums 8 an dem Rohrboden 18 fixiert und wird von diesem ausgehend durch abgedichtete Öffnungen in den Mantelraum 8 hinein bzw. aus diesem herausgeführt, um das kalte Speisewasser ein- bzw. das vorgewärmte Speisewasser abzuleiten. Über eine Einlassöffnung 28, genauer eine Dampfeintrittsöffnung bzw. ein Dampfeintrittsstutzen wird Dampf in den Mantelraum 8 eingeleitet. Über eine Auslassöffnung 30, genauer eine Kondensataustrittsöffnung bzw. einen Kondensataustrittsstutzen verlässt das anfallende Kondensat den Mantelraum 8.

In das Rohr 4 bzw. in einen Rohrabschnitt des Rohres 4 ist ein Strömungselement 20 eingesetzt und fixiert (siehe gestrichelt umrandeter Bereich). Das Strömungselement 20 dient zur Erzeugung einer turbulenten Strömung des ersten Fluides 6, vorliegend des Speisewassers, welches das Rohr 4 der Wärmeübertragungsvorrichtung 2 durchströmt, um den Wärmeübertrag von dem zweiten Fluid 10 auf das erste Fluid 6, vorliegend dem Dampf auf das Speisewasser, zu verbessern.

Das Strömungselement 20 weist einen Verbindungsabschnitt 22 zur Fixierung des Strömungselementes 20 innerhalb des Rohres 4 bzw. des Rohrabschnittes und einen drallerzeugenden Abschnitt 24 auf (siehe auch Fig. 2), welcher mit dem Verbindungsabschnitt 22 verbunden ist. Vorliegend ist das Strömungselement 20 bzw. der Verbindungsabschnitt 22 beispielhaft form- und kraftschlüssig in dem Rohr 4 bzw. an einer Anschlagfläche des Rohres 4 gehalten, um ein Hineinrutschen des Strömungselementes in das Rohr zu vermeiden. Zusätzlich ist das Strömungselement 20 bzw. der Verbindungsabschnitt 22 punktförmig mit dem Rohr verschweißt und dadurch gegen Rotation gesichert.

Gemäß Fig. 1 ist das Strömungselement 20 derart in dem Rohr 4 angeordnet, dass der drallerzeugende Abschnitt 24 des Strömungselementes

20 von dem Verbindungsabschnitt 22 ausgehend entlang des Rohres 4 in Strömungsrichtung S des Rohres 4 bzw. des Fluides 6 erstreckt. Ferner ist das Strömungselement 20 an einem kalten Ende 26 des Rohres 4 angeordnet, also an demjenigen Ende an welchem das kalte Speisewasser
5 bzw. das dieses führende Rohr 4 in den Mantelraum 8 eintritt.

Das Strömungselement 20 ist zudem in einem Bereich des Rohrbodens 18 in das Rohr 4 eingebaut, wobei eine Länge L des Strömungselementes 20 zumindest einer Dicke D des Rohrbodens 18 entspricht, um eine Ab-
10 schwächung des Dralls durch den Rohrboden 18 zu vermeiden. Vorliegend entspricht die Länge L des Strömungselementes 20 der Dicke D des Rohrbodens 18.

In Fig. 2 ist das Strömungselement 20 in einer vergrößerten Ansicht dargestellt. Der Verbindungsabschnitt 22 des Strömungselementes 20 ist ringförmig ausgebildet. Der drallerzeugende Abschnitt 24 umfasst beispielhaft drei Leitbleche 32 zur Beeinflussung der Strömung des das Strömungselement 20 durchströmenden und/oder an ihm vorbeiströmenden ersten Fluides 6 bzw. des Speisewassers. Das Leitblech 32 erstreckt
20 sich im Einbauzustand (siehe Fig. 1) ausgehend von dem Verbindungsabschnitt 22 entlang des Rohres 4 und in Strömungsrichtung S. Eine Länge des drallerzeugenden Abschnitts 24 ist größer als ein Durchmesser des Verbindungsabschnittes 22, vorliegend etwa dreimal so lang wie der Durchmesser des Verbindungsabschnittes 22 ist. Die Länge kann ein Vielfaches des Durchmessers betragen.
25

Jedes der drei Leitbleche 32 ist in Bezug auf die Längsachse M des Strömungselementes, die sich im Einbauzustand in Strömungsrichtung S und parallel zu einer Längsachse des Rohres bzw. des Rohrabschnittes, entlang dessen sich das Strömungselement erstreckt, gekrümmt und weist eine spiralförmige Form auf. Dadurch wird das erste Fluid 6 mit einem Drall beaufschlagt, sodass Verwirbelungen entstehen und das erste Fluid 6 anschließend mit höherer Geschwindigkeit das Rohr 4 passiert. Dadurch

möglicherweise entstehende Druckverluste innerhalb des ersten Fluides 6 können beispielsweise durch Drosselreserven an der Speisewasserpumpe, welche das Speisewasser durch die Wärmeübertragungsvorrichtung 2 fördert, ausgeglichen werden.

5

Der drallerzeugende Abschnitt 24 bzw. die Leitbleche 32 sind an einer Innenseite des als Ring ausgebildeten Verbindungsabschnittes 22 mit diesem verbunden bzw. an diesem fixiert, beispielsweise verschweißt. Der drallerzeugende Abschnitt 24 bzw. die Leitbleche 32 enden im Einbauzustand mit einer ersten Längsseite 34 an der Innenwand des Rohres 4 und liegen spaltfrei an dieser an.

10

Ein erster Endabschnitt 38 jedes Leitbleches 32 und ein zweiter, in Längsrichtung von dem ersten Endabschnitt 38 beabstandeter zweiter Endabschnitt 40 jedes Leitbleches 32 sind jeweils in Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordnet, hier um einen Winkel α von 120° . Zudem sind die drei Leitbleche 32 in einer Umfangsrichtung um die Längsachse M in regelmäßigem Abstand zueinander angeordnet. Im Falle der drei Leitbleche 32 ist somit der erste Endabschnitt 38 eines ersten Leitbleches 32 und ein zweiter Endabschnitt 38 des in Umfangsrichtung benachbarten Leitbleches 32 in Längsrichtung des Strömungselementes fluchtend zueinander angeordnet.

15

20

Um das Strömungselement 20 zudem zu stabilisieren und die mehreren Leitbleche 32 fixieren zu können, weist der drallerzeugende Abschnitt 24 einen sich entlang der Längsachse M, insbesondere entlang der Mittellängsachse des Strömungselementes 20 erstreckenden und stabförmigen Längsabschnitt 42 auf. Jedes der Leitbleche 32 ist mit einer zweiten Längsseite 36 mit dem Längsabschnitt 42 verbunden und verläuft spiralförmig um den Längsabschnitt 42.

25

30

Um mehrere Strömungselemente in benachbarte Rohre 4 einer Wärmeübertragungsvorrichtung 2 einsetzen zu können, kann das Strömungsele-

ment ein Verbindungsstück (nicht gezeigt) umfassen, über welches die zwei oder mehr Strömungselemente 20 miteinander verbunden werden können.

Bezugszeichenliste

	2	Wärmeübertragungsvorrichtung
	4	Rohr
5	6	erstes Fluid
	8	Mantelraum
	10	zweites Fluid
	12	Deckel der Wasserkammer
	14	Einlass Speisewasser/Kondensat
10	16	Auslass Speisewasser/Kondensat
	18	Rohrboden
	20	Strömungselement
	22	Verbindungsabschnitt
	24	drallerzeugender Abschnitt
15	26	kaltes Ende des Rohres
	28	Eintritt Dampf
	30	Austritt Kondensat
	32	Leitblech
	34	erste Längsseite eines Leitbleches
20	36	zweite Längsseite eines Leitbleches
	38	erster Endabschnitt eines Leitbleches
	40	zweiter Endabschnitt eines Leitbleches
	42	Längsabschnitt
25	α	Winkel zwischen erstem und zweitem Endabschnitt
	S	Strömungsrichtung im Rohr
	M	Längsachse des Strömungselementes
	L	Länge des Strömungselementes
	D	Dicke des Rohrbodens

Patentansprüche

1. Strömungselement (20) zur Erzeugung einer turbulenten Strömung
eines ein Rohr (4), insbesondere ein Rohr (4) einer Wärmeübertra-
gungsvorrichtung (2) durchströmenden Fluides (6), wobei das
5 Strömungselement in das Rohr (4) einsetzbar und innerhalb des
Rohres (4) fixierbar ist, umfassend
- einen Verbindungsabschnitt (22) zur Fixierung des Strömungs-
elementes (20) innerhalb des Rohres (4), und
10 - einen mit dem Verbindungsabschnitt (22) verbundenen draller-
zeugenden Abschnitt (24), wobei der drallerzeugende Abschnitt
(24) zumindest ein Leitblech (32) zur Beeinflussung der Strömung
eines das Strömungselement (20) durchströmenden und/oder an
ihm vorbeiströmenden Fluides (6) umfasst, und wobei das Leitblech
15 (32) zumindest abschnittsweise gekrümmt ist.
2. Strömungselement (20) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass der Verbindungsabschnitt (22) ringförmig ausgebildet ist und
ein äußerer Durchmesser des Verbindungsabschnittes (22) größer
20 ist als ein innerer Durchmesser des Rohres (4).
3. Strömungselement (20) nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che, dadurch gekennzeichnet, dass sich das zumindest eine Leit-
blech (32) des drallerzeugenden Abschnitts (24) ausgehend von
25 dem Verbindungsabschnitt (22) entlang des Rohres (4) und in
Strömungsrichtung (S) erstreckt.

4. Strömungselement (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Strömungselement (20) eine sich in Strömungsrichtung (S) erstreckende Längsachse (M) aufweist und das zumindest eine Leitblech (32) spiralförmig entlang der Längsachse (M) des Strömungselementes (20) ausgebildet ist, wobei sich die Längsachse (M) des Strömungselementes (20) entlang einer Längsachse des Rohres (4) erstreckt.
5. Strömungselement (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Leitblech (32) des drallerzeugenden Abschnitts (24) mit einer ersten Längsseite (34) in einer senkrecht zu der Längsachse (M) verlaufenden Radialrichtung an einer Innenwand des Rohres (4) endet und/oder dass eine Länge des drallerzeugenden Abschnitts (24) größer ist als ein Durchmesser des Verbindungsabschnittes (22), insbesondere ein Vielfaches des Durchmessers des Verbindungsabschnittes (22) ist.
6. Strömungselement (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der drallerzeugende Abschnitt (24) einen sich entlang der Längsachse (M), insbesondere entlang der Mittellängsachse des Strömungselementes (20) erstreckenden Längsabschnitt (42) aufweist, mit dem das zumindest eine Leitblech (32) mit einer zweiten Längsseite (36) verbunden ist und um den das zumindest eine Leitblech (32) zumindest abschnittsweise gekrümmt verläuft.

7. Strömungselement (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der drallerzeugende Abschnitt (24) zumindest zwei Leitbleche (32) umfasst, die in einer Umfangsrichtung um die Mittellängsachse (M) des Strömungselementes (20) in regelmäßigem Abstand zueinander angeordnet sind.
8. Strömungselement (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Strömungselement (20) ein Verbindungsstück zur Verbindung des Strömungselementes mit einem weiteren Strömungselement umfasst.
9. Wärmeübertragungsvorrichtung (2), insbesondere ein Rohrbündelwärmeübertrager, umfassend zumindest ein Rohr (4), das von einem ersten Fluid (6) durchströmt wird, einen das Rohr (4) umgebenden Mantelraum (8), welcher zumindest eine Einlassöffnung (28) und eine Auslassöffnung (30) aufweist und von einem zweiten Fluid (10) durchströmt wird, einen das zumindest eine Rohr (4) in dem Mantelraum (8) fixierenden Rohrboden (18), und zumindest ein Strömungselement (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches in dem zumindest einen Rohr (4) eingesetzt ist.
10. Wärmeübertragungsvorrichtung (2) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich der drallerzeugende Abschnitt (24) des Strömungselementes (20) von dem Verbindungsabschnitt (22) ausgehend entlang des Rohres (4) in Strömungsrichtung (S) des Rohres (4) erstreckt und/oder dass das zumindest eine Strömungselement (20) an einem kalten Ende (26) des Rohres (4) und/oder in einem Bereich des Rohrbodens (18) eingebaut ist, wobei eine Länge (L) des Strömungselementes (20) einer Dicke (D) des Rohrbodens (18) entspricht.

FIG 1

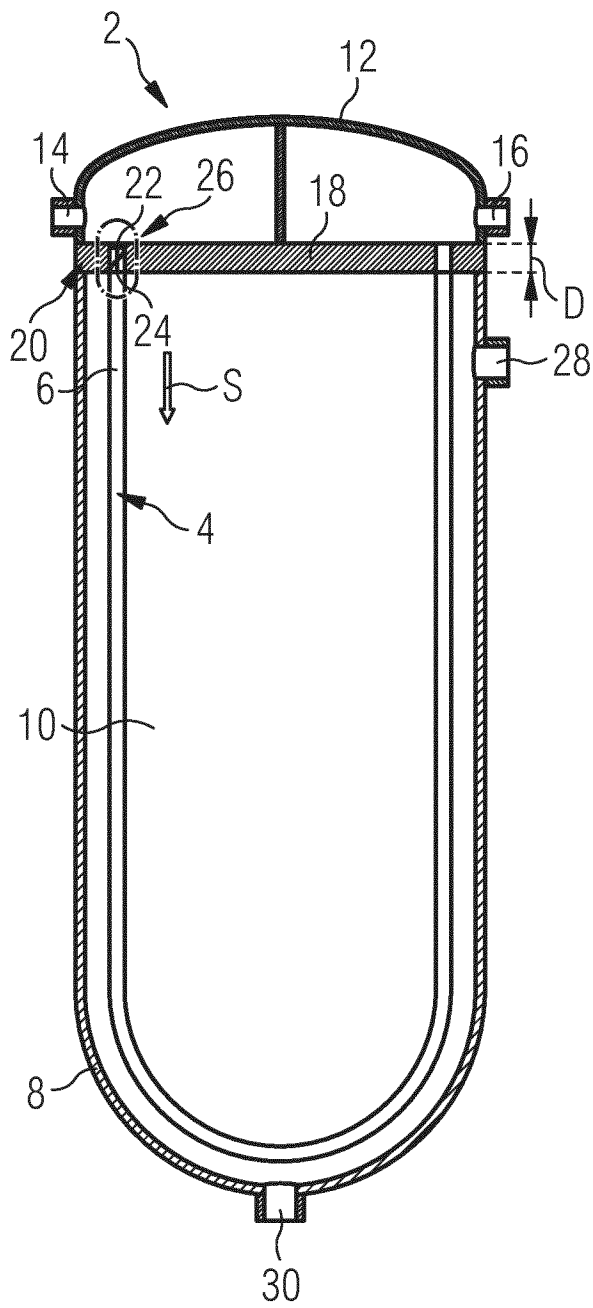
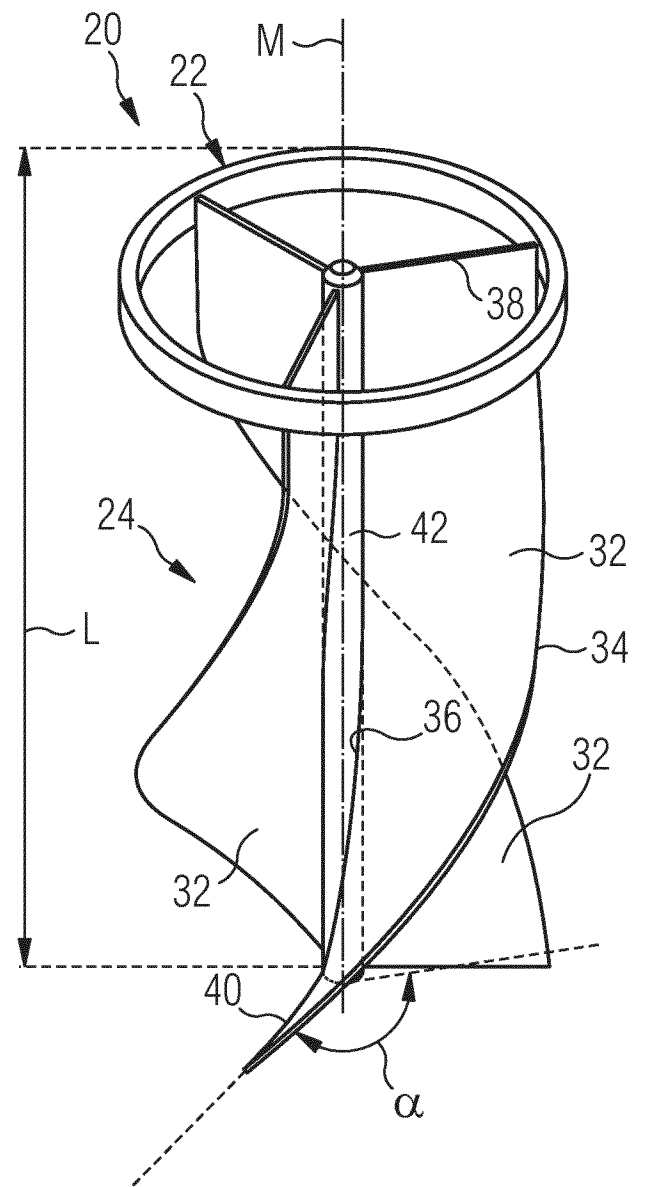


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/069970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F28F1/40 F28F13/12
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104 406 441 A (CHANGZHOU CHANGBAO JINGTE ENERGY PIPE CO LTD) 11 March 2015 (2015-03-11)	1-8
Y	figures	9,10
Y	----- JP 2002 295987 A (USUI INTERNATIONAL INDUSTRY) 9 October 2002 (2002-10-09) figures 2, 7	9,10
A	----- GB 347 904 A (VILHELM MICKELSEN; WILLIAM MICHAEL WADDINGHAM BRU; FREDERICK ERNEST RE) 7 May 1931 (1931-05-07) abstract; figures	1-10
A	----- CN 204 924 014 U (CHONGQING HUANJI LOW CARBON ENERGY SAVING TECHNOLOGY DEV CO LTD) 30 December 2015 (2015-12-30) abstract; figures	1-10
	----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 October 2017

Date of mailing of the international search report

06/11/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fernandez Ambres, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/069970

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 31 191 A1 (ENERGIEWERKE NORD GMBH [DE]) 13 January 2000 (2000-01-13) abstract; figures -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/069970

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 104406441	A	11-03-2015	NONE	

JP 2002295987	A	09-10-2002	JP 4681139 B2	11-05-2011
			JP 2002295987 A	09-10-2002

GB 347904	A	07-05-1931	NONE	

CN 204924014	U	30-12-2015	NONE	

DE 19831191	A1	13-01-2000	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F28F1/40 F28F13/12
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F28F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 104 406 441 A (CHANGZHOU CHANGBAO JINGTE ENERGY PIPE CO LTD) 11. März 2015 (2015-03-11)	1-8
Y	Abbildungen	9,10
Y	JP 2002 295987 A (USUI INTERNATIONAL INDUSTRY) 9. Oktober 2002 (2002-10-09) Abbildungen 2, 7	9,10
A	GB 347 904 A (VILHELM MICKELSEN; WILLIAM MICHAEL WADDINGHAM BRU; FREDERICK ERNEST RE) 7. Mai 1931 (1931-05-07) Zusammenfassung; Abbildungen	1-10
A	CN 204 924 014 U (CHONGQING HUANJI LOW CARBON ENERGY SAVING TECHNOLOGY DEV CO LTD) 30. Dezember 2015 (2015-12-30) Zusammenfassung; Abbildungen	1-10
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. Oktober 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/11/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fernandez Ambres, A

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 31 191 A1 (ENERGIEWERKE NORD GMBH [DE]) 13. Januar 2000 (2000-01-13) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/069970

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 104406441	A	11-03-2015	KEINE
JP 2002295987	A	09-10-2002	JP 4681139 B2 11-05-2011 JP 2002295987 A 09-10-2002
GB 347904	A	07-05-1931	KEINE
CN 204924014	U	30-12-2015	KEINE
DE 19831191	A1	13-01-2000	KEINE