

(19)



(11)

EP 3 305 388 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.04.2018 Patentblatt 2018/15

(51) Int Cl.:
B01B 1/00 (2006.01) **F25J 5/00** (2006.01)
F28F 13/06 (2006.01) **F28D 7/02** (2006.01)
F28D 7/10 (2006.01) **F28D 7/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16002148.1**

(22) Anmeldetag: **06.10.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

- **Lachenwitzer, Hubert**
83352 Altenmarkt (DE)
- **Blum, Ingomar**
83342 Tacherting (DE)
- **Wolferstetter, Clemens**
83308 Trostberg (DE)
- **Estiot, Elise**
81379 München (DE)

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80331 München (DE)

(74) Vertreter: **Meilinger, Claudia Sabine**
Linde AG
Technology & Innovation
Corporate Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

(72) Erfinder:
 • **Kerber, Christiane**
82343 Pöcking (DE)

(54) WASSERBADVERDAMPFER UND VERFAHRENSTECHNISCHE ANLAGE

(57) Ein Wasserbadverdampfer (3) für eine verfahrenstechnische Anlage (1), mit einem Mantel (4), einem innerhalb des Mantels (4) angeordneten ersten Kernrohr (19), einem innerhalb des ersten Kernrohrs (19) angeordneten zweiten Kernrohr (22), und einem Rohrbündel (27), das zumindest teilweise in einem zwischen dem Mantel (4) und dem ersten Kernrohr (19) vorgesehenen ersten Spalt (26A) und das zumindest teilweise in einem zwischen dem ersten Kernrohr (19) und dem zweiten Kernrohr (22) vorgesehenen zweiten Spalt (26B) angeordnet ist.

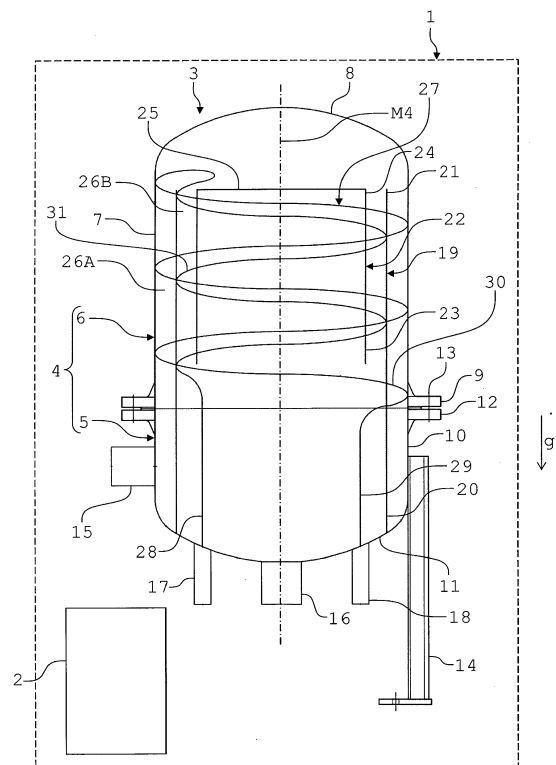


Fig. 1

EP 3 305 388 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wasserbadverdampfer für eine verfahrenstechnische Anlage und eine verfahrenstechnische Anlage mit einem derartigen Wasserbadverdampfer.

[0002] Mit Hilfe von sogenannten Wasserbadverdampfern können verflüssigte Gase, wie Sauerstoff, Stickstoff, Argon, Ethylen, Propylen oder Erdgas verdampft werden. Wasserbadverdampfer werden insbesondere in petrochemischen und kryotechnischen Anlagen eingesetzt. Als Heizenergie wird hierbei die Abwärme von Wasser, Dampf oder elektrische Energie verwendet. Ein derartiger Wasserbadverdampfer weist ein Kernrohr auf, auf das ein Rohrbündel aufgewickelt ist. Das Kernrohr mit dem Rohrbündel ist innerhalb eines Mantels des Wasserbadverdampfers angeordnet.

[0003] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, einen verbesserten Wasserbadverdampfer zur Verfügung zu stellen.

[0004] Demgemäß wird ein Wasserbadverdampfer für eine verfahrenstechnische Anlage vorgeschlagen. Der Wasserbadverdampfer umfasst einen Mantel, ein innerhalb des Mantels angeordnetes erstes Kernrohr, ein innerhalb des ersten Kernrohrs angeordnetes zweites Kernrohr und ein Rohrbündel, das zumindest teilweise in einem zwischen dem Mantel und dem ersten Kernrohr vorgesehenen ersten Spalt und das zumindest teilweise in einem zwischen dem ersten Kernrohr und dem zweiten Kernrohr vorgesehenen zweiten Spalt angeordnet ist.

[0005] Dadurch, dass das Rohrbündel sowohl in dem ersten Spalt als auch in dem zweiten Spalt angeordnet ist, kann eine Wärmeübertragung von dem Wasser auf das zu verflüssigende Gas sowohl in dem ersten Spalt als auch in dem zweiten Spalt erfolgen. Hierdurch kann die Bauhöhe des Wasserbadverdampfers signifikant reduziert werden.

[0006] Der Mantel, das erste Kernrohr und/oder das zweite Kernrohr können rotationssymmetrisch zu einer Symmetrie- oder Mittelachse aufgebaut sein. Der erste Spalt umläuft das erste Kernrohr bevorzugt ringförmig. Der zweite Spalt umläuft das zweite Kernrohr bevorzugt ringförmig. Dabei ist der zweite Spalt innerhalb des ersten Spalts angeordnet. Im Betrieb des Wasserbadverdampfers steigt das Wasser in dem zweiten Spalt entgegen einer Schwerkraftrichtung nach oben und in dem ersten Spalt in der Schwerkraftrichtung nach unten. Dabei erfolgt eine Wärmeübertragung von dem Wasser auf das zu verflüssigende Gas sowohl beim Aufsteigen des Wassers als auch beim Absteigen des Wassers in dem Wasserbadverdampfer.

[0007] Gemäß einer Ausführungsform weist das erste Kernrohr einen ersten Endabschnitt und einen dem ersten Endabschnitt abgewandten zweiten Endabschnitt auf, wobei das erste Kernrohr mit Hilfe des ersten Endabschnitts fluiddicht mit einem Boden des Mantels verbunden ist, und wobei der zweite Endabschnitt fluiddurchlässig ist.

[0008] Dadurch, dass das erste Kernrohr fluiddicht mit dem Boden des Mantels verbunden ist, kann das erste Kernrohr als Steigleitung fungieren, in der das Wasser zum Verdampfen des verflüssigten Gases nach oben steigt. Hierdurch kann auf eine zusätzliche Steigleitung verzichtet werden. Darunter, dass der erste Endabschnitt des ersten Kernrohrs fluiddicht mit dem Boden des Mantels verbunden ist, ist zu verstehen, dass zwischen dem ersten Endabschnitt und dem Boden des Mantels eine Verbindung vorgesehen ist, die undurchlässig für Gase und/oder Flüssigkeiten ist. Vorzugsweise ist der erste Endabschnitt des ersten Kernrohrs stoffschlüssig mit dem Boden des Mantels verbunden. Insbesondere kann der erste Endabschnitt mit dem Boden des Mantels verschweißt sein. Darunter, dass der zweite Endabschnitt des ersten Kernrohrs fluiddurchlässig ist, ist zu verstehen, dass an dem zweiten Endabschnitt kein Deckel oder Verschluss vorgesehen ist, so dass ein in dem ersten Kernrohr vorgesehenes Fluid, insbesondere Wasser, durch den zweiten Endabschnitt aus dem ersten Kernrohr austreten kann.

[0009] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das zweite Kernrohr einen ersten Endabschnitt und einen dem ersten Endabschnitt abgewandten zweiten Endabschnitt auf, wobei der erste Endabschnitt fluiddurchlässig und der zweite Endabschnitt fluidundurchlässig ist.

[0010] Vorzugsweise ist an dem ersten Endabschnitt ein Deckel vorgesehen. Der Deckel kann stoffschlüssig mit dem ersten Endabschnitt verbunden sein. An dem Deckel kann weiterhin eine Druckausgleichsöffnung, beispielsweise eine Bohrung, vorgesehen sein. An dem zweiten Endabschnitt ist kein Verschluss oder Deckel vorgesehen, so dass durch den zweiten Endabschnitt ein Fluid, insbesondere Wasser, in das zweite Kernrohr eintreten kann. Das zweite Kernrohr ist so innerhalb des ersten Kernrohrs angeordnet, dass der zweite Endabschnitt des zweiten Kernrohrs dem zweiten Endabschnitt des ersten Kernrohrs zugeordnet ist. Vorzugsweise ist eine Länge des zweiten Kernrohrs geringer als eine Länge des ersten Kernrohrs. Beispielsweise ist das zweite Kernrohr halb so lang wie das erste Kernrohr. Das zweite Kernrohr ist nicht fest mit dem Mantel verbunden. Beispielsweise trägt das erste Kernrohr das zweite Kernrohr.

[0011] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der erste Endabschnitt der Kernrohre bezüglich einer Schwerkraftrichtung jeweils unterhalb des zweiten Endabschnitts der Kernrohre angeordnet.

[0012] Insbesondere ist der Mantel so angeordnet, dass die Mittelachse des Mantels parallel zu der Schwerkraftrichtung orientiert ist. Alternativ kann der Mantel auch so angeordnet sein, dass die Mittelachse horizontal positioniert ist.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsform fungiert das erste Kernrohr als Steigleitung, so dass im Betrieb des Wasserbadverdampfers Wasser entgegen einer Schwerkraftrichtung in dem zweiten Spalt nach oben aufsteigt und dabei über das Rohrbündel strömt, aus dem

ersten Kernrohr austritt und in der Schwerkraftrichtung nach unten in dem ersten Spalt nochmals über das Rohrbündel strömt.

[0014] Vorzugsweise strömt im Betrieb des Wasserbadverdampfers das zu verdampfende Gas entgegen der Schwerkraftrichtung von unten nach oben durch das Rohrbündel. In dem zweiten Spalt strömt das Wasser ebenfalls von unten nach oben durch den, wobei das zu verdampfende Gas im Gleichstrom mit dem Wasser verdampft wird. In dem ersten Spalt strömt das zu verdampfende Gas in der Schwerkraftrichtung von oben nach unten, wobei auch das Wasser in der Schwerkraftrichtung von oben nach unten durch den ersten Spalt strömt.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Wasserbadverdampfer ferner einen ersten Wasserstutzen, der in den ersten Spalt mündet, und einen zweiten Wasserstutzen, der in das erste Kernrohr mündet.

[0016] Der erste Wasserstutzen kann ein Zulauf und der zweite Wasserstutzen kann ein Ablauf sein. Umgekehrt kann der erste Wasserstutzen ein Ablauf und der zweite Wasserstutzen ein Zulauf sein. Im Betrieb des Wasserbadverdampfers kann die Strömungsrichtung des Wassers umgedreht werden. Das Wasser kann beispielsweise mit Hilfe von Dampfpflanzen erwärmt werden.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der erste Wasserstutzen senkrecht zu dem zweiten Wasserstutzen angeordnet.

[0018] Unter senkrecht ist vorliegend ein Winkel von bevorzugt $90^\circ \pm 10^\circ$, weiter bevorzugt von $90^\circ \pm 5^\circ$, weiter bevorzugt von $90^\circ \pm 1^\circ$, weiter bevorzugt von genau 90° zu verstehen.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Mantel ein Mantelunterteil und ein von dem Mantelunterteil trennbares Manteloberteil auf, wobei der erste Wasserstutzen und der zweite Wasserstutzen an dem Mantelunterteil vorgesehen sind.

[0020] Dadurch, dass der erste Wasserstutzen und der zweite Wasserstutzen an dem Mantelunterteil vorgesehen sind, kann das Manteloberteil von dem Mantelunterteil getrennt werden, ohne dass eine für das Wasser vorgesehene Verrohrung rückzubauen ist. Dies vereinfacht die Montage und die Demontage des Wasserbadverdampfers. Das Mantelunterteil weist vorzugsweise eine zylinderförmige Seitenwandung auf, die stirnseitig mit dem Boden verschlossen ist. Insbesondere ist die Seitenwandung mit dem Boden verschweißt. Das Manteloberteil weist ebenfalls eine zylinderförmige Seitenwandung auf, die oberseitig mit Hilfe eines Deckels verschlossen ist. Der Deckel ist vorzugsweise mit der Seitenwandung verschweißt.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Mantelunterteil einen unteren Verbindungsflansch und das Manteloberteil einen oberen Verbindungsflansch auf, wobei der untere Verbindungsflansch und der obere Verbindungsflansch mit Hilfe von Verbindungsmitteln miteinander verbunden sind.

[0022] Vorzugsweise sind die Verbindungsmittel

Schrauben. Es kann eine beliebige Anzahl an derartigen Verbindungsmitteln vorgesehen sein. Zwischen dem unteren Verbindungsflansch und dem oberen Verbindungsflansch kann eine Dichteinrichtung vorgesehen sein, die das Mantelunterteil gegenüber dem Manteloberteil abdichtet. Der untere Verbindungsflansch und der obere Verbindungsflansch sind vorzugsweise ringförmig ausgebildet und mit der Seitenwandung des Mantelunterteils beziehungsweise mit der Seitenwandung des Manteloberteils fest verbunden, insbesondere verschweißt.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Wasserbadverdampfer ferner mit dem Rohrbündel in Fluidverbindung stehende Produktstutzen, die an dem Mantelunterteil vorgesehen sind.

[0024] Die Anzahl der Produktstutzen ist beliebig. Vorzugsweise sind zumindest zwei Produktstutzen vorgesehen, wobei mit Hilfe des einen Produktstutzens das zu verdampfende Gas dem Wasserbadverdampfer zugeführt wird und mit Hilfe des anderen Produktstutzens das verdampfte Gas dem Wasserbadverdampfer entnommen wird. Das Rohrbündel kann eine Vielzahl spiralgewickelter Lagen an Rohrleitungen aufweisen. Jeder Rohrleitung des Rohrbündels kann ein derartiger Produktstutzen oder es können jeder Rohrleitung zwei derartige Produktstutzen zugeordnet sein. Weiterhin umfasst das Rohrbündel eine erste Spiralwicklung, die in dem ersten Spalt angeordnet ist, und eine zweite Spiralwicklung, die in dem zweiten Spalt angeordnet ist. Dadurch, dass auch die Produktstutzen an dem Mantelunterteil vorgesehen sind, kann das Manteloberteil von dem Mantelunterteil getrennt werden, ohne dass das Rohrbündel rückzubauen ist. Dies vereinfacht die Montage und die Demontage des Wasserbadverdampfers. Das Rohrbündel kann teilweise auf das erste Kernrohr und teilweise auf das zweite Kernrohr aufgewickelt sein. Das Rohrbündel ist insbesondere mehrlagig, wobei unterschiedliche Lagen an Rohrleitungen gegensinnig auf das jeweilige Kernrohr aufgewickelt sein können. Insbesondere ist das Rohrbündel auf das jeweilige Kernrohr spiralförmig aufgewickelt.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind der zweite Wasserstutzen und die Produktstutzen an dem Boden des Mantels vorgesehen.

[0026] Vorzugsweise sind der zweite Wasserstutzen und die Produktstutzen in den Boden eingeschweißt.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der erste Wasserstutzen an einer Seitenwandung des Mantelunterteils vorgesehen.

[0028] Insbesondere mündet der erste Wasserstutzen in den zwischen dem ersten Kernrohr und dem Mantel vorgesehenen ersten Spalt hinein. Der zweite Wasserstutzen mündet in das erste Kernrohr hinein.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Wasserbadverdampfer ferner ein Druckaufbaurohrbündel, das in dem ersten Spalt angeordnet ist.

[0030] Das Druckaufbaurohrbündel ist vorzugsweise spiralförmig aufgewickelt. Insbesondere ist das Druckaufbaurohrbündel auf das erste Kernrohr aufgewickelt. Mit Hilfe des

Druckaufbaurohrbündels kann einem Gastank entnommenes verflüssigtes Gas dem Wasserbadverdampfer zugeführt werden, dort verdampft werden und wieder dem Gastank zum Druckaufbau zugeführt werden. Der Wasserbadverdampfer kann ferner mit dem Druckaufbaurohrbündel in Fluidverbindung stehende Produktstutzen aufweisen, die an dem Mantelunterteil vorgesehen sind. Vorzugsweise sind die Produktstutzen in den Boden des Mantels eingeschweißt. Insbesondere sind zumindest zwei derartige Produktstutzen für das Druckaufbaurohrbündel vorgesehen. Die Anzahl der Produktstutzen ist jedoch beliebig.

[0031] Weiterhin wird eine verfahrenstechnische Anlage mit einem derartigen Wasserbadverdampfer vorgeschlagen.

[0032] Die verfahrenstechnische Anlage ist insbesondere zur Verdampfung von verflüssigten Gasen eingerichtet. Die verfahrenstechnische Anlage kann mehrere derartige Wasserbadverdampfer umfassen.

[0033] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die verfahrenstechnische Anlage ferner einen Gastank für verflüssigte Gase, der in Fluidverbindung mit dem Rohrbündel ist. Insbesondere kann der Gastank mit Hilfe der Produktstutzen mit dem Rohrbündel in Fluidverbindung sein.

[0034] Weitere mögliche Implementierungen des Wasserbadverdampfers und/oder der verfahrenstechnischen Anlage umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zur jeweiligen Grundform des Wasserbadverdampfers und/oder der verfahrenstechnischen Anlage hinzufügen.

[0035] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte des Wasserbadverdampfers und/oder der verfahrenstechnischen Anlage sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele des Wasserbadverdampfers und/oder der verfahrenstechnischen Anlage. Im Weiteren werden der Wasserbadverdampfer und/oder die verfahrenstechnische Anlage anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform einer verfahrenstechnischen Anlage; und

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform eines Wasserbadverdampfers für die verfahrenstechnische Anlage gemäß Fig. 1.

[0036] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

[0037] Die Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform einer verfahrenstechnischen Anlage 1. Die verfahrenstechnische Anlage 1 kann eine petroche-

misches oder kryotechnische Anlage sein. Insbesondere kann die verfahrenstechnische Anlage 1 dazu eingesetzt werden, verflüssigte Gase, wie Sauerstoff, Stickstoff, Argon, Ethylen, Propylen oder Erdgas zu verdampfen. Die verfahrenstechnische Anlage 1 umfasst einen Gastank 2 zur Aufnahme eines derartigen verflüssigten Gases.

[0038] Die verfahrenstechnische Anlage 1 umfasst weiterhin einen Wasserbadverdampfer 3, mit dessen Hilfe das verflüssigte Gas verdampft wird. Ein Wasserbadverdampfer 3 ist insbesondere ein spiralgewickelter Wärmetauscher. Der Wasserbadverdampfer 3 umfasst einen rohrförmigen Mantel 4, der ein Mantelunterteil 5 und ein von dem Mantelunterteil 5 trennbares Manteloberteil 6 umfasst.

[0039] Das Manteloberteil 6 umfasst eine zylinderförmige und vorzugsweise rotationssymmetrisch zu einer Symmetrie- oder Mittelachse M4 ausgebildete Seitenwandung 7, die oberseitig von einem Deckel 8 fluiddicht verschlossen ist. Der Deckel 8 kann mit der Seitenwandung 7 beispielsweise verschweißt sein. Das Manteloberteil kann beispielsweise aus Edelstahl oder aus einer Aluminiumlegierung gefertigt sein. Das Manteloberteil 6 umfasst weiterhin einen ringförmig um die Seitenwandung 7 umlaufenden oberen Verbindungsflansch 9. Der obere Verbindungsflansch 9 kann beispielsweise mit der Seitenwandung 7 verschweißt sein. Der Deckel 8 und der obere Verbindungsflansch 9 sind an einander gegenüberliegenden Endabschnitten der zylinderförmigen Seitenwandung 7 vorgesehen.

[0040] Das Mantelunterteil 5 umfasst eine zylinderförmige und rotationssymmetrisch zu der Mittelachse M4 aufgebaute Seitenwandung 10. Das Mantelunterteil 5 ist unterseitig von einem Boden 11 verschlossen, der mit der Seitenwandung 10 verschweißt sein kann. Das Mantelunterteil 5 ist beispielsweise ebenfalls aus Edelstahl oder aus einer Aluminiumlegierung gefertigt. Das Mantelunterteil 5 umfasst weiterhin einen unteren Verbindungsflansch 12, der fest mit der Seitenwandung 10 verbunden, insbesondere verschweißt, sein kann. Der untere Verbindungsflansch 12 läuft ringförmig um die Seitenwandung 10 um.

[0041] Der untere Verbindungsflansch 12 und der obere Verbindungsflansch 9 sind mit Hilfe von Verbindungsmitteln 13, insbesondere Schrauben, miteinander verbunden. Zwischen den Verbindungsflanschen 9, 12 kann eine Dichteinrichtung vorgesehen sein, um das Mantelunterteil 5 und das Manteloberteil 6 gegeneinander abzudichten. Nach einem Lösen der Verbindungsmittel 13 kann das Manteloberteil 6 von dem Mantelunterteil 5 getrennt werden.

[0042] An dem Mantelunterteil 5 können weiterhin Stützfüße 14 vorgesehen sein, mit deren Hilfe der Wasserbadverdampfer 3 auf einem in der Fig. 1 nicht gezeigten Fundament platzierbar ist. In der Orientierung der Fig. 1 ist die Mittelachse M4 vertikal, das heißt parallel zu einer Schwerkraftrichtung g angeordnet. Alternativ kann der Wasserbadverdampfer 3 auch so angeordnet sein, dass die Mittelachse M4 horizontal, das heißt, senk-

recht zu der Schwerkraftichtung g, positioniert ist.

[0043] Das Mantelunterteil 5 umfasst weiterhin einen ersten Wasserstutzen 15 sowie einen zweiten Wasserstutzen 16. Über die Wasserstutzen 15, 16 kann dem Wasserbadverdampfer 3 Wasser zugeführt beziehungsweise abgeführt werden. Dabei kann entweder der erste Wasserstutzen 15 als Zulauf und der zweite Wasserstutzen 16 als Ablauf oder der erste Wasserstutzen 15 als Ablauf und der zweite Wasserstutzen 16 als Zulauf dienen. Der erste Wasserstutzen 15 ist dabei senkrecht zu dem zweiten Wasserstutzen 16 positioniert.

[0044] Der erste Wasserstutzen 15 ist insbesondere an der Seitenwandung 10 vorgesehen. Beispielsweise kann der erste Wasserstutzen 15 mit der Seitenwandung 10 verschweißt sein und in der Seitenwandung 10 einen Durchbruch bilden. Der zweite Wasserstutzen 16 ist vorzugsweise an dem Boden 11 vorgesehen und bildet in dem Boden 11 einen Durchbruch. Insbesondere kann der zweite Wasserstutzen 16 mit dem Boden 11 verschweißt sein. Beispielsweise kann, wie in der Fig. 1 gezeigt, der zweite Wasserstutzen 16 mittig an dem Boden 11 positioniert und rotationssymmetrisch zu der Mittelachse M4 ausgebildet sein.

[0045] An dem Mantelunterteil 5 können weiterhin mehrere Produktstutzen 17, 18 vorgesehen sein. Die Anzahl der Produktstutzen 17, 18 ist dabei beliebig. Beispielsweise kann durch einen der Produktstutzen 17, 18 dem Wasserbadverdampfer 3 das verflüssigte Gas zugeführt werden und über den anderen Produktstutzen 17, 18 das verdampfte Gas aus dem Wasserbadverdampfer 3 abgeführt werden. Die Produktstutzen 17, 18 beziehungsweise zumindest einer der Produktstutzen 17, 18 ist in Fluidverbindung mit dem Gastank 2. Die Produktstutzen 17, 18 sind ebenfalls an dem Boden 11 des Mantelunterteils 5 vorgesehen.

[0046] Der Wasserbadverdampfer 3 umfasst weiterhin ein innerhalb des Mantels 4 angeordnetes erstes Kernrohr 19. Das erste Kernrohr 19 ist zylinderförmig und rotationssymmetrisch zu der Mittelachse M4 ausgebildet. Das erste Kernrohr 19 kann beispielsweise aus Edelstahl oder aus einer Aluminiumlegierung gefertigt sein. Das erste Kernrohr 19 umfasst einen ersten Endabschnitt 20 sowie einen dem ersten Endabschnitt 20 abgewandten zweiten Endabschnitt 21. Das erste Kernrohr 19 ist beidseitig offen. Das heißt, an den Endabschnitten 20, 21 ist jeweils kein Deckel vorgesehen.

[0047] Das erste Kernrohr 19 ist jedoch mit Hilfe des ersten Endabschnitts 20 fluiddicht mit dem Boden 11 des Mantels 4 verbunden. Beispielsweise ist der erste Endabschnitt 20 fluiddicht mit dem Boden 11 verschweißt. Unter "fluiddicht" ist vorliegend zu verstehen, dass zwischen dem ersten Endabschnitt 20 und dem Boden 11 eine Verbindung, insbesondere eine stoffschlüssige Verbindung, vorgesehen ist, die undurchlässig für Gase oder Flüssigkeiten ist. Bei stoffschlüssigen Verbindungen werden die Verbindungspartner durch atomare oder molekulare Kräfte zusammengehalten. Stoffschlüssige Verbindungen sind nicht lösbare Verbindungen, die sich nur

durch Zerstörung der Verbindungsmittel oder der Verbindungspartner trennen lassen. Beispielsweise ist der erste Endabschnitt 20 mit dem Boden verschweißt.

[0048] Da an dem zweiten Endabschnitt 21 des ersten Kernrohrs 19 kein Verschluss oder Deckel vorgesehen ist, ist der zweite Endabschnitt 21 fluiddurchlässig. Das heißt, durch den zweiten Endabschnitt 21 kann ein Fluid, beispielsweise Wasser oder ein Gas, aus dem ersten Kernrohr 19 austreten. Der erste Endabschnitt 20 ist bezüglich der Schwerkraftichtung g unterhalb des zweiten Endabschnitts 21 angeordnet. Das erste Kernrohr 19 ist nur mit dem Mantelunterteil 5 und insbesondere nur mit dem Boden 11 des Mantelunterteils 5 verbunden, so dass das Manteloberteil 6 von dem ersten Kernrohr 19 abgezogen werden kann, ohne dass zwischen dem Manteloberteil 6 und dem ersten Kernrohr 19 eine Verbindung zu lösen ist.

[0049] Der Wasserbadverdampfer 3 umfasst weiterhin ein innerhalb des ersten Kernrohrs 19 angeordnetes zweites Kernrohr 22. Das zweite Kernrohr 22 ist rotationssymmetrisch zu der Mittelachse M4 ausgebildet. Das zweite Kernrohr 22 umfasst einen ersten Endabschnitt 23 und einen dem ersten Endabschnitt 23 abgewandten zweiten Endabschnitt 24. Dabei ist bezüglich der Schwerkraftichtung g der erste Endabschnitt 23 unterhalb des zweiten Endabschnitts 24 angeordnet. Das zweite Kernrohr 22 umfasst weiterhin einen an dem zweiten Endabschnitt 24 vorgesehenen Deckel 25.

[0050] Der Deckel 25 ist fluiddicht mit dem zweiten Endabschnitt 24 verbunden. Beispielsweise ist der Deckel 25 mit dem zweiten Endabschnitt 24 verschweißt. Das heißt, an dem zweiten Endabschnitt 24 ist das zweite Kernrohr 22 fluiddicht. An dem ersten Kernabschnitt 23 ist kein Verschluss oder Deckel vorgesehen, so dass das zweite Kernrohr 22 an dem ersten Endabschnitt 23 fluiddurchlässig ist. Optional kann an dem Deckel 25 eine Entlüftungsöffnung, beispielsweise eine Bohrung, vorgesehen sein, um das zweite Kernrohr 22 zu entlüften. Das zweite Kernrohr 22 kann auch als Zwischenhemd bezeichnet werden. Das zweite Kernrohr 22 kann aus Edelstahl oder aus einer Aluminiumlegierung gefertigt sein.

[0051] Das zweite Kernrohr 22 ist dabei so innerhalb des ersten Kernrohrs 19 angeordnet, dass der zweite Endabschnitt 24 des zweiten Kernrohrs 22 auf Höhe des zweiten Endabschnitts 21 des ersten Kernrohrs 19 angeordnet ist. Eine Länge des zweiten Kernrohrs 22 ist geringer als eine Länge des ersten Kernrohrs 19. Beispielsweise kann das zweite Kernrohr 22 halb so lang sein wie das erste Kernrohr 19. Das zweite Kernrohr 22 ist nicht direkt mit dem Mantel 4 und insbesondere nicht mit dem Boden 11 verbunden. Beispielsweise trägt das erste Kernrohr 19 das zweite Kernrohr 22.

[0052] Zwischen dem Mantel 4 und dem ersten Kernrohr 19 ist ein erster Spalt 26A vorgesehen. Beispielsweise mündet der erste Wasserstutzen 15 in den ersten Spalt 26A. Weiterhin ist zwischen dem ersten Kernrohr 19 und dem zweiten Kernrohr 22 ein zweiter Spalt 26B vorgesehen.

[0053] Der Wasserbadverdampfer 3 umfasst weiterhin ein Rohrbündel 27, das teilweise auf das erste Kernrohr 19 und teilweise auf das zweite Kernrohr 22 aufgewickelt sein kann. Das Rohrbündel 27 kann mehrlagig sein. Das heißt, es können mehrere Lagen an Rohrleitungen übereinander auf das jeweilige Kernrohr 19, 22 aufgewickelt sein. Eine Wicklungsrichtung der Lagen kann sich dabei voneinander unterscheiden. Insbesondere sind die Rohrleitungen spiralförmig auf das jeweilige Kernrohr 19, 22 aufgewickelt. Das Rohrbündel 27 ist dabei so angeordnet, dass es sowohl teilweise in dem ersten Spalt 26A als auch teilweise in dem zweiten Spalt 26B angeordnet ist.

[0054] Die Produktstutzen 17, 18 stehen mit dem Rohrbündel 27 in Fluidverbindung. Beispielsweise kann der Produktstutzen 17 mit einer Rohrleitung 28 und der Produktstutzen 18 mit einer Rohrleitung 29 des Rohrbündels 27 in Fluidverbindung stehen. Die Rohrleitungen 28, 29 können dabei innerhalb des ersten Kernrohrs 19 angeordnet sein. Das Rohrbündel 27 umfasst zumindest eine mit der Rohrleitung 29 in Fluidverbindung stehende erste Spiralwicklung 30, die in dem ersten Spalt 26A angeordnet ist, sowie eine zweite Spiralwicklung 31, die in Fluidverbindung mit der Rohrleitung 28 ist und die innerhalb des zweiten Spalts 26B angeordnet ist.

[0055] Die Spiralwicklungen 30, 31 sind im Bereich der zweiten Endabschnitte 21, 24 der Kernrohre 19, 22 miteinander verbunden. Die erste Spiralwicklung 30 ist dabei auf das erste Kernrohr 19 aufgewickelt, und die zweite Spiralwicklung 31 ist dabei auf das zweite Kernrohr 22 aufgewickelt.

[0056] Im Betrieb des Wasserbadverdampfers 3 fungiert das erste Kernrohr 19 als Steigleitung, so dass Wasser entgegen der Schwerkraftrichtung g in dem zweiten Spalt 26B nach oben aufsteigt und dabei über das Rohrbündel 27, insbesondere über die zweite Spiralwicklung 31, strömt. Anschließend tritt das Wasser durch den zweiten Spalt 26B aus dem ersten Kernrohr 19 aus und strömt in der Schwerkraftrichtung g in dem ersten Spalt 26A nach unten, wobei das Wasser nochmals über das Rohrbündel 27, insbesondere über die erste Spiralwicklung 30, strömt.

[0057] Beispielsweise wird dem Wasserbadverdampfer 3 über den Produktstutzen 17 das verflüssigte Gas zugeführt, welches über die zweite Spiralwicklung 31 entgegen der Schwerkraftrichtung g nach oben befördert wird. Dabei strömt das Wasser in dem zweiten Spalt 26B über die zweite Spiralwicklung 31, so dass das verflüssigte Gas von unten nach oben verdampft wird. In dem ersten Spalt 26A wird das Rohrbündel 27 mit der ersten Spiralwicklung 30 wieder nach unten geführt, wobei die erste Spiralwicklung 30 mit Hilfe des durch den ersten Spalt 26A in der Schwerkraftrichtung g nach unten strömenden Wassers weiter erwärmt wird. Das verdampfte Gas wird über die Rohrleitung 29 und den Produktstutzen 18 aus dem Wasserbadverdampfer 3 abgeführt. Aufgeheizt wird das Wasser vorzugsweise durch eine externe Wärmequelle. Als Heizenergie kann auch direkt elektri-

sche Energie oder Dampf verwendet werden.

[0058] Dadurch, dass ein Wärmeaustausch zwischen dem Wasser und dem verflüssigten Gas sowohl bei dem Nach-oben-Strömen des Wassers in dem zweiten Spalt 26B als auch bei dem Nach-unten-Strömen des Wassers in dem ersten Spalt 26A erfolgen kann, kann der Wärmeaustausch zwischen dem Wasser und dem verflüssigten Gas verbessert werden. Insbesondere kann hierdurch die Bauhöhe des Wasserbadverdampfers 3 signifikant reduziert werden. Dadurch, dass die Wasserstutzen 15, 16 und die Produktstutzen 17, 18 an dem Mantelunterteil 5 vorgesehen sind, kann das Manteloberteil 6 ohne einen Rückbau an Rohrleitungen demontiert werden. Durch die Nutzung des ersten Kernrohrs 19 als Wasserverrohrung beziehungsweise als Steigleitung kann auf eine externe Verrohrung verzichtet werden.

[0059] Die Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Wasserbadverdampfers 3. Die Ausführungsform des Wasserbadverdampfers 3 gemäß der Fig. 2 unterscheidet sich von der Ausführungsform des Wasserbadverdampfers 3 gemäß der Fig. 1 dadurch, dass ein zusätzliches Druckaufbaurohrbündel 32 vorgesehen ist, das zumindest abschnittsweise in dem ersten Spalt 26A angeordnet ist. Das Druckaufbaurohrbündel 32 umfasst eine Rohrleitung 33, eine Spiralwicklung 34, die in dem ersten Spalt 26A angeordnet ist, sowie eine Rohrleitung 35. Die Spiralwicklung 34 kann auf das erste Kernrohr 19 aufgewickelt sein.

[0060] Weiterhin umfasst das Mantelunterteil 5 weitere Produktstutzen 36, 37, die an dem Boden 11 vorgesehen sind und die in Fluidverbindung mit dem Druckaufbaurohrbündel 32 stehen. Beispielsweise kann über den Produktstutzen 36 aus dem Gastank 2 verflüssigtes Gas abgezogen und dem Druckaufbaurohrbündel 32 zugeführt werden. Mit Hilfe des Druckaufbaurohrbündels 32 wird das verflüssigte Gas verdampft und über den Produktstutzen 37 wieder dem Gastank 2 zugeführt, um den Druck in dem Gastank 2 zu erhöhen.

[0061] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

Verwendete Bezugszeichen:

[0062]

1	Verfahrenstechnische Anlage
2	Gastank
3	Wasserbadverdampfer
4	Mantel
5	Mantelunterteil
6	Manteloberteil
7	Seitenwandung
8	Deckel
9	Verbindungsflansch
10	Seitenwandung
11	Boden
12	Verbindungsflansch

13	Verbindungsmittel				weist, und wobei der erste Endabschnitt (23) fluid-
14	Stützfuß				durchlässig und der zweite Endabschnitt (24) fluid-
15	Wasserstutzen				undurchlässig ist.
16	Wasserstutzen				
17	Produktstutzen	5	4.	Wasserbadverdampfer nach Anspruch 2 oder 3, wo-	
18	Produktstutzen			bei der erste Endabschnitt (20, 23) der Kernrohre	
19	Kernrohr			(19, 22) bezüglich einer Schwerkraftrichtung (g) je-	
20	Endabschnitt			weils unterhalb des zweiten Endabschnitts (21, 24)	
21	Endabschnitt			der Kernrohre (19, 22) angeordnet ist.	
22	Kernrohr	10			
23	Endabschnitt		5.	Wasserbadverdampfer nach einem der Ansprüche	
24	Endabschnitt			1 - 4, wobei das erste Kernrohr (19) als Steigleitung	
25	Deckel			fungiert, so dass im Betrieb des Wasserbadver-	
26A	Spalt			dampfers (3) Wasser entgegen einer Schwer-	
26B	Spalt	15		kraftrichtung (g) in dem zweiten Spalt (26B) nach	
27	Rohrbündel			oben aufsteigt und dabei über das Rohrbündel (27)	
28	Rohrleitung			strömt, aus dem ersten Kernrohr (19) austritt und in	
29	Rohrleitung			der Schwerkraftrichtung (g) nach unten in dem ers-	
30	Spiralwicklung			ten Spalt (26A) nochmals über das Rohrbündel (27)	
31	Spiralwicklung	20		strömt.	
32	Druckaufbaurohrbündel				
33	Rohrleitung		6.	Wasserbadverdampfer nach Anspruch 5, ferner um-	
34	Spiralwicklung			fassend einen ersten Wasserstutzen (15), der in den	
35	Rohrleitung			ersten Spalt (26A) mündet, und einen zweiten Was-	
36	Produktstutzen	25		serstutzen (16), der in das erste Kernrohr (19) mün-	
37	Produktstutzen			det.	
g	Schwerkraftrichtung		7.	Wasserbadverdampfer nach Anspruch 6, wobei der	
M4	Mittelachse	30		erste Wasserstutzen (15) senkrecht zu dem zweiten	
				Wasserstutzen (16) angeordnet ist.	

Patentansprüche

1. Wasserbadverdampfer (3) für eine verfahrenstechnische Anlage (1), mit einem Mantel (4), einem innerhalb des Mantels (4) angeordneten ersten Kernrohr (19), einem innerhalb des ersten Kernrohrs (19) angeordneten zweiten Kernrohr (22), und einem Rohrbündel (27), das zumindest teilweise in einem zwischen dem Mantel (4) und dem ersten Kernrohr (19) vorgesehenen ersten Spalt (26A) und das zumindest teilweise in einem zwischen dem ersten Kernrohr (19) und dem zweiten Kernrohr (22) vorgesehenen zweiten Spalt (26B) angeordnet ist.
2. Wasserbadverdampfer nach Anspruch 1, wobei das erste Kernrohr (19) einen ersten Endabschnitt (20) und einen dem ersten Endabschnitt (20) abgewandten zweiten Endabschnitt (21) aufweist, wobei das erste Kernrohr (19) mit Hilfe des ersten Endabschnitts (20) fluiddicht mit einem Boden (11) des Mantels (4) verbunden ist, und wobei der zweite Endabschnitt (21) fluiddurchlässig ist.
3. Wasserbadverdampfer nach Anspruch 1 oder 2, wobei das zweite Kernrohr (22) einen ersten Endabschnitt (23) und einen dem ersten Endabschnitt (23) abgewandten zweiten Endabschnitt (24) auf-
4. Wasserbadverdampfer nach Anspruch 2 oder 3, wobei der erste Endabschnitt (20, 23) der Kernrohre (19, 22) bezüglich einer Schwerkraftrichtung (g) jeweils unterhalb des zweiten Endabschnitts (21, 24) der Kernrohre (19, 22) angeordnet ist.
5. Wasserbadverdampfer nach einem der Ansprüche 1 - 4, wobei das erste Kernrohr (19) als Steigleitung fungiert, so dass im Betrieb des Wasserbadverdampfers (3) Wasser entgegen einer Schwerkraftrichtung (g) in dem zweiten Spalt (26B) nach oben aufsteigt und dabei über das Rohrbündel (27) strömt, aus dem ersten Kernrohr (19) austritt und in der Schwerkraftrichtung (g) nach unten in dem ersten Spalt (26A) nochmals über das Rohrbündel (27) strömt.
6. Wasserbadverdampfer nach Anspruch 5, ferner umfassend einen ersten Wasserstutzen (15), der in den ersten Spalt (26A) mündet, und einen zweiten Wasserstutzen (16), der in das erste Kernrohr (19) mündet.
7. Wasserbadverdampfer nach Anspruch 6, wobei der erste Wasserstutzen (15) senkrecht zu dem zweiten Wasserstutzen (16) angeordnet ist.
8. Wasserbadverdampfer nach Anspruch 6 oder 7, wobei der Mantel (4) ein Mantelunterteil (5) und ein von dem Mantelunterteil (5) trennbares Manteloberteil (6) aufweist, und wobei der erste Wasserstutzen (15) und der zweite Wasserstutzen (16) an dem Mantelunterteil (5) vorgesehen sind.
9. Wasserbadverdampfer nach Anspruch 8, wobei das Mantelunterteil (5) einen unteren Verbindungsflansch (12) und das Manteloberteil (6) einen oberen Verbindungsflansch (9) aufweist, und wobei der untere Verbindungsflansch (12) und der obere Verbindungsflansch (9) mit Hilfe von Verbindungsmitteln (13) miteinander verbunden sind.
10. Wasserbadverdampfer nach Anspruch 8 oder 9, ferner umfassend mit dem Rohrbündel (27) in Fluidverbindung stehende Produktstutzen (17, 18), die an dem Mantelunterteil (5) vorgesehen sind.
11. Wasserbadverdampfer nach Anspruch 10, wobei der zweite Wasserstutzen (16) und die Produktstutzen (17, 18) an dem Boden (11) des Mantels (4) vorgesehen sind.
12. Wasserbadverdampfer nach einem der Ansprüche 8 - 11, wobei der erste Wasserstutzen (15) an einer

Seitenwandung (10) des Mantelunterteils (5) vorgesehen ist.

13. Wasserbadverdampfer nach einem der Ansprüche 1 - 12, ferner umfassend ein Druckaufbaurohrbündel (32), das in dem ersten Spalt (26A) angeordnet ist. 5
14. Verfahrenstechnische Anlage (1) mit einem Wasserbadverdampfer (3) nach einem der Ansprüche 1 - 13. 10
15. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 14, ferner umfassend einen Gastank (2) für verflüssigte Gase, der in Fluidverbindung mit dem Rohrbündel (27) ist. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

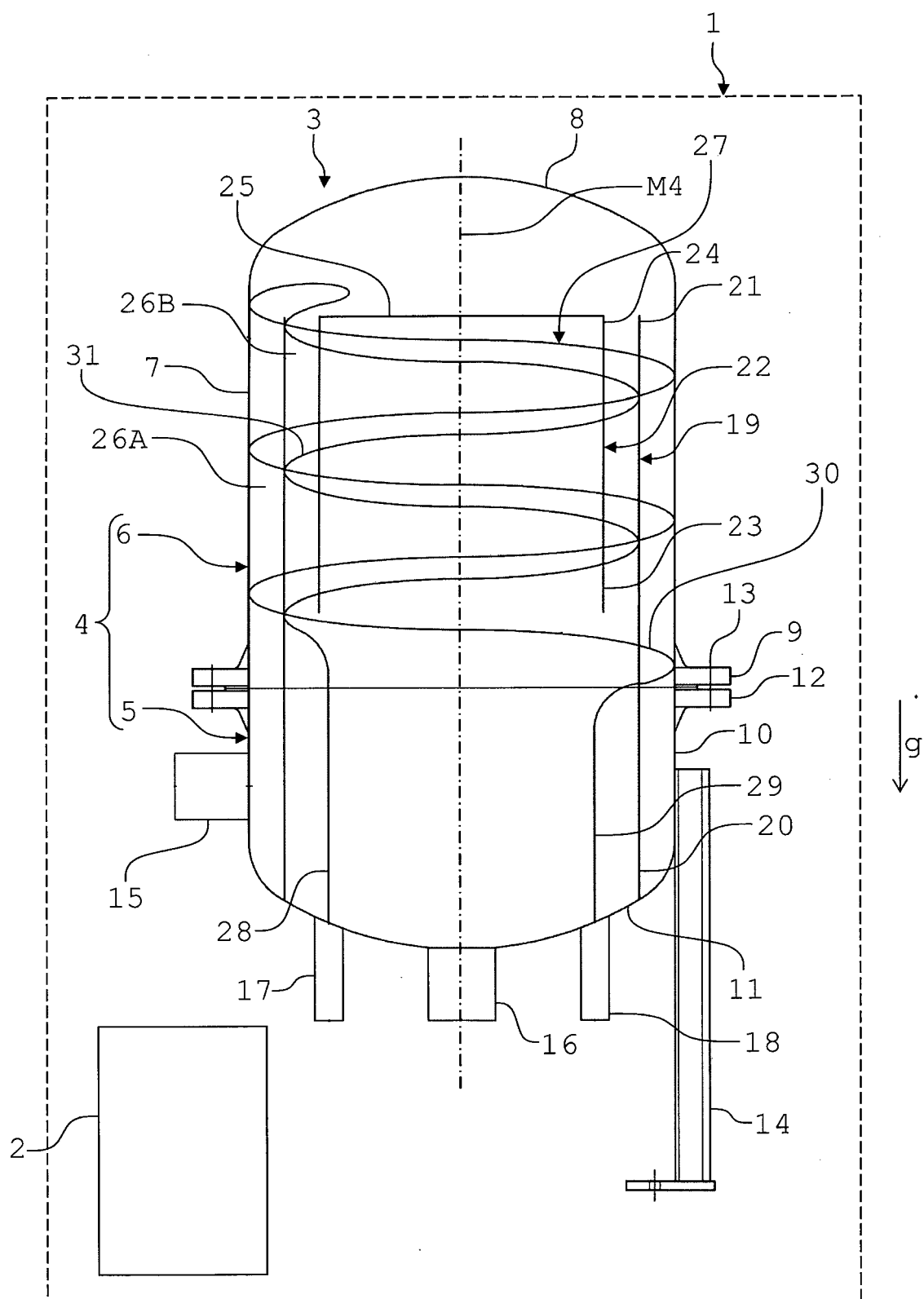


Fig. 1

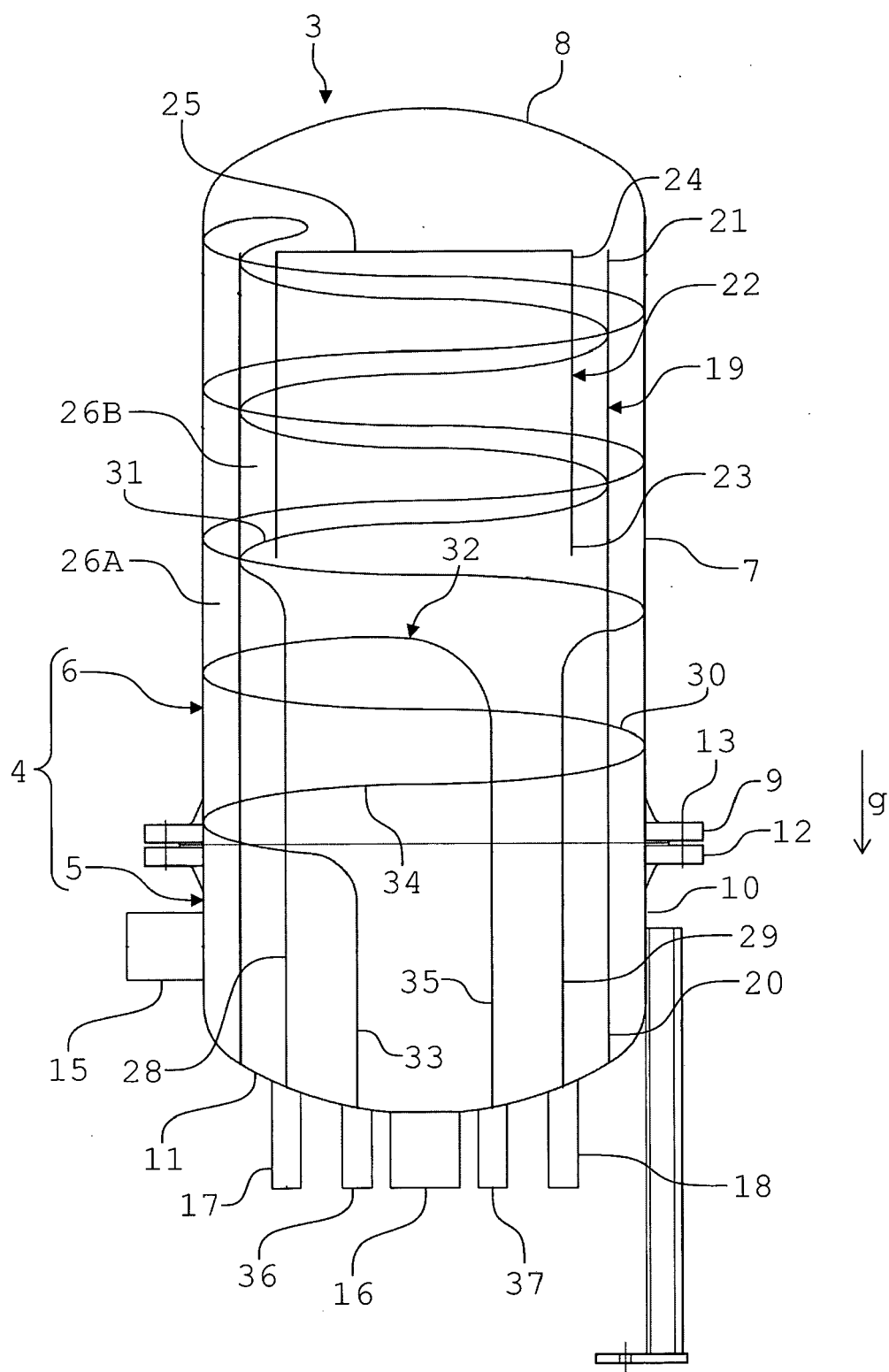


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 00 2148

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	SE 373 683 B (SVENSKA MASKINVERKEN AB [SE]) 10. Februar 1975 (1975-02-10) * Abbildungen 1, 2 * * Seite 2 - Seite 3 * -----	1-15	INV. B01B1/00 F25J5/00 F28F13/06 F28D7/02 F28D7/10
X	US 3 522 840 A (WENTWORTH ROBERT S JR) 4. August 1970 (1970-08-04) * Abbildungen 1-3 * * Spalte 2 - Spalte 3 * -----	1-15	ADD. F28D7/00
X	US 6 499 534 B1 (TAWNEY JEFFERY [US] ET AL) 31. Dezember 2002 (2002-12-31) * Abbildungen 1-8 * * Spalte 4 * -----	1-15	
A	DE 19 11 499 A1 (MILLE GASTON MAURICE) 25. September 1969 (1969-09-25) * Abbildung 2 * -----	1-15	
A	US 6 095 240 A (HASSANEIN HANY E [US] ET AL) 1. August 2000 (2000-08-01) * Abbildung 2 * * Zusammenfassung * -----	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B01B F25J F28F F28D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		10. März 2017	
		Prüfer	
		Van Ganswijk, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 00 2148

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-03-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
SE 373683 B	10-02-1975	JP S50127098 A SE 373683 B	06-10-1975 10-02-1975
US 3522840 A	04-08-1970	KEINE	
US 6499534 B1	31-12-2002	AU 2002301009 A1 EP 1336809 A2 NZ 521282 A US 6499534 B1	04-09-2003 20-08-2003 25-06-2004 31-12-2002
DE 1911499 A1	25-09-1969	DE 1911499 A1 FR 2034754 A6 US 3696636 A	25-09-1969 18-12-1970 10-10-1972
US 6095240 A	01-08-2000	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82