

(19)



(11)

**EP 2 102 467 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**14.05.2014 Patentblatt 2014/20**

(51) Int Cl.:  
**F01P 11/02** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **08707863.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2008/050296**

(22) Anmeldetag: **11.01.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2008/084099 (17.07.2008 Gazette 2008/29)**

**(54) ENTLÜFTUNG FÜR EINEN FLÜSSIGKEITSKREISLAUF**

DEARATION SYSTEM FOR A LIQUID CYCLE

PURGE D'AIR POUR UN CIRCUIT DE LIQUIDE

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

- **WILLBRANDT, Ralph**  
**16515 Oranienburg (DE)**
- **TROMMESHÄUSER, Wolfgang**  
**16515 Oranienburg (DE)**

(30) Priorität: **11.01.2007 DE 102007002453**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Partnerschaftsgesellschaft**  
**Bleichstraße 14**  
**40211 Düsseldorf (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**23.09.2009 Patentblatt 2009/39**

(73) Patentinhaber: **Bombardier Transportation GmbH**  
**10785 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 726 386 DE-A1- 19 502 843**  
**FR-A- 2 714 851 US-A- 3 576 181**  
**US-A- 4 199 332**

(72) Erfinder:  
• **JAHN, Steffen**  
**16761 Hennigsdorf (DE)**

**EP 2 102 467 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung für einen Flüssigkeitskreislauf mit Entlüftung, insbesondere für einen Kühlkreislauf. Die Anordnung umfasst dabei einen ersten Kreislaufabschnitt des Flüssigkeitskreislaufs, einen zweiten Kreislaufabschnitt des Flüssigkeitskreislaufs und eine Entlüftungseinrichtung zum Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts. Der zweite Kreislaufabschnitt ist in Fließrichtung nach dem ersten Kreislaufabschnitt und vor der Entlüftung angeordnet. Die Entlüftungseinrichtung mündet zum Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts in einem ersten Anschlussbereich in den ersten Kreislaufabschnitt und in einem zweiten Anschlussbereich in den zweiten Kreislaufabschnitt. Weiterhin betrifft die Erfindung einen entsprechenden Flüssigkeitskreislauf, ein Fahrzeug mit einem solchen Flüssigkeitskreislauf sowie ein entsprechendes Verfahren zum Entlüften eines Flüssigkeitskreislaufs.

**[0002]** Flüssigkeitskreisläufe, beispielsweise Kühlkreisläufe für die Kühlung von Komponenten eines Fahrzeugs, müssen kontinuierlich oder zu bestimmten Zeitpunkten entlüftet werden. Unter dem Begriff "Entlüftung" soll dabei im Sinne der vorliegenden Erfindung die Abscheidung jedweder gasförmiger Stoffe aus dem Flüssigkeitskreislauf verstanden werden. Die Entlüftung ist erforderlich, um die ordnungsgemäße Funktion des Flüssigkeitskreislaufs zu gewährleisten, mithin also einen ausreichenden Flüssigkeitsstrom sicherzustellen sowie Beschädigungen der eingebauten Komponenten, beispielsweise durch Kavitation, zu verhindern. Im Kreislauf führen insbesondere Kavitationseffekte in der Regel zu starken Beschädigungen der betroffenen Komponenten bis hin zum Totalschaden dieser Komponenten. Die Folgen sind sehr teure Reparaturarbeiten bis hin zum vollständigen Austausch der betroffenen Komponenten.

**[0003]** Bei herkömmlichen Flüssigkeitskreisläufen ist daher in der Regel zumindest an dem höchsten Punkt der am höchsten angeordneten flüssigkeitsdurchströmten Komponente eine Entlüftungsleitung zur Entlüftung der Komponente angebracht. Von diesem Punkt verläuft die Entlüftungsleitung stetig steigend, eine begrenzte Leitungslänge gegebenfalls auch horizontal, zu einem höher gelegenen Luftabscheider, beispielsweise einem entsprechenden Behälter, in dem Luft und/oder andere gasförmige Stoffe von der Flüssigkeit abgeschieden werden.

**[0004]** Weiterhin ist es beispielsweise aus dem Fahrzeug "Itino" der Anmelderin bekannt, solche stetig steigenden Entlüftungsleitungen wieder in den Kreislauf münden zu lassen. Die Mündung erfolgt dabei in einem Bereich des Kreislaufs, von dem aus eine stetige Steigung des Kreislaufs zu einer höher gelegenen Komponente vorliegt, in deren Bereich dann die endgültige Entlüftung des Kreislaufs erfolgt. wo

**[0005]** Insbesondere bei Schienenfahrzeugen mit einer Unterfluranordnung der Antriebskomponenten ist es häufig nicht oder nur mit erhöhtem Aufwand möglich, eine stetig steigende oder zumindest teilweise horizontale Verlegung der Entlüftungsleitungen zu erzielen. Mit den herkömmlichen Methoden ist daher eine kontinuierliche Abscheidung gasförmiger Stoffe aus einem Flüssigkeitskreislauf, beispielsweise dem Kühlkreislauf eines unterflur angeordneten Motors, nicht möglich.

**[0006]** Um in diesen Fällen die erforderliche Entlüftung zu ermöglichen, wurden bisher Entlüftungsstellen in den Flüssigkeitskreislauf eingebaut, die bei der Befüllung des Flüssigkeitskreislaufes manuell geöffnet werden mussten. Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, dass der Flüssigkeitskreislauf sich nicht kontinuierlich selbst entlüftet. Luft oder andere Gase, die während der Befüllung des Flüssigkeitskreislaufes in den Komponenten verbleiben oder sich dort im Betrieb infolge von Undichtigkeiten ansammeln, werden nicht oder nur sehr langsam zur Entlüftung, beispielsweise einem Abscheidebehälter, transportiert.

**[0007]** Um diesem Nachteil abzuweichen, wurden automatisch arbeitende Entlüftungsventile an den betroffenen Komponenten eingebaut. Diese Ventile haben jedoch den Nachteil, dass sie eine regelmäßige Wartung erfordern. Weiterhin können Undichtigkeiten des Ventils auftreten, die dann zum Austreten von Flüssigkeit aus dem Kreislauf führen.

**[0008]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Anordnung für einen Flüssigkeitskreislauf der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, welche die oben genannten Nachteile nicht oder zumindest in deutlich geringerem Maße aufweist und insbesondere bei einfacher und kostengünstiger Herstellbarkeit und zuverlässiger Funktion des Flüssigkeitskreislaufs eine zuverlässige Entlüftung des Flüssigkeitskreislaufs ermöglicht.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe ausgehend von einer Anordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Sie löst diese Aufgabe weiterhin ausgehend von einem Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 19 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 19 angegebenen Merkmale.

**[0010]** Der vorliegenden Erfindung liegt die technische Lehre zu Grunde, dass man bei einfacher und kostengünstiger Herstellbarkeit und zuverlässiger Funktion des Flüssigkeitskreislaufs eine zuverlässige Entlüftung des Flüssigkeitskreislaufs ermöglicht, wenn der zu entlüftende erste Kreislaufabschnitt über eine Sogwirkung in der zwischen dem ersten Kreislaufabschnitt und dem zweiten Kreislaufabschnitt verlaufenden Entlüftungseinrichtung zumindest teilweise in den zweiten Kreislaufabschnitt hinein entlüftet wird.

**[0011]** Hiermit ist es je nach erzielter Sogwirkung in der Entlüftungseinrichtung möglich, die Entlüftungseinrichtung nahezu beliebig zu gestalten, insbesondere sie nahezu beliebig zu führen, wodurch erhebliche konstruktive Freiheit gewonnen wird. Insbesondere ist es dank der Sogwirkung sogar möglich, die Entlüftungseinrichtung in Richtung der Absaugung zumindest teilweise abfallend zu gestalten und dennoch eine ausreichende Entlüftung des ersten Kreislauf-

abschnitts zu erzielen.

**[0012]** Gemäß einem Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung daher eine Anordnung für einen Flüssigkeitskreislauf mit Entlüftung, insbesondere einen Kühlkreislauf, umfassend einen ersten Kreislaufabschnitt, einen zweiten Kreislaufabschnitt und eine Entlüftungseinrichtung zum Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts. Der zweite Kreislaufabschnitt ist in Fließrichtung nach dem ersten Kreislaufabschnitt und vor der Entlüftung angeordnet. Die Entlüftungseinrichtung zum Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts mündet in einem ersten Anschlussbereich in den ersten Kreislaufabschnitt und in einem zweiten Anschlussbereich in den zweiten Kreislaufabschnitt. Der zweite Kreislaufabschnitt und/oder die Entlüftungseinrichtung ist in dem zweiten Anschlussbereich derart ausgebildet und/oder angeordnet, dass in der Entlüftungseinrichtung eine zum zumindest teilweisen Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts ausreichende Sogwirkung in der Entlüftungseinrichtung entsteht.

**[0013]** Die Sogwirkung kann auf beliebige geeignete Weise erzeugt werden. So kann beispielsweise die Entlüftungseinrichtung als aktive Einrichtung ausgebildet sein und beispielsweise eine entsprechende Pumpeinrichtung umfassen, welche die zur zumindest teilweisen Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts erforderliche Sogwirkung erzielt. Bevorzugt ist die Entlüftungseinrichtung aber als eine passive Einrichtung ausgebildet, sodass durch entsprechende Gestaltung bzw. Anordnung des zweiten Kreislaufabschnitts bzw. der Entlüftungseinrichtung alleine durch die Druckverhältnisse in der Strömung im Flüssigkeitskreislauf eine entsprechende zur zumindest teilweisen Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts ausreichende Sogwirkung erzielt wird.

**[0014]** Die zumindest teilweise Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts kann zu bestimmten vorgegebenen Zeitpunkten erfolgen. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Flüssigkeitskreislauf nur bei Eintritt vorgegebbarer zeitlicher und/oder nicht-zeitlicher Ereignisse (beispielsweise bei Erfassung eines vorgebbaren Zustands des Flüssigkeitskreislaufs und/oder zu bestimmten Zeitpunkten) in einem Entlüftungsmodus betrieben wird, in dem eine zur Entlüftung ausreichende Sogwirkung erzeugt wird. Ebenso kann vorgesehen sein, dass die Erzeugung der Sogwirkung und damit die Entlüftung kontinuierlich erfolgt.

**[0015]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der zweite Kreislaufabschnitt und/oder die Entlüftungseinrichtung in dem zweiten Anschlussbereich derart ausgebildet und/oder angeordnet ist, dass die zum zumindest teilweisen Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts ausreichende Sogwirkung in der Entlüftungseinrichtung im Normalbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs erfolgt. Mithin liegt also schon im Normalbetrieb eine ausreichende Sogwirkung vor. Dies hat den Vorteil, dass eine zusätzliche Steuerung in der Entlüftung nicht erforderlich ist.

**[0016]** Ebenso kann ein Entlüftungsbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs vorgesehen sein, bei dem gesteuert durch eine entsprechende Steuereinrichtung für eine gewisse Zeit eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit im Kreislauf erzeugt wird, aus der erst eine für die Entlüftung ausreichende Sogwirkung resultiert. Dies hat wiederum den Vorteil, dass der Flüssigkeitskreislauf nur für diesen gesonderten Entlüftungsbetrieb auf die Erzeugung der zur Entlüftung ausreichenden Sogwirkung ausgelegt sein muss.

**[0017]** Das für die Erzeugung der Sogwirkung erforderliche Druckgefälle in der Entlüftungseinrichtung kann auf beliebige geeignete Weise erzielt werden. Bevorzugt wird das Druckgefälle einfach über eine entsprechende Differenz im statischen Druck zwischen dem ersten Anschlussbereich und den zweiten Anschlussbereich erzeugt. Bei bevorzugten Varianten der erfindungsgemäßen Anordnung ist daher vorgesehen, dass der zweite Kreislaufabschnitt und/oder die Entlüftungseinrichtung in dem zweiten Anschlussbereich derart ausgebildet und/oder angeordnet ist, dass der statische Druck in dem zweiten Anschlussbereich geringer ist als in dem ersten Anschlussbereich.

**[0018]** Bei besonders einfachen Varianten der erfindungsgemäßen Anordnung ist eine Pumpeinrichtung zur Erzeugung der Flüssigkeitsströmung in dem Flüssigkeitskreislauf vorgesehen. Der erste Anschlussbereich ist dann zwischen dem Pumpauslass der Pumpeinrichtung und dem zweiten Anschlussbereich angeordnet. Durch die Strömungsverluste, die zwischen dem ersten Anschlussbereich und dem zweiten Anschlussbereich auftreten, kann schon eine entsprechende zur Entlüftung ausreichende Druckdifferenz inzwischen dem ersten Anschlussbereich und dem zweiten Anschlussbereich erzielt werden.

**[0019]** Vorzugsweise ist daher die Gestaltung und/oder die Länge der Strömungsstrecke zwischen dem ersten Anschlussbereich und dem zweiten Anschlussbereich derart gewählt, dass der über die Strömungsstrecke entstehende Druckverlust in dem Flüssigkeitskreislauf zur Erzeugung der zum zumindest teilweisen Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts ausreichenden Sogwirkung in der Entlüftungseinrichtung ausreicht. Dies kann alleine durch einen entsprechenden Strömungswiderstand der auf dieser Strömungsstrecke verwendeten Leitungen oder zu anderen Zwecken vorhandenen Komponenten, wie Rückschlagventilen etc., erzielt werden. Gegebenenfalls kann aber auch eine nur für diesen Zweck vorhandene, gesonderte Drosseleinrichtung in die Strömungsstrecke eingebaut sein.

**[0020]** Der zweite Kreislaufabschnitt bzw. die Entlüftungseinrichtung können grundsätzlich eine beliebige Gestaltung aufweisen. Beispielsweise kann der zweite Kreislaufabschnitt oder die Entlüftungseinrichtung im Bereich einer zu kühlenden Komponente angeordnet sein und dabei eine komplex geformte Geometrie aufweisen. Vorzugsweise weist der zweite Kreislaufabschnitt und/oder die Entlüftungseinrichtung im Bereich des zweiten Anschlussbereichs einen rohrförmigen Querschnitt auf, der hiermit eine besonders einfache Gestaltung erzielt werden kann.

**[0021]** Bei bevorzugten Varianten in der erfindungsgemäßen Anordnung ist vorgesehen, dass der zweite Kreislauf-

abschnitt im zweiten Anschlussbereich einen größeren Durchmesser als die Entlüftungseinrichtung aufweist. Bevorzugt ist der Durchmesser des zweiten Kreislaufabschnitts deutlich größer als der Durchmesser der Entlüftungseinrichtung, sodass durch die Entlüftungseinrichtung eine vergleichsweise geringe Störung in den Flüssigkeitsstrom des Flüssigkeitskreislaufs eingebracht wird.

**[0022]** Um eine möglichst hohe Sogwirkung zu erzielen, ist bei bevorzugten Varianten der Erfindung vorgesehen, dass die Entlüftungseinrichtung im zweiten Anschlussbereich eine Auslassöffnung aufweist und die Auslassöffnung der Entlüftungseinrichtung in dem Bereich des zweiten Kreislaufabschnitts angeordnet ist, in dem die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten in der Strömung des Flüssigkeitskreislaufs auftreten. In diesem Bereich mit den höchsten Strömungsgeschwindigkeiten liegen die geringsten statischen Drücke in der Strömung vor, sodass hier in vorteilhafter Weise die

höchste Sogwirkung erzielt werden kann.

**[0023]** Bevorzugt ist die Entlüftungseinrichtung so angeordnet und ausgebildet, dass der Aufbau eines der Sogwirkung entgegenwirkenden Staudrucks in der Entlüftungseinrichtung vermieden wird. Bevorzugt weist die Entlüftungseinrichtung im zweiten Anschlussbereich daher eine Auslassöffnung auf, die durch wenigstens eine Wandung der Entlüftungseinrichtung begrenzt ist. Die wenigstens eine Wandung ist derart in der Strömung des Flüssigkeitskreislaufs angeordnet ist, dass die Auslassöffnung im Strömungsschatten der Wandung liegt. Hiermit kann verhindert werden, dass die Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitskreislauf in die Entlüftungseinrichtung eindringt und durch das dann eintretende Abbremsen der Strömung einen der Saugwirkung entgegenwirkenden Gegendruck aufbaut.

**[0024]** Vorzugsweise ist die Wandung der Entlüftungseinrichtung rohrförmig ausgebildet, wobei sie eine Längsachse aufweist. Die Längsachse der rohrförmigen Wandung höchstens unter einem spitzen Winkel zur Hauptströmungsrichtung der Strömung in dem zweiten Kreislaufabschnitt geneigt verläuft, sodass die Auslassöffnung einfach im Strömungsschatten der Wandung angeordnet werden kann. Bevorzugt verläuft die Längsachse der Wandung im Wesentlichen parallel zur Hauptströmungsrichtung, sodass der Aufbau eines der Sogwirkung entgegenwirken den Staudrucks zuverlässig vermieden wird.

**[0025]** Bei weiteren bevorzugten Varianten der erfindungsgemäßen Anordnung mit einer besonders einfachen Erzeugung einer zu Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts ausreichenden Druckdifferenz zwischen dem ersten Anschlussbereich und dem zweiten Anschlussbereich ist der zweite Anschlussbereich im Bereich einer Verringerung des freien Strömungsquerschnitts des zweiten Kreislaufabschnitts angeordnet. Hierdurch kann auf besonders einfache Weise eine erhebliche Absenkung des statischen Drucks im zweiten Anschlussbereich und damit eine hohe Sogwirkung erzielt werden (Venturi- Effekt).

**[0026]** Die Verringerung des freien Strömungsquerschnitts kann auf beliebige geeignete Weise erzielt werden. So kann beispielsweise eine Einschnürung des Strömungsquerschnitts vorgesehen sein. Bevorzugt wird die Verringerung des freien Strömungsquerschnitts zumindest teilweise durch einen in den zweiten Kreislaufabschnitt hineinragenden Abschnitt der Entlüftungseinrichtung ausgebildet. Hierzu kann insbesondere vorgesehen sein, dass der in den zweiten Kreislaufabschnitt hineinragende Abschnitt der Entlüftungseinrichtung an seinem freien Ende aufgeweitet ist, um auf

einfache Weise eine starke Reduzierung des freien Strömungsquerschnitts und damit eine hohe Sogwirkung zu erzielen.

**[0027]** Die Erfindung lässt sich bei einem beliebigen Verlauf der Entlüftungseinrichtung anwenden. Insbesondere lässt sie sich auch bei einem in Entlüftungsrichtung stetig steigenden Verlauf der Entlüftungseinrichtung anwenden, da hierbei die Entlüftung noch weiter verbessert wird. Besonders vorteilhaft lässt sich Erfindung aber bei einem zumindest abschnittsweise in Entlüftungsrichtung fallenden Verlauf der Entlüftungseinrichtung anwenden, da sie auch hier die Möglichkeit einer zuverlässigen Entlüftung eröffnet. Vorzugsweise ist daher vorgesehen, dass die Entlüftungseinrichtung wenigstens einen Entlüftungsabschnitt aufweist, dessen höchster Punkt im Normalbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs unterhalb des ersten Anschlussbereichs liegt. Die Erfindung lässt sich mithin also auch besonders vorteilhaft einsetzen, wenn der zweite Anschlussbereich im Normalbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs unterhalb des ersten Anschlussbereichs liegt.

**[0028]** Bei bevorzugten Varianten der erfindungsgemäßen Anordnung ist als Entlüftung des Flüssigkeitskreislaufs eine zweite Entlüftungseinrichtung, insbesondere ein Abscheidebehälter, vorgesehen. Die zweite Entlüftungseinrichtung ist im Normalbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs zumindest auf dem Niveau des zweiten Kreislaufabschnitts, insbesondere oberhalb des zweiten Kreislaufabschnitts angeordnet. Hiermit kann auf einfache Weise eine zuverlässige Entlüftung des Flüssigkeitskreislaufs erzielt werden.

**[0029]** Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin einen Flüssigkeitskreislauf, insbesondere einen Kühlkreislauf, mit einer erfindungsgemäßen Anordnung. Die Erfindung lässt sich bei beliebigen Flüssigkeitskreisläufen für beliebige Anwendungen einsetzen. Besonders vorteilhaft lässt sie sich dabei wegen der in der Regel begrenzten Bauraumverhältnisse in Verbindung mit Fahrzeugen einsetzen. Weiterhin betrifft sie daher ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug, mit einem erfindungsgemäßen Flüssigkeitskreislauf. Vorzugsweise ist der Flüssigkeitskreislauf dabei als Kühlkreislauf einer Komponente des Fahrzeugs, insbesondere eines Motors des Fahrzeugs, ausgebildet.

**[0030]** Die vorliegende Erfindung betrifft schließlich ein Verfahren zum Entlüften eines Flüssigkeitskreislaufs, insbesondere einen Kühlkreislaufs, wobei der Flüssigkeitskreislauf einen ersten Kreislaufabschnitt, einen zweiten Kreislaufabschnitt, eine erste Entlüftungseinrichtung zum Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts und eine zweite Entlüftungs-

einrichtung umfasst, der zweite Kreislaufabschnitt in Fließrichtung nach dem ersten Kreislaufabschnitt und vor der zweiten Entlüftungseinrichtung angeordnet ist und der Flüssigkeitskreislauf über die zweite Entlüftungseinrichtung entlüftet wird. Erfindungsgemäß wird der erste Kreislaufabschnitt über eine Sogwirkung in der ersten Entlüftungseinrichtung zumindest teilweise in den zweiten Kreislaufabschnitt hinein entlüftet.

**[0031]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich die oben beschriebenen Vorteile und Varianten in demselben Maße realisieren, sodass hier lediglich auf die obigen Ausführungen Bezug genommen wird.

**[0032]** Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen bzw. der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, welche auf die beigelegten Zeichnungen Bezug nimmt. Es zeigt:

Figur 1 eine schematische Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit einem erfindungsgemäßen Flüssigkeitskreislaufs, der eine erfindungsgemäße Anordnung umfasst;

Figur 2 einen schematischen Schnitt durch ein Detail des Fahrzeugs aus Figur 1;

Figur 3 einen schematischen Schnitt durch ein Detail einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Flüssigkeitskreislaufs.

**[0033]** Die Figuren 1 und 2 zeigen schematische Darstellungen eines erfindungsgemäßen Fahrzeugs in Form eines Schienenfahrzeugs 101. Das Schienenfahrzeug 101 umfasst einen Wagenkasten 102, der im Bereich seiner beiden Enden auf zwei Fahrwerken 103.1 und 103.2 abgestützt ist.

**[0034]** Der Wagenkasten 102 weist einen Passagierraum 102.1 mit einem Boden 102.2 auf, wobei ein Hochflurbereich 102.3 und einem Niederflurbereich 102.4 ausgebildet sind. Im Hochflurbereich 102.3 ist unterflur ein Motor 104 angeordnet. Der Motor 104 wird über einen als Kühlkreislauf dienenden Flüssigkeitskreislauf 105 gekühlt.

**[0035]** Der Kühlkreislauf 105 umfasst eine Pumpe 105.1, welche einen Flüssigkeitsstrom mit einer Strömungsrichtung F in dem Kühlkreislauf 105 erzeugt. In Strömungsrichtung nach der Pumpe 105.1 weist der Kühlkreislauf 105 einen ersten Kreislaufabschnitt 105.2 auf, der innerhalb des Motors 104 verläuft. Nach dem Motor 104 wird der Kühlkreislauf zu einer Dachkühlanlage 106 geführt, in welcher die durch die Abwärme des Motors 104 erhitzte Flüssigkeit im Kühlkreislauf wieder abgekühlt wird. Auf dem Weg zur Dachkühlanlage 106 müssen die Leitungen des Kühlkreislaufs 105 eine gewisse Strecke unterhalb des Bodens 102.2 im Niederflurbereich 102.4 geführt werden, bevor sie in der Seitenwand des Wagenkastens 102 nach oben in den Dachbereich des Wagenkastens 102 geführt werden. Beim Befüllen des Kühlkreislaufs 105 sowie in seinem Betrieb sammeln sich an der höchsten Stelle des ersten Kreislaufabschnitts 105.2 Luft und andere Gase. Um die ordnungsgemäße Funktion des Kühlkreislaufs 105 sicherstellen zu können, ist eine Entlüftung des Kühlkreislaufs 105 an dieser höchsten Stelle erforderlich.

**[0036]** Zur Entlüftung des Kühlkreislaufs 105 ist diese höchste Stelle des ersten Kreislaufabschnitts 105.2 als erster Anschlussbereich 105.3 ausgebildet, in dem eine erste Entlüftungseinrichtung in Form einer ersten Entlüftungsleitung 105.4 angeschlossen ist. Die erste Entlüftungsleitung 105.4 ist unterflur verlegt und verläuft von dem ersten Anschlussbereich 105.3 zu einem zweiten Kreislaufabschnitt 105.5 des Kühlkreislaufs 105, der im Niederflurbereich 102.4 angeordnet ist. Die erste Entlüftungsleitung 105.4 ist mit dem zweiten Kreislaufabschnitt 105.5 in einem zweiten Anschlussbereich 105.6 verbunden, der in Figur 2 näher dargestellt ist.

**[0037]** Der zweite Anschlussbereich 105.6 liegt in dem Bereich des Kühlkreislaufs 105, ausgehend von dem der Kühlkreislauf 105 stetig ansteigend nach oben zu der Dachkühlanlage 106 geführt wird. An der höchsten Stelle des Kühlkreislaufs 105 im Bereich der Dachkühlanlage 106 ist eine Entlüftung in Form einer zweiten Entlüftungseinrichtung mit einer zweiten Entlüftungsleitung 105.7 und einem Abscheidebehälter 105.8 angeschlossen. Die zweite Entlüftungsleitung 105.7 führt zu dem Abscheidebehälter 105.8, in dem die Abscheidung von Luft und anderen Gasen aus der Flüssigkeit des Kühlkreislaufs 105 und somit die Entlüftung des Kühlkreislaufs 105 erfolgt.

**[0038]** Wegen des Übergangs vom Hochflurbereich 102.3 in den Niederflurbereich 102.4 liegt der erste Anschlussbereich 105.3 der ersten Entlüftungsleitung 105.4 im Normalbetrieb des Fahrzeugs bei horizontaler Fahrstrecke oberhalb des zweiten Anschlussbereichs 105.6. Dies hat zur Folge, dass die erste Entlüftungsleitung 105.4 in Entlüftungsrichtung E über einen gewissen Abschnitt am Übergang vom Hochflurbereich 102.3 zum Niederflurbereich 102.4 abfallend verläuft, sodass sich keine Entlüftungswirkung alleine aufgrund der geringeren Dichte der abzuführenden gasförmigen Stoffe einstellt.

**[0039]** Um eine Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts 105.2 zu erzielen, wird in der ersten Entlüftungsleitung 105.4 eine Sogwirkung erzeugt, welche sich im ersten Anschlussbereich 105.3 ansammelnde gasförmigen Stoffe durch die erste Entlüftungsleitung 105.4 hindurch zum zweiten Anschlussbereich 105.6 befördert. Die Sogwirkung wird durch eine Differenz  $\Delta P$  zwischen dem statischen Druck P1 in der Flüssigkeit des Kühlkreislaufs 105 im ersten Anschlussbereich 105.3 und dem statischen Druck P2 in der Flüssigkeit des Kühlkreislaufs 105 im zweiten Anschlussbereich 105.6 erzeugt, wobei gilt:

$$\Delta P = P_1 - P_2 > 0.$$

(1)

**[0040]** Die Druckdifferenz  $\Delta P$  ist dabei ausreichend groß gewählt, um eine zuverlässige Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts 105.2 im Normalbetrieb des Kühlkreislaufts 105 zu erzielen. Dabei ist die Sogwirkung so stark eingestellt, dass bevorzugt eine im Wesentlichen vollständige Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts 105.2 erzielt wird. Es muss jedoch nicht notwendigerweise eine vollständige Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts 105.2 erzielt werden. Vielmehr reicht es aus, dass eine Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts erzielt wird, die ausreicht um eine Beeinträchtigung der Funktion des Kühlkreislaufts 105 zu vermeiden. Gegebenenfalls kann also eine gewisse Restmenge an gasförmigen Stoffen in dem ersten Anschlussbereich verbleiben.

**[0041]** Die Druckdifferenz  $\Delta P$  wird im vorliegenden Beispiel zum einen dadurch erreicht, dass der erste Anschlussbereich 105.3 in Strömungsrichtung F deutlich näher an der Pumpe 105.1 liegt als der zweite Anschlussbereich 105.6, mithin also eine Strömungsstrecke zwischen dem ersten Anschlussbereich 105.3 und dem zweiten Anschlussbereich 105.6 vorliegt. Die Länge der Strömungsstrecke zwischen dem ersten Anschlussbereich 105.3 und dem zweiten Anschlussbereich 105.6 sowie die Gestaltung des Kühlkreislaufts 105 im Bereich dieser Strömungsstrecke sind so gewählt, dass sich über die auf dieser Strömungsstrecke ergebenden Strömungsverluste (beispielsweise an Drosselstellen und/oder durch den Strömungswiderstand der verwendeten Leitungen und/oder durch die innere Reibung in der Flüssigkeit) schon eine gewisse Druckdifferenz einstellt, welche zur Erzeugung einer Sogwirkung in der ersten Entlüftungsleitung 105.4 ausreicht. Hierbei wird gegebenenfalls auch der Höhenunterschied zwischen dem ersten Anschlussbereich 105.3 und dem zweiten Anschlussbereich 105.6 berücksichtigt.

**[0042]** Es versteht sich, dass es bei bestimmten Ausführungen der vorliegenden Erfindung ausreichen kann, die Druckdifferenz  $\Delta P$  ausschließlich über die Strömungsverluste zwischen dem ersten Anschlussbereich und dem zweiten Anschlussbereich zu erzeugen. Hierbei kann es vorgesehen sein, zur Erzeugung eines ausreichenden Strömungsverlusts noch eine separate, ausschließlich zur Erzeugung eines gewünschten Strömungsverlusts dienende Drosselstelle oder dergleichen vorzusehen, wie in Figur 1 durch die gestrichelte Kontur 107 angedeutet ist.

**[0043]** Wie in Figur 2 zu entnehmen ist, ist im vorliegenden Beispiel zur Erzeugung der Sogwirkung in der ersten Entlüftungsleitung 105.4 zusätzlich zu dem über den Strömungsverlust auf der Strömungsstrecke zwischen dem ersten Anschlussbereich 105.3 und dem zweiten Anschlussbereich 105.6 erzielten Effekt im zweiten Anschlussbereich 105.6 eine Verringerung des freien Strömungsquerschnitts der Flüssigkeit des Kühlkreislaufts 105 vorgesehen. Durch diese Verringerung des freien Strömungsquerschnitts wird eine Erhöhung des dynamischen Drucks in der Flüssigkeit und damit eine zusätzliche Absenkung des statischen Drucks in der Flüssigkeit erzielt. Hiermit ist es in einfacher Weise möglich, eine entsprechende Druckdifferenz  $\Delta P$  zu erzielen, welche zur Entlüftung des ersten Kreislaufabschnitts 105.2 über die Entlüftungsleitung 105.4 ausreicht.

**[0044]** Die Verringerung des freien Strömungsquerschnitts wird im vorliegenden Beispiel dadurch erzielt, dass die erste Entlüftungsleitung 105.4 in den rohrförmig ausgebildeten zweiten Kreislaufabschnitt 105.5 mündet, wobei das freie Ende 105.9 der ersten Entlüftungsleitung 105 in den zweiten Kreislaufabschnitt 105.5 hineinragt.

**[0045]** Die Entlüftungsleitung 105.4 weist einen Durchmesser auf, der etwa einem Viertel des Durchmessers des zweiten Kreislaufabschnitts 105.5 entspricht. Das freie Ende 105.9 der ersten Entlüftungsleitung 105.4 ist jedoch auf etwa ein Drittel des Durchmessers des zweiten Kreislaufabschnitts 105.5 aufgeweitet.

**[0046]** Die Entlüftungsleitung 105.4 stellt somit ein den freien Strömungsquerschnitt verringerndes Hindernis mit den oben beschriebenen Konsequenzen hinsichtlich der Absenkung des statischen Drucks dar, wobei durch die gewählten Durchmesserhältnisse eine noch akzeptable Behinderung der Strömung im Kühlkreislauf 105 erreicht wird. Es versteht sich hierbei, dass die Aufweitung der Entlüftungsleitung 105.4 nicht zwingend erforderlich ist. Vielmehr kann die Entlüftungsleitung bei anderen Varianten der Erfindung auch als einfaches Rohr mit gleichbleibendem Durchmesser ausgebildet sein, wie in Figur 2 durch die gestrichelte Kontur 108 angedeutet ist.

**[0047]** Das freie Ende 105.9 weist eine Auslassöffnung 105.10 auf, die bevorzugt in dem Bereich des zweiten Kreislaufabschnitts 105.5 angeordnet ist, in dem die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten und damit der geringste statische Druck in der Flüssigkeit des Kühlkreislaufts 105 vorliegt. Im gezeigten Beispiel mit einem rohrförmigen ausgebildeten zweiten Kreislaufabschnitt 105.5 ist die Auslassöffnung 105.10 daher im Bereich der Mittenachse 105.11 des zweiten Kreislaufabschnitts 105.5 angeordnet, da dort in die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten vorherrschen, wie dem Geschwindigkeitsprofil 109 der Strömung aus Figur 2 zu entnehmen ist.

**[0048]** Die Entlüftungsleitung 105.4 ist dabei so angeordnet, dass ihre Längsachse 105.12 im Bereich des freien Endes 105.9 im wesentlichen parallel zur Hauptströmungsrichtung F der

**[0049]** Flüssigkeit verläuft, im vorliegenden Beispiel also mit der Mittenachse 105.11 des zweiten Kreislaufabschnitts 105.5 zusammenfällt. Die in Entlüftungsrichtung E weisende Flächennormale A der Auslassöffnung 105.10 weist dabei in Richtung der Hauptströmungsrichtung F. Mithin liegt die Auslassöffnung 105.10 also bezüglich der Flüssigkeitsströmung in dem zweiten Kreislaufabschnitt 105.5 im Strömungsschatten der Wandung der ersten Entlüftungsleitung 105.4,

welche das freie Ende 105.9 und damit die Auslassöffnung 105.10 ausbildet. Hiermit wird vermieden, dass die Flüssigkeit des Kühlkreislaufts 105 in die erste Entlüftungsleitung 105.4 einströmt und sich dort durch das Abbremsen der Strömung ein der Entlüftung entgegenwirkender Gegendruck aufbaut.

[0050] Der Kühlkreislauf 105 ist im vorliegenden Beispiel so ausgelegt, dass die Druckdifferenz  $\Delta P$  im Normalbetrieb des Kühlkreislaufts 105 aufgebaut wird und im Wesentlichen kontinuierlich vorhanden ist. Es versteht sich jedoch, dass bei anderen Varianten der Erfindung auch vorgesehen sein kann, dass die Druckdifferenz  $\Delta P$  nur in einem zeitlich begrenzten Entlüftungsbetrieb aufgebaut wird, der bei Eintreten beliebiger vorgegebbarer zeitlicher oder nicht-zeitlicher Bedingungen bzw. Ereignisse durchgeführt wird. Hierzu kann vorgesehen sein, dass die Pumpe 105.1 in diesem Entlüftungsbetrieb gesteuert durch eine Steuereinrichtung 105.13 einen entsprechend erhöhten Volumenstrom durch den Kühlkreislauf 105 fördert.

[0051] Die Figur 3 zeigt ein Detail eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Kühlkreislaufts 205, wie er in dem Schienenfahrzeug 101 aus Figur 1 zum Einsatz kommen kann. Der Kühlkreislauf 205 entspricht dabei bis auf den in Figur 3 dargestellten Teil dem Kühlkreislauf 105 aus Figur 1, sodass bezüglich der weiteren Gestaltung des Kühlkreislaufts 205 auf die obigen Ausführungen Bezug genommen wird und hier lediglich auf die Unterschiede eingegangen wird.

[0052] Wie Figur 3 zu entnehmen ist, ragt die erste Entlüftungsleitung 205.4 in diesem Beispiel in dem zweiten Anschlussbereich 205.6 schräg in den rohrförmigen zweiten Kreislaufabschnitt 205.5 hinein. Die erste Entlüftungsleitung 205.4 endet dabei etwa auf halber Strecke zwischen der Wandung des zweiten Kreislaufabschnitts 205.5 und der Mittenachse 205.11 des rohrförmigen Kreislaufabschnitts 205.5.

[0053] Auch hier ist die Auslassöffnung 205.10 also wieder im Bereich der höchsten Strömungsgeschwindigkeiten in der Flüssigkeit des Kühlkreislaufts 205 angeordnet, wobei sie allerdings nur eine relativ geringes Strömungshindernis für die Flüssigkeit im Kühlkreislauf 205 darstellt. Dies kann im Hinblick auf die für den Kühlkreislauf 205 erforderliche Förderleistung der Pumpe des Kühlkreislaufts von Vorteil sein.

[0054] Wie Figur 3 weiterhin zu entnehmen ist, ist auch in diesem Beispiel die Auslassöffnung 205.10 so angeordnet, dass sie bezüglich der Flüssigkeitsströmung im Kühlkreislauf 205 (mit der Strömungsrichtung F) im Strömungsschatten der Wandung der ersten Entlüftungsleitung 205.4 liegt, sodass der Aufbau eines der Entlüftung in der Entlüftungsrichtung E entgegenwirkenden Gegendrucks vermieden wird.

[0055] Wie in Figur 3 durch die gestrichelte Kontur 210 angedeutet ist, kann bei anderen Varianten der Erfindung auch vorgesehen sein, dass der zweite Kreislaufabschnitt in dem zweiten Anschlussbereich nach Art eines Venturirohrs mit einem eingeschnürten Strömungsquerschnitt ausgebildet ist, sodass im Bereich der Auslassöffnung der ersten Entlüftungsleitung ein Absinken des statischen Drucks erzielt wird. In diesem Fall kann auch vorgesehen sein, dass die erste Entlüftungsleitung nicht in den zweiten Kreislaufabschnitt hineinragt, sondern im Bereich der Wandung endet, wie in Figur 3 durch die gestrichelte Kontur 211 angedeutet ist.

[0056] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend ausschließlich anhand von Beispielen beschrieben, bei denen die Sogwirkung in der Entlüftungseinrichtung über eine Druckdifferenz in den beiden Kreislaufabschnitten erzeugt wurde. Es versteht sich jedoch, dass bei anderen Varianten der Erfindung auch eine gesonderte Pumpeinrichtung in der Entlüftungseinrichtung zur Erzeugung der Sogwirkung vorgesehen sein kann.

[0057] Weiterhin wurde die vorliegende Erfindung vorstehend ausschließlich anhand von Beispielen aus dem Bereich der Schienenfahrzeuge beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung auch in Verbindung mit beliebigen anderen Fahrzeugen ebenso wie für stationäre Anwendungen zum Einsatz kommen kann.

## Patentansprüche

1. Anordnung für einen Flüssigkeitskreislauf mit Entlüftung (105.7, 105.8), insbesondere einen Kühlkreislauf, umfassend einen ersten Kreislaufabschnitt (105.2), einen zweiten Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) und eine Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) zum Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts (105.2), wobei

- der zweite Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) in Fließrichtung nach dem ersten Kreislaufabschnitt (105.2) und vor der Entlüftung (105.8) angeordnet ist und
- die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) zum in einer Entlüftungsrichtung erfolgenden Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts (105.2) in einem ersten Anschlussbereich (105.3) in den ersten Kreislaufabschnitt (105.2) mündet und in einem zweiten Anschlussbereich (105.5; 205.5) in den zweiten Kreislaufabschnitt (105.6; 205.6) mündet,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) einen zumindest abschnittsweise in der Entlüftungsrichtung fallenden Verlauf aufweist und

- der zweite Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) und/oder die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) in dem zweiten Anschlussbereich (105.6; 205.6) derart ausgebildet und/oder angeordnet ist, dass in der Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) eine zum zumindest teilweisen Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts (105.2) ausreichende Sogwirkung durch eine Verringerung des freien Strömungsquerschnitts des zweiten Kreislaufabschnitts (105.5; 205.5) entsteht.

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) und/oder die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) in dem zweiten Anschlussbereich (105.6; 205.6) derart ausgebildet und/oder angeordnet ist, dass die zum zumindest teilweisen Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts (105.2) ausreichende Sogwirkung in der Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) im Normalbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs (105; 205) oder in einem Entlüftungsbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs (105; 205) mit erhöhter Strömungsgeschwindigkeit entsteht.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) und/oder die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) in dem zweiten Anschlussbereich (105.6; 205.6) derart ausgebildet und/oder angeordnet ist, dass der statische Druck in dem zweiten Anschlussbereich (105.6; 205.6) geringer ist als in dem ersten Anschlussbereich (105.3).

4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine Pumpeinrichtung (105.1) zur Erzeugung der Flüssigkeitsströmung in dem Flüssigkeitskreislauf (105; 205) vorgesehen ist und
- der erste Anschlussbereich zwischen dem Pumpauslass der Pumpeinrichtung (105.1) und dem zweiten Anschlussbereich (105.5; 205.5) angeordnet ist, wobei
- die Gestaltung und/oder die Länge der Strömungsstrecke zwischen dem ersten Anschlussbereich (105.3) und dem zweiten Anschlussbereich (105.5; 205.5) insbesondere derart gewählt ist, dass der über die Strömungsstrecke entstehende Druckverlust in dem Flüssigkeitskreislauf (105; 205) zur Erzeugung der zum zumindest teilweisen Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts (105.2) ausreichenden Sogwirkung in der Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) ausreicht.

5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der zweite Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) und/oder die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) im Bereich des zweiten Anschlussbereichs (105.6; 205.6) einen rohrförmigen Querschnitt aufweist

und/oder

- der zweite Kreislaufabschnitt im zweiten Anschlussbereich (105.6; 205.6) einen größeren Durchmesser als die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) aufweist und/oder
- die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) im zweiten Anschlussbereich (105.6; 205.6) eine Auslassöffnung (105.10; 205.10) aufweist und die Auslassöffnung (105.10; 205.10) der Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) in dem Bereich des zweiten Kreislaufabschnitts (105.5; 205.5) angeordnet ist, in dem die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten in der Strömung des Flüssigkeitskreislaufs (105; 205) auftreten.

6. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) im zweiten Anschlussbereich eine Auslassöffnung (105.10; 205.10) aufweist, die durch wenigstens eine Wandung der Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) begrenzt ist und
- die wenigstens eine Wandung derart in der Strömung des Flüssigkeitskreislaufs (105; 205) angeordnet ist, dass die Auslassöffnung (105.10; 205.10) im Strömungsschatten der Wandung liegt, wobei
- insbesondere die Wandung rohrförmig ausgebildet ist und eine Längsachse (105.12) aufweist, die höchstens unter einem spitzen Winkel zur Hauptströmungsrichtung der Strömung in dem zweiten Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) geneigt verläuft, insbesondere im Wesentlichen parallel zur Hauptströmungsrichtung verläuft.

7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der zweite Anschlussbereich (105.6; 205.6) im Bereich einer Verringerung des freien Strömungsquerschnitts des zweiten Kreislaufabschnitts (105.5; 205.5) angeordnet ist, wobei



- insbesondere die Verringerung des freien Strömungsquerschnitts zumindest teilweise durch einen in den zweiten Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) hineinragenden Abschnitt der Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) ausgebildet ist, wobei der in den zweiten Kreislaufabschnitt (105.5) hineinragende Abschnitt der Entlüftungseinrichtung (105.4) insbesondere an seinem freien Ende (105.9) aufgeweitet ist.

8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) wenigstens einen Entlüftungsabschnitt aufweist, dessen höchster Punkt im Normalbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs (105; 205) unterhalb des ersten Anschlussbereichs (105.3) liegt.

9. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Anschlussbereich (105.5; 205.5) im Normalbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs (105; 205) unterhalb des ersten Anschlussbereichs (105.3) liegt.

10. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- als Entlüftung des Flüssigkeitskreislaufs eine zweite Entlüftungseinrichtung (105.7, 105.8), insbesondere ein Abscheidebehälter (105.8), vorgesehen ist, wobei
- die zweite Entlüftungseinrichtung (105.7, 105.8) im Normalbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs (105; 205) zumindest auf dem Niveau des zweiten Kreislaufabschnitts (105.5; 205.5), insbesondere oberhalb des zweiten Kreislaufabschnitts (105.5; 205.5) angeordnet ist.

11. Flüssigkeitskreislauf, insbesondere Kühlkreislauf, mit einer Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

12. Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, mit einem Flüssigkeitskreislauf (105; 205) nach Anspruch 11, wobei der Flüssigkeitskreislauf insbesondere als Kühlkreislauf (105; 205) einer Komponente des Fahrzeugs (101), insbesondere eines Motors (104) des Fahrzeugs (101), ausgebildet ist.

13. Verfahren zum Entlüften eines Flüssigkeitskreislaufs, insbesondere einen Kühlkreislaufs, wobei

- der Flüssigkeitskreislauf (105; 205) einen ersten Kreislaufabschnitt (105.2), einen zweiten Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5), eine erste Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) zum Entlüften des ersten Kreislaufabschnitts (105.2) in einer Entlüftungsrichtung und eine zweite Entlüftungseinrichtung (105.7, 105.8) umfasst,
- der zweite Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) in Fließrichtung nach dem ersten Kreislaufabschnitt (105.2) und vor der zweiten Entlüftungseinrichtung (105.7, 105.8) angeordnet ist,
- der Flüssigkeitskreislauf (105; 205) über die zweite Entlüftungseinrichtung (105.7, 105.8) entlüftet wird,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) einen zumindest abschnittsweise in der Entlüftungsrichtung fallenden Verlauf aufweist und
- der erste Kreislaufabschnitt (105.2) über eine Sogwirkung in der ersten Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4), die durch eine Verringerung des freien Strömungsquerschnitts des zweiten Kreislaufabschnitts (105.5; 205.5) erzeugt wird, zumindest teilweise in den zweiten Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) hinein entlüftet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sogwirkung in der Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) im Normalbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs (105; 205) oder in einem Entlüftungsbetrieb des Flüssigkeitskreislaufs (105; 205) mit erhöhter Strömungsgeschwindigkeit erzeugt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die erste Entlüftungseinrichtung (105.4; 205.4) in einem ersten Anschlussbereich (105.3) in den ersten Kreislaufabschnitt (105.2) mündet und in einem zweiten Anschlussbereich (105.6; 205.6) in den zweiten Kreislaufabschnitt (105.5; 205.5) mündet und
- der statische Druck zur Erzielung der Sogwirkung in dem in dem zweiten Anschlussbereich (105.6; 205.6) gegenüber dem ersten Anschlussbereich (105.3) abgesenkt wird, wobei
- freie Strömungsquerschnitt insbesondere zur Erzielung der Sogwirkung in dem zweiten Anschlussbereich (105.6; 205.6) verringert wird.

## Claims

1. Arrangement for a fluid circuit with vent (105.7, 105.8), in particular a cooling circuit, comprising a first circuit section (105.2), a second circuit section (105.5; 205.5) and a venting device (105.4; 205.4) for venting the first circuit section (105.2), wherein,

- in the flow direction, the second circuit section (105.5; 205.5) is arranged downstream of the first circuit section (105.2) and upstream of the vent (105.8) and  
 - the venting device (105.4; 205.4), for venting of the first circuit section (105.2) taking place in a venting direction, opens into the first circuit section (105.2) in a first connection region (105.3) and opens into the second circuit section (105.5; 205.5) in a second connection region (105.6; 205.6),

**characterised in that**

- the venting device (105.4; 205.4), in the venting direction, has a an at least section wise descending course and  
 - the second circuit section (105.5; 205.5) and/or the venting device (105.4; 205.4), in the second connection region (105.6; 205.6), is designed and/or arranged in such a way that in the venting device (105.4; 205.4) a suction effect sufficient for the at least partial venting of the first circuit section (105.2) results through a reduction of the free flow cross-section of the second circuit section (105.5; 205.5).

2. Arrangement according to Claim 1, **characterised in that**, in the second connection region (105.6; 205.6), the second circuit section (105.5; 205.5) and/or the venting device (105.4; 205.5) is designed and/or arranged in such a way that the suction effect sufficient for the at least partial venting of the first circuit section (105.2) in the venting device (105.4; 205.4) takes place during the normal operation of the fluid circuit (105; 205) or takes place during a venting operation of the fluid circuit (105; 205) with increased flow velocity.

3. Arrangement according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the second circuit section (105.5; 205.5) and/or the venting device (105.4; 205.4), in the second connection region (105.6; 205.6), is designed and/or arranged in such a way that the static pressure in the second connection region (105.6; 205.6) is lower than in the first connection region (105.3).

4. Arrangement according to any one of the preceding claims, **characterised in that**

- a pump device (105.1) is provided for generating the flow of fluid in the fluid circuit (105; 205) and  
 - the first connection region is arranged between the pump outlet of the pump device (105.1) and the second connection region (105.5; 205.5), wherein  
 - the design and/or the length of the flow path between the first connection region (105.3) and the second connection region (105.5; 205.5), in particular, is selected in such a way that the pressure loss occurring across the flow path in the fluid circuit (105; 205) is sufficient for generating the suction effect in the venting device (105.4; 205.4) sufficient for the at least partial venting of the first circuit section (105.2).

5. Arrangement according to any one of the preceding claims, **characterised in that**

- the second circuit section (105.5; 205.5) and/or the venting device (105.4; 205.4), in the region of the second connection region (105.6; 205.6), comprises a tubular cross section

and/or

- the second circuit section, in the second connection region (105.6; 205.6), comprises a greater diameter than the venting device (105.4; 205.4)

and/or

- the venting device (105.4; 205.4) comprises an outlet opening (105.10; 205.10) in the second connection region (105.6; 205.6) and the outlet opening (105.10; 205.10) of the venting device (105.4; 205.4) is arranged in the region of the second circuit section (105.5; 205.5) in which the highest flow velocities in the fluid flow of the fluid circuit (105; 205) occur.

6. Arrangement according to Claim 5, **characterised in that**

- the venting device (105.4; 205.4) comprises an outlet opening (105.10; 205.10) in the second connection region, said outlet opening being delimited by at least one wall of the venting device (105.4; 205.4) and
- the at least one wall is arranged in the fluid flow of the fluid circuit (105; 205) in such a way that the outlet opening (105.10; 205.10) is located in the area of the flow shadow of the wall, wherein
- the wall, in particular, is of tubular design and has a longitudinal axis (105.12), which extends inclined, at the most at an acute angle, to the main flow direction of the fluid flow in the second circuit section (105.5; 205.5), in particular, extends substantially parallel to the main flow direction.

7. Arrangement according to any one of the preceding claims, **characterised in that**

- the second connection region (105.6; 205.6) is arranged in the region of a reduction of the free flow cross-section of the second circuit section (105.5; 205.5), wherein
- the reduction of the free flow cross-section is formed, in particular, at least partially by a section of the venting device (105.4; 205.4) protruding into the second circuit section (105.5; 205.5), wherein the section of the venting device (105.4) protruding into the second circuit section (105.5), in particular, is widened at its free end (105.9).

8. Arrangement according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the venting device (105.4; 205.4) comprises at least one venting section, the highest point of which during the normal operation of the fluid circuit (105; 205) is located below the first connection region (105.3).

9. Arrangement according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the second connection region (105.5; 205.5) during the normal operation of the fluid circuit (105; 205) is located below the first connection region (105.3).

10. Arrangement according to any one of the preceding claims, **characterised in that**

- a second venting device (105.7; 105.8), in particular a separating tank (105.8), is provided as a vent for the fluid circuit, wherein
- the second venting device (105.7; 105.8), during the normal operation of the fluid circuit (105; 205), is arranged at least on the level of the second circuit section (105.5; 205.5), in particular, above the second circuit section (105.5; 205.5).

11. Fluid circuit, in particular cooling circuit, having an arrangement according to any one of the preceding claims.

12. Vehicle, in particular rail vehicle, having a fluid circuit (105; 205) according to Claim 11, wherein the fluid circuit is designed, in particular, as cooling circuit (105; 205) of a component of the vehicle (101), in particular a motor (104) of the vehicle (101).

13. Method for venting a fluid circuit, in particular a cooling circuit, wherein

- the fluid circuit (105; 205) comprises a first circuit section (105.2), a second circuit section (105.5; 205.5), a first venting device (105.4; 205.4) for venting the first circuit section (105.2) in a venting direction and a second venting device (105.7; 105.8),
- in the flow direction the second circuit section (105.5; 205.5) is arranged downstream of the first circuit section (105.2) and upstream of the second venting device (105.7, 105.8)
- the fluid circuit (105; 205) is vented via the second venting device (105.7; 105.8), **characterised in that**
- the venting device (105.4; 205.4) has a course at least section wise descending in the venting direction and
- the first circuit section (105.2) is vented at least partially into the second circuit section (105.5; 205.5) via a suction effect in the first venting device (105.4; 205.4) generated by a reduction of the free flow cross-section of the second circuit section (105.5; 205.5).

14. Method according to Claim 13, **characterised in that** the suction effect in the venting device (105.4; 205.4) is generated during the normal operation of the fluid circuit (105; 205) or is generated during a venting operation of the fluid circuit (105; 205) with increased flow velocity.

15. Method according to Claim 13 or 14, **characterised in that**

- the first venting device (105.4; 205.4) opens into the first circuit section (105.2) in a first connection region (105.3) and opens into the second circuit section (105.5; 205.5) in a second connection region (105.6; 205.6) and
- the static pressure is decreased in the second connection region (105.6; 205.6) with respect to the first connection region (105.3) in order to achieve the suction effect, wherein
- free flow cross-section, in particular, is reduced in the second connection region (105.6; 205.6) in order to achieve the suction effect

## Revendications

1. Arrangement pour un circuit de fluide avec évent (105.7, 105.8), en particulier un circuit de refroidissement, comprenant une première partie de circuit (105.2), une deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) et un dispositif de désaération (105.4; 205.4) destiné à désaérer la première partie de circuit (105.2), où

- dans la direction d'écoulement, la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) est arrangée en aval de la première partie de circuit (105.2) et en amont de l'évent (105.8) et
- le dispositif de désaération (105.4; 205.4), pour que la désaération de la première partie de circuit (105.2) se déroule dans une direction de désaération, débouche dans la première partie de circuit (105.2) dans une première zone de raccordement (105.3) et débouche dans la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) dans une deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6),

### caractérisé en ce que

- le dispositif de désaération (105.4; 205.4) possède une trajectoire au moins partiellement descendant dans la direction de désaération, et
- la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) et/ou le dispositif de désaération (105.4; 205.4), dans la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6), est conçu et/ou arrangé de telle manière que, dans le dispositif de désaération (105.4; 205.4), un effet d'aspiration suffisant pour que la désaération au moins partielle de la première partie de circuit (105.2) résulte par une réduction de la section transversale à écoulement libre de la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5).

2. Arrangement selon la Revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6), la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) et/ou le dispositif de désaération (105.4; 205.4) est conçu et/ou arrangé de telle manière que l'effet d'aspiration suffisant pour la désaération au moins partielle de la première partie de circuit (105.2) dans le dispositif de désaération (105.4; 205.4) se déroule au cours du fonctionnement normal du circuit de fluide (105; 205) ou se déroule au cours d'une opération de désaération du circuit de fluide (105; 205) avec une vitesse d'écoulement accrue.

3. Arrangement selon la Revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) et/ou le dispositif de désaération (105.4; 205.4), dans la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6), est conçu et/ou arrangé de telle manière que la pression statique dans la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6) soit inférieure à celle dans la première zone de raccordement (105.3).

4. Arrangement selon l'une quelconque des Revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

- un dispositif de pompe (105.1) est fourni de façon à générer l'écoulement de fluide dans le circuit de fluide (105; 205) et
- la première zone de raccordement est arrangée entre la sortie de pompe du dispositif de pompe (105.1) et la deuxième zone de raccordement (105.5; 205.5), où
- la conception et/ou la longueur du trajet d'écoulement entre la première zone de raccordement (105.3) et la deuxième zone de raccordement (105.5; 205.5), en particulier, est sélectionnée de telle manière que la perte de pression se produisant sur le trajet d'écoulement dans le circuit de fluide (105; 205) soit suffisante pour la génération de l'effet d'aspiration dans le dispositif de désaération (105.4; 205.4) suffisant pour la désaération au moins partielle de la première partie de circuit (105.2).

5. Arrangement selon l'une quelconque des Revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

- la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) et/ou le dispositif de désaération (105.4; 205.4), dans la zone de

la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6), comprend une section transversale tubulaire

et/ou

- 5 - la deuxième partie de circuit, dans la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6), possède un diamètre supérieur à celui du dispositif de désaération (105.4; 205.4)

et/ou

- 10 - le dispositif de désaération (105.4; 205.4) comprend une ouverture de sortie (105.10; 205.10) dans la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6) et l'ouverture de sortie (105.10; 205.10) du dispositif de désaération (105.4; 205.4) est arrangée dans la zone de la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) dans laquelle les vitesses d'écoulement les plus élevées dans l'écoulement de fluide du circuit de fluide (105; 205) se produisent.

15 **6. Arrangement selon la Revendication 5, caractérisé en ce que**

- le dispositif de désaération (105.4; 205.4) comprend une ouverture de sortie (105.10; 205.10) dans la deuxième zone de raccordement, ladite ouverture de sortie étant délimitée par au moins une paroi du dispositif de désaération (105.4; 205.4) et
- 20 - la au moins une paroi est arrangée dans l'écoulement de fluide du circuit de fluide (105; 205) de telle manière que l'ouverture de sortie (105.10; 205.10) soit située dans la zone d'ombre d'écoulement de la paroi, où
- la paroi, en particulier, est d'une conception tubulaire et possède un axe longitudinal (105.12), qui s'étend de manière inclinée, au plus à un angle aigu, par rapport à la direction d'écoulement principale de l'écoulement de fluide dans la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5), en particulier, s'étend d'une manière sensiblement
- 25 parallèle à la direction d'écoulement principale.

**7. Arrangement selon l'une quelconque des Revendications précédentes, caractérisé en ce que**

- la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6) est arrangée dans la zone d'une réduction de la section transversale à écoulement libre de la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5), où
- 30 - la réduction de la section transversale à écoulement libre est formée, en particulier, au moins partiellement par une partie du dispositif de désaération (105.4; 205.4) entrant en saillie dans la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5), la partie du dispositif de désaération (105.4) entrant en saillie dans la deuxième partie de circuit (105.5), en particulier, s'élargissant à son extrémité libre (105.9).

35 **8. Arrangement selon l'une quelconque des Revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de désaération (105.4; 205.4) comprend au moins une partie de désaération, dont le point le plus élevé au cours du fonctionnement normal du circuit de fluide (105; 205) se situe sous la première zone de raccordement (105.3).**

40 **9. Arrangement selon l'une quelconque des Revendications précédentes, caractérisé en ce que la deuxième zone de raccordement (105.5; 205.5) au cours du fonctionnement normal du circuit de fluide (105; 205) se situe sous la première zone de raccordement (105.3).**

45 **10. Arrangement selon l'une quelconque des Revendications précédentes, caractérisé en ce que**

- un deuxième dispositif de désaération (105.7, 105.8), en particulier un réservoir de séparation (105.8), est fourni en tant qu'évent pour le circuit de fluide, où
- le deuxième dispositif de désaération (105.7, 105.8) est arrangé au cours du fonctionnement normal du circuit de fluide (105; 205) au moins au niveau de la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5), en particulier, au-dessus
- 50 de la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5).

**11. Circuit de fluide, en particulier, un circuit de refroidissement, possédant un arrangement selon l'une quelconque des Revendications précédentes.**

55 **12. Véhicule, en particulier, un véhicule ferroviaire, possédant un circuit de fluide (105; 205) selon la Revendication 11, où le circuit de fluide est conçu, en particulier, en tant que circuit de refroidissement (105; 205) d'un composant du véhicule (101), en particulier, d'un moteur (104) du véhicule (101).**

13. Procédé de désaération d'un circuit de fluide, en particulier un circuit de refroidissement, où

- le circuit de fluide (105; 205) comprend une première partie de circuit (105.2), une deuxième partie de circuit (105.5; 205.5), un premier dispositif de désaération (105.4; 205.4) destiné à désaérer la première partie de circuit (105.2) dans une direction de désaération et un deuxième dispositif de désaération (105.7, 105.8),
- dans la direction d'écoulement, la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) est arrangée en aval de la première partie de circuit (105.2) et en amont du deuxième dispositif de désaération (105.7, 105.8)
- le circuit de fluide (105; 205) est désaéré par l'intermédiaire du deuxième dispositif de désaération (105.7, 105.8),

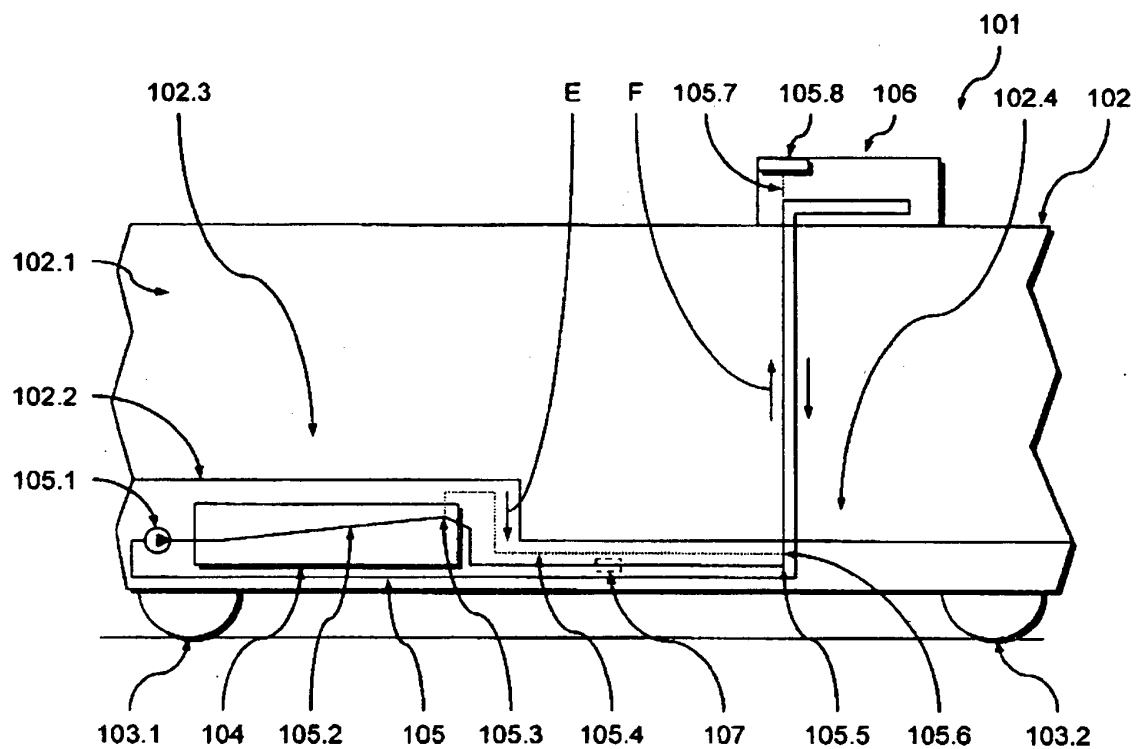
**caractérisé en ce que**

- le dispositif de désaération (105.4; 205.4) possède une trajectoire au moins partiellement descendant dans la direction de désaération, et
- la première partie de circuit (105.2) est désaérée au moins partiellement dans la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) par l'intermédiaire d'un effet d'aspiration dans le premier dispositif de désaération (105.4; 205.4) généré par une réduction de la section transversale à écoulement libre de la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5).

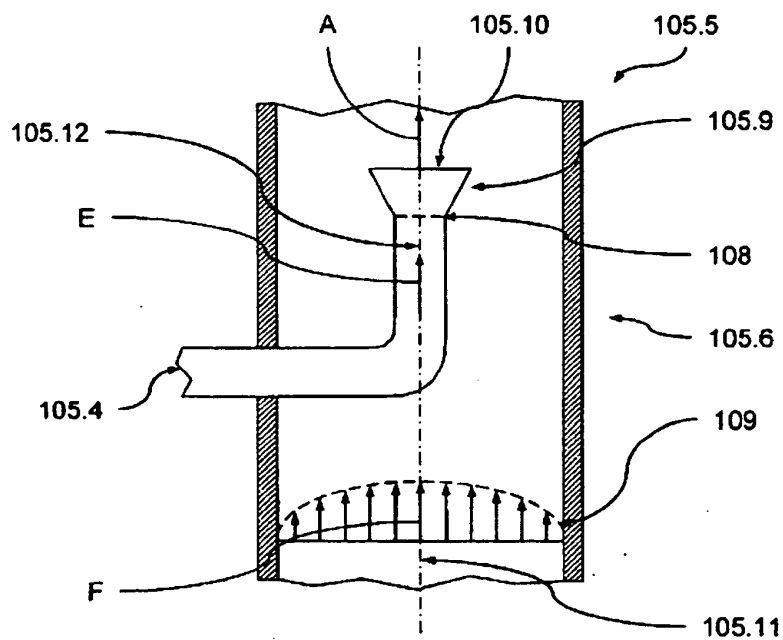
14. Procédé selon la Revendication 13, **caractérisé en ce que** l'effet d'aspiration dans le dispositif de désaération (105.4; 205.4) est généré au cours du fonctionnement normal du circuit de fluide (105; 205) ou est généré au cours d'une opération de désaération du circuit de fluide (105; 205) avec une vitesse d'écoulement accrue.

15. Procédé selon la Revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que**

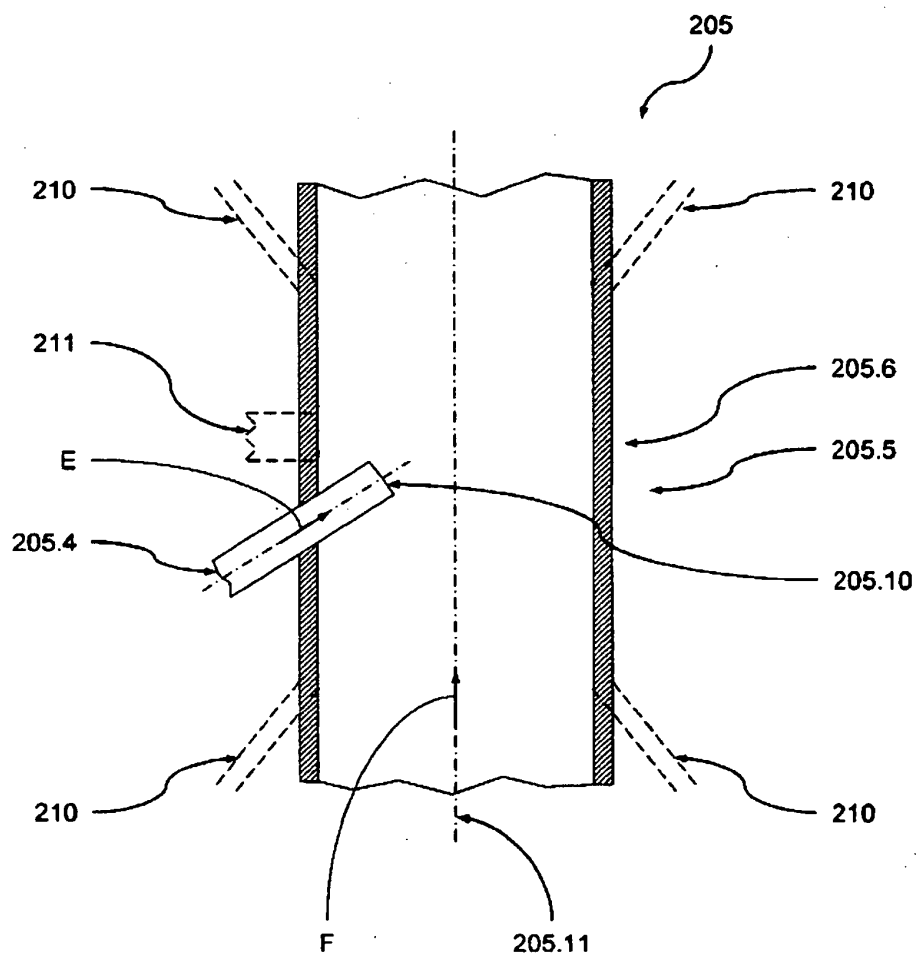
- le premier dispositif de désaération (105.4; 205.4) débouche dans la première partie de circuit (105.2) dans une première zone de raccordement (105.3) et débouche dans la deuxième partie de circuit (105.5; 205.5) dans une deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6) et
- la pression statique est diminuée dans la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6) par rapport à la première zone de raccordement (105.3) afin de réaliser l'effet d'aspiration, où
- la section transversale à écoulement libre, en particulier, est réduite dans la deuxième zone de raccordement (105.6; 205.6) afin de réaliser l'effet d'aspiration.



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**