

(19)



(11)

EP 4 370 744 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

12.03.2025 Patentblatt 2025/11

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

D21D 5/24 (2006.01) **B04C 5/28** (2006.01)
B04C 5/02 (2006.01) **B04C 5/12** (2006.01)
B04C 5/04 (2006.01) **B04C 5/13** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22740391.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B04C 5/28; B04C 5/02; B04C 5/04; B04C 5/12;
B04C 5/13; D21D 5/24; B04C 2005/136

(22) Anmeldetag: **06.07.2022**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2022/068661

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2023/285217 (19.01.2023 Gazette 2023/03)

(54) **HYDROZYKLONE-ANORDNUNG ZUM ZENTRIFUGALABSCHIEDEN VON FESTSTOFFEN AUS EINER SUSPENSION**

HYDROCYCLONE ASSEMBLY FOR THE CENTRIFUGAL SEPARATION OF SOLIDS FROM A SUSPENSION

ENSEMBLE HYDROCYCLONE POUR LA SÉPARATION CENTRIFUGE DE SOLIDES D'UNE SUSPENSION

(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

(30) Priorität: **12.07.2021 DE 102021117902**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

22.05.2024 Patentblatt 2024/21

(73) Patentinhaber: **Voith Patent GmbH**

89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:

• **KOERBER, Stefan**
86356 Neusäß (DE)

- **JASCHEK, Thomas**
88368 Bergatreute (DE)
- **MANNES, Wolfgang**
97332 Volkach (DE)
- **JÄGER, Georg**
88271 Wilhelmsdorf (DE)
- **BROMBEIS, Manuel**
88284 Mochenwangen (DE)

(74) Vertreter: **Voith Patent GmbH - Patentabteilung**

St. Pöltener Straße 43
89522 Heidenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A1-2011/037519 WO-A1-2018/091173
DE-A1- 4 342 289

EP 4 370 744 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 Erfindung betrifft eine Hydrozyklone-Anordnung zum Zentrifugalabscheiden von Feststoffen aus einer Suspension, aufweisend wenigstens einen ersten Hydrozyklon mit einer ersten Trennkammer, einem in die erste Trennkammer tangential einmündenden ersten Einlauf zum Zuführen der Suspension in die erste Trennkammer, einem ersten Unterlauf zum Austragen einer abgetrennten Schwerfraktion und einem ersten Oberlaufrohr zum Austragen einer abgereicherten Suspensions-Fraktion, wenigstens einen zweiten Hydrozyklon mit einer zweiten Trennkammer, einem in die zweite Trennkammer tangential einmündenden zweiten Einlauf zum Zuführen der Suspension in die zweite Trennkammer, einem zweiten Unterlauf zum Austragen einer abgetrennten Schwerfraktion und einem zweiten Oberlaufrohr zum Austragen einer abgereicherten Suspensions-Fraktion, sowie einen gemeinsamen Austritt für die abgereicherten Suspensions-Fractionen sowohl des wenigstens einen ersten Hydrozyklons als auch des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons.

[0002] Die WO 2018/091173 A1 beschreibt eine Hydrozyklonanordnung zur Reinigung einer Faserstoffsuspension mit mehreren Hydrozyklon-Kammern kreisförmigen Querschnitts, in die jeweils an einem Ende ein Einlauf sowie ein Leichtteil-Auslauf und am gegenüberliegenden Ende ein Schwerteil-Abscheider mündet, wobei die Einläufe über eine gemeinsame Zulaufkammer mit einem gemeinsamen Zulauf verbunden sind und die Leichtteil-Ausläufe über separate und durch die gemeinsame Zulaufkammer führende Auslauf-Leitungen mit einem gemeinsamen Leichtteil-Ablauf verbunden sind.

[0003] Die DE 199 63 284 A1 beschreibt eine Anordnung zur Regelung des Betriebs eines Hydrozyklons oder einer Hydrozyklonanordnung, bei der die Form des Austragstrahls im Unterlauf mindestens eines Hydrozyklons mit Hilfe einer Sonde erfasst und das Sonden-signal dem Regelventil in der Oberlaufleitung des Hydrozyklons oder der Oberlaufsammelleitung einer Hydrozyklonbatterie für die Verstellung des Volumensplits zugeführt wird. Der jeweilige Oberlauf jeden Hydrozyklons ist über jeweils einen flexiblen Schlauch als Oberlaufleitung an eine gemeinsame Sammelkammer angeschlossen, die separat zu den Hydrozyklonen ausgebildet ist.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hydrozyklone-Anordnung zum Zentrifugalabscheiden von Feststoffen aus einer Suspension zu schaffen, die eine verbesserte Trennwirkung aufweist.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Hydrozyklone-Anordnung zum Zentrifugalabscheiden von Feststoffen aus einer Suspension, aufweisend:

- wenigstens einen ersten Hydrozyklon mit einer ersten Trennkammer, einem in die erste Trennkammer tangential einmündenden ersten Einlauf zum Zuführen der Suspension in die erste Trennkammer, einem ersten Unterlauf zum Austragen einer abge-

trennten Schwerfraktion und einem ersten Oberlaufrohr zum Austragen einer abgereicherten Suspensions-Fraktion,

- 5 - wenigstens einen zweiten Hydrozyklon mit einer zweiten Trennkammer, einem in die zweite Trennkammer tangential einmündenden zweiten Einlauf zum Zuführen der Suspension in die zweite Trennkammer, einem zweiten Unterlauf zum Austragen einer abgetrennten Schwerfraktion und einem zweiten Oberlaufrohr zum Austragen einer abgereicherten Suspensions-Fraktion, sowie
- 10 - einen gemeinsamen Austritt für die abgereicherten Suspensions-Fractionen sowohl des wenigstens einen ersten Hydrozyklons als auch des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons, wobei
- 15

der gemeinsame Austritt innerhalb eines gemeinsamen Eintrittsgehäuses der Hydrozyklon-Anordnung angeordnet ist und dem ersten Oberlaufrohr und dem zweiten Oberlaufrohr jeweils eine innerhalb des Eintrittsgehäuses angeordnete Umlenkeinrichtung zugeordnet ist, welche ausgebildet ist, die in axialer Richtung austretende abgereicherte Suspensions-Fraktion in eine Richtung mit einer radialen Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils mit diesen radialen Richtungskomponenten in den gemeinsamen Austritt eingeleitet werden.

[0006] Hydrozyklone als solches sind ausgebildet zum Abtrennen wenigstens einer Schwerfraktion aus einer Suspension. Die Suspension umfasst eine Trägerflüssigkeit, wie beispielsweise Wasser, in der Feststoffpartikel dispergiert sind. In Abhängigkeit des Strömungsverhaltens der Feststoffpartikel in der Trägerflüssigkeit kann eine Schwerfraktion an einem Unterlauf des Hydrozyklons abgetrennt werden. Die Restsuspension, von der die Schwerfraktion abgetrennt ist, kann als abgereicherte Suspensions-Fraktion bezeichnet werden. Die abgereicherte Suspensions-Fraktion umfasst demgemäß die Trägerflüssigkeit und gegebenenfalls verbliebene Feststoffpartikel, nachdem die Schwerfraktion abgetrennt worden ist. Die abgereicherte Suspensions-Fraktion kann verbliebende Feststoffpartikel enthalten oder frei von Feststoffpartikeln sein.

[0007] Grundsätzlich kann in einer ersten Betriebsweise der Hydrozyklone die abgereicherte Suspensions-Fraktion einen Gutstoff bilden. Der Gutstoff ist insofern diejenige Fraktion, die als Produkt oder Zwischenprodukt verwendet werden soll. In einer solchen ersten Betriebsweise bildet dann die abgetrennte Schwerfraktion ein Schwerteilrejekt. Das Schwerteilrejekt kann im Hinblick auf die den Gutstoff darstellende abgereicherte Suspensions-Fraktion verworfen werden oder einem weiteren Verfahrensprozess unterworfen werden. Beispielsweise bei der Verwendung von Hydrozyklonen in der Papierherstellung kann die Schwerfraktion beispielsweise Sandpartikel, Glassplitter oder Metallteile umfassen,

die auszusortieren sind. Die den Gutstoff bildenden Feststoffpartikel in der verbliebenen abgereicherten Suspensions-Fraktion können die gewünschten Faserstoffpartikel umfassen, welche der beispielhaft erwähnten Papierherstellung dienen können. Die von der Schwerfraktion befreite abgereicherte Suspensionsfraktion kann also einen Gutstoff bilden.

[0008] In einer anderen, zweiten Betriebsweise der Hydrozyklone kann hingegen die abgetrennte Schwerfraktion den Gutstoff bilden. Der Gutstoff ist in dieser zweiten Betriebsweise insofern diejenige Fraktion, die als Produkt oder Zwischenprodukt verwendet werden soll. In einer solchen zweiten Betriebsweise bildet dann die abgereicherte Suspensions-Fraktion ein sogenanntes Leichtteilrejekt. Das Leichtteilrejekt kann im Hinblick auf die den Gutstoff darstellende abgetrennte Schwerfraktion verworfen werden oder einem weiteren Verfahrensprozess unterworfen werden. Beispielsweise bei der Verwendung von Hydrozyklonen in der Papierherstellung kann es gewünscht sein, Feinstpartikel abzutrennen, die kleinere Korngrößen aufweisen, als die zur Papierherstellung zweckmäßige Korngrößenverteilung vorgibt. Die von dem Suspensions-Aufgabegutstrom abgetrennte Schwerfraktion kann also einen Gutstoff bilden.

[0009] Mittels eines zusätzlichen Zentrifugalabscheideraums am Hydrozyklon kann optional von der um die Schwerfraktion abgereicherten Suspensions-Fraktion gegebenenfalls außerdem eine zusätzliche Leichtfraktion abgeschieden werden. Die zusätzliche Leichtfraktion kann über ein optionales Abzugsrohr am Hydrozyklon ausgetragen werden, und zwar separat von der um die Schwerfraktion und die Leichtfraktion abgereicherten Suspensions-Fraktion. In der verbliebenen abgereicherten Suspensions-Fraktion können weitere Feststoffpartikel verbleiben. Diese in der verbliebenen abgereicherten Suspensions-Fraktion enthaltenen weiteren Feststoffpartikel können auch einen Gutstoff bilden. Die Schwerfraktion kann in diesem Zusammenhang ein Schwerteilrejekt bilden und die Leichtfraktion kann in diesem Zusammenhang auch ein Leichtteilrejekt bilden. Beispielsweise bei der Verwendung von Hydrozyklonen in der Papierherstellung kann die Schwerfraktion beispielsweise Sandpartikel, Glassplitter oder Metallteile umfassen, die auszusortieren sind, und die Leichtfraktion kann beispielsweise Kunststoffpartikel, insbesondere geschäumte Polystyrolteilchen umfassen, die gegebenenfalls auch aussortiert werden sollen. Die den Gutstoff bildenden Feststoffpartikel in der verbliebenen abgereicherten Suspensions-Fraktion können die gewünschten Faserstoffpartikel umfassen, welche der beispielhaft erwähnten Papierherstellung dienen können.

[0010] Unabhängig der tatsächlichen Orientierung des Hydrozyklons im Raum wird das Austragsorgan der Schwerfraktion generell als Unterlauf bezeichnet und das Austragsorgan der verbliebenen abgereicherten Suspensions-Fraktion, d.h. der den Gutstoff enthaltende Restsuspension generell als Oberlauf bezeichnet.

[0011] In der Trennkammer wird die über den Einlauf in den Hydrozyklon eingebrachte Suspension in eine Wirbelströmung gebracht, so dass sich die Schwerfraktion wandnah der Trennkammer anreichern und von dort ausgetragen werden kann. Die Trennkammer weist meistens eine sich in Richtung des Unterlaufs verjüngende konische Gestalt auf, d.h. zumindest die Innenwand der Trennkammer ist konisch ausgebildet. Es sind jedoch auch Ausführungen mit kreiszylindrischen Trennkammerwänden möglich.

[0012] Die Hydrozyklone-Anordnung umfasst zumindest zwei Hydrozyklone, also wenigstens einen ersten Hydrozyklon und wenigstens einen zweiten Hydrozyklon. Die Hydrozyklone-Anordnung kann jedoch in allgemeiner Betrachtung eine beliebige Anzahl von einzelnen Hydrozyklonen aufweisen. So sind insbesondere Hydrozyklone-Anordnungen mit beispielsweise drei einzelnen Hydrozyklonen oder vier einzelnen Hydrozyklonen zweckmäßig.

[0013] Wenn mehrere Hydrozyklone zu einer gemeinsamen Hydrozyklone-Anordnung zusammengefasst werden, kommt ein gemeinsamer Austritt zur Anwendung, in dem die einzelnen abgereicherten Suspensions-Fraktionen der einzelnen Hydrozyklone zu einem gemeinsamen Gutstoffstrom zusammengeführt werden. Der gemeinsame Austritt für den zusammengeführten Gutstoffstrom aus der Hydrozyklone-Anordnung kann insbesondere als eine Austrittskammer ausgebildet sein, an welche die Oberlaufrohre der einzelnen Hydrozyklone strömungstechnisch angeschlossen sind. In der Austrittskammer werden die mehreren abgereicherten Suspensions-Fraktionen zu dem gemeinsamen Gutstoffstrom vereinigt und beispielsweise über einen an die Austrittskammer strömungstechnisch angeschlossen Austrittsrohrstutzen von der Hydrozyklone-Anordnung weggeführt.

[0014] Wenn mehrere Hydrozyklone zu einer gemeinsamen Hydrozyklone-Anordnung zusammengefasst werden, kann auch ein gemeinsames Eintrittsgehäuse zur Anwendung kommen, an das ein gemeinsamer Eintrittsstutzen strömungstechnisch angeschlossen ist, über den eine Aufgabesuspension, d.h. diejenige Ausgangssuspension, von der die Schwerfraktion und gegebenenfalls auch die Leichtfraktion abgetrennt werden soll, der Hydrozyklone-Anordnung zugeführt wird. Von dem gemeinsamen Eintrittsgehäuse führen dann die Einläufe der einzelnen Hydrozyklone weg, so dass der Aufgabesuspensionsstrom möglichst gleichmäßig auf alle Hydrozyklone aufgeteilt wird.

[0015] Indem dem ersten Oberlaufrohr und dem zweiten Oberlaufrohr jeweils eine innerhalb des gemeinsamen Eintrittsgehäuses der Hydrozyklone-Anordnung angeordnete Umlenkeinrichtung zugeordnet ist, welche ausgebildet ist, die in axialer Richtung austretende abgereicherte Suspensions-Fraktion in eine Richtung mit einer radialen Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten Suspensions-Fraktionen jeweils mit diesen radialen Richtungskomponenten in

den gemeinsamen Austritt eingeleitet werden, kann eine kompakte Hydrozyklone-Anordnung geschaffen werden, die eine verbesserte Trennwirkung aufweist. Das jeweilige Oberlaufrohr jeden Hydrozyklons ist dabei strömungstechnisch an ein jeweiliges Tauchrohr des Hydrozyklons angeschlossen. Das jeweilige Oberlaufrohr kann einteilig mit dem jeweiligen Tauchrohr ausgebildet sein bzw. das Tauchrohr mitbilden, oder als ein separates Leitungsteil ausgebildet sein. Eine Baugruppe, umfassend zumindest die ersten und zweiten Oberlaufrohre, sowie den gemeinsamen Austritt oder die gemeinsame Austrittskammer, kann aus einem oder mehreren Formteilen, insbesondere zwei Formteilen hergestellt sein.

[0016] Der gemeinsame Austritt ist innerhalb des gemeinsamen Eintrittsgehäuses der Hydrozyklone-Anordnung angeordnet und dem ersten Oberlaufrohr des wenigstens einen ersten Hydrozyklons und dem zweiten Oberlaufrohr des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons ist jeweils eine innerhalb des Eintrittsgehäuses angeordnete Umlenkeinrichtung zugeordnet, welche ausgebildet ist, die in axialer Richtung austretende jeweilige abgereicherte Suspensions-Fraktion in eine Richtung mit einer radialen Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils mit diesen radialen Richtungskomponenten in den gemeinsamen Austritt eingeleitet werden.

[0017] Das gemeinsame Eintrittsgehäuse kann einen Eintrittskanal aufweisen, welcher eine Umfangswand des gemeinsamen Austritts umgibt. Ein Teilabschnitt der Umfangswand des gemeinsamen Austritts kann insoweit einen Teil der innenliegenden Kanalwand des Eintrittskanals des gemeinsamen Eintrittsgehäuses bilden. Über das Eintrittsgehäuse kann das gemeinsame Aufgabegut der Hydrozyklon-Anordnung zugeführt werden, insbesondere mit einer tangentialen Richtungskomponente, und auf den ersten Einlauf des wenigstens einen ersten Hydrozyklons und auf den zweiten Einlauf des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons aufgeteilt und allen vorhandenen Hydrozyklonen der Hydrozyklon-Anordnung 1 zugeführt werden. Die zugeführte Aufgabegutströmung bzw. die aufgeteilten Aufgabegutströme können insoweit an den Umlenkeinrichtungen vorbei bzw. zwischen jeweils zwei benachbarten Umlenkeinrichtungen hindurch strömen, d.h. durch Zwischenräume zwischen jeweils zwei benachbarten Austrittsrohrstützen hindurch. Die Umlenkeinrichtungen können insbesondere als starre Rohrbögen ausgebildet sein. Die starren Rohrbögen können direkt mit den (starren) Tauchrohren der Hydrozyklone und verbunden sein, insbesondere einteilig mit diesen ausgebildet sein. Die starren Rohrbögen können andererseits auch direkt mit einer (starren) Mantelwand des gemeinsamen Austritts verbunden sein, insbesondere einteilig mit diesem ausgebildet sein.

[0018] Innerhalb der gemeinsamen Gehäuseanordnung von Eintrittsgehäuse und gemeinsamen Austritt kann der Innendurchmesser D1 des Austrittsrohrstützens, über den die abgereicherten Suspensions-Fractionen des wenigstens einen ersten Hydrozyklons und des

wenigstens einen zweiten Hydrozyklons über die Oberlaufrohre hinweg gemeinsam den Austritt verlassen, kleiner als der Durchmesser des gemeinsamen Umfangskreises der mehreren Hydrozyklone sein.

[0019] Der gemeinsame Austrittsrohrstützen transportiert die zusammengefasste abgereicherte Suspensions-Gesamtfraktion des wenigstens einen ersten Hydrozyklons und des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons gemeinsam zentral, d.h. mittig aus dem Gehäuse des gemeinsamen Austritts in vertikaler Richtung hinaus. Der gemeinsame Austrittsrohrstützen kann vertikal nach oben weggeführt sein, d.h. aus der Hydrozyklon-Anordnung nach oben herausführend angeordnet sein. Alternativ kann der gemeinsame Austrittsrohrstützen vertikal nach unten weggeführt sein, d.h. aus der Hydrozyklon-Anordnung nach unten herausführend angeordnet sein.

[0020] Werden die abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils mit diesen radialen Richtungskomponenten in den gemeinsamen Austritt eingeleitet, können die ersten und zweiten Oberlaufrohre seitlich, d.h. an einer äußeren Mantelwand des gemeinsamen Austritts in den gemeinsamen Austritt eingeleitet werden. Dabei kann der gemeinsame Austritt, insbesondere die gemeinsame Austrittskammer in ihrem Umfang deutlich kleiner ausgestaltet werden, als dies im Stand der Technik möglich ist, wenn gerade Oberlaufrohre direkt in einer senkrechten bzw. axialen Richtung an eine Unterseite des gemeinsamen Austritts, insbesondere der gemeinsamen Austrittskammer angeschlossen sind, wie dies beispielsweise in der eingangs genannten WO2018/091173 A1 der Fall ist. Durch eine deutlich kleinere Gestaltung des gemeinsamen Austritts, insbesondere der gemeinsamen Austrittskammer, kann eine Strömungsquerschnittsänderung am Übergang von jedem Oberlaufrohr zu dem gemeinsamen Austritt bzw. zu der gemeinsamen Austrittskammer weniger sprunghaft ausgebildet werden oder sogar ganz vermieden werden, wodurch insgesamt eine plötzliche Druckänderung im Strömungsverlauf der abzuführenden abgereicherten Suspensions-Fraktion reduziert oder sogar ganz verhindert werden kann.

[0021] Eine starke Aufweitung des Strömungsquerschnitts würde nämlich mit einer starken Reduktion der mittleren Strömungsgeschwindigkeit einhergehen. Damit verbundene Druckverluste würden sich wiederum negativ auf die Abscheidewirkung hinsichtlich der in den Trennkammern abzutrennenden Schwerfraktionen auswirken. Sind die Tauchrohre der Oberlaufrohre kurz, würde ein Aufreißen der Strömungswirbel direkt am Eintritt der Oberlaufrohre in den Austritt bzw. die Austrittskammer außerdem eine Verlangsamung des Strömungswirbels in den Tauchrohren bewirken, was auch zu einer Reduktion der Abscheidewirkung führen würde. Verbleibende Wirbelströmungen würden sich aus den Tauchrohren in den Austritt bzw. die Austrittskammer fortsetzen und erst dort würde die Wirbelenergie vollständig abgebaut werden. Auch dadurch entstehen Druckverluste, die sich negativ auf die Abscheidewirkung hinsichtlich der in den Trennkammern abzutrennenden

Schwerfraktionen auswirken würden.

[0022] Diese Nachteile können verringert oder sogar ganz behoben werden, wenn dem ersten Oberlaufrohr und dem zweiten Oberlaufrohr jeweils eine Umlenkeinrichtung zugeordnet wird, welche ausgebildet ist, die in axialer Richtung austretende abgereicherte Suspensions-Fraktion in eine Richtung mit einer radialen Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten Suspensions-Fraktionen jeweils mit diesen radialen Richtungskomponenten in den gemeinsamen Austritt eingeleitet werden. Dadurch können abrupte Sprünge im Strömungsquerschnitt zumindest reduziert oder sogar ganz vermieden werden. Ein Umlenken der einzelnen abgereicherten Suspensions-Fraktionen aller Hydrozyklone über die ersten und zweiten Oberlaufrohre kann erfolgen, solange die einzelnen abgereicherten Suspensions-Fraktionen noch separat geführt sind und bevor sie in den zentral angeordneten Austritt bzw. in die zentral angeordnete Austrittskammer der Hydrozyklone-Anordnung zusammengeführt werden.

[0023] Durch eine Zusammenführung der einzelnen abgereicherten Suspensions-Fraktionen aller Hydrozyklone in einen schmalen Austritt bzw. in eine schmale Austrittskammer wird eine besonders platzsparende Anordnung an der Hydrozyklonen-Anordnung geschaffen, und zwar nicht nur für einen Austrag der abgereicherten Suspensions-Fraktionen aus der Hydrozyklonen-Anordnung, sondern auch für die Einlaufanordnung des Aufgabesuspensionsstroms.

[0024] Die Umlenkeinrichtungen können ausgebildet sein, die jeweils in einem sich axial erstreckenden Tauchrohrabschnitt des jeweiligen Oberlaufrohrs geführte abgereicherte Suspensions-Fraktion um mindestens 30 Grad, insbesondere um mindestens 45 Grad aus der axialen Richtung umzulenken.

[0025] Jedem ersten Oberlaufrohr und jedem zweiten Oberlaufrohr kann eine separate Umlenkeinrichtung zugeordnet sein, so dass eine jeweilige Umlenkung jeder abgereicherten Suspensions-Fraktion einzeln, d.h. getrennt bzw. unabhängig voneinander erfolgen kann.

[0026] Die Umlenkeinrichtungen können ausgebildet sein, die jeweils in einem sich axial erstreckenden Tauchrohrabschnitt des jeweiligen Oberlaufrohrs geführte abgereicherte Suspensions-Fraktion um mindestens 65 Grad, insbesondere um 90 Grad aus der axialen Richtung umzulenken, d.h. die Suspensions-Fraktion wird vorzugsweise zwischen 65 Grad und 90 Grad umgelenkt, insbesondere um genau 90 Grad umgelenkt. Allerdings sind geringfügige Abweichungen von diesen 90 Grad auch möglich, soweit die erfindungsgemäße Wirkung trotz dieser Abweichung dennoch eintritt. So können die einzelnen abgereicherten Suspensions-Fraktionen aus ihren axialen Richtungen in radiale Richtungen umgelenkt werden.

[0027] Die Umlenkeinrichtungen können von jeweils einem Rohrbogen gebildet werden, die den jeweiligen sich axial erstreckenden Tauchrohrabschnitt des jeweiligen Hydrozyklons mit dem gemeinsamen Austritt ver-

binden.

[0028] Durch die Verwendung von Rohrbögen können die Oberlaufrohre aller Hydrozyklone auf einfache Weise an den Austritt bzw. die Austrittskammer angeschlossen werden. Dabei kann die Größe, insbesondere der Außendurchmesser des Austritts bzw. der Austrittskammer frei gewählt werden, da er nicht abhängig ist von der Lage, der Größe und Anordnung der einzelnen Hydrozyklone.

[0029] Die Strömungsquerschnitte im Austritt bzw. in der Austrittskammer können so gewählt werden, dass keine plötzlichen Strömungsquerschnittsänderungen und damit keine plötzlichen Strömungsgeschwindigkeitsänderungen auftreten. Insbesondere kann der Austritt bzw. die Austrittskammer einen gleichbleibenden Strömungsquerschnitt aufweisen. Ein Strömungsquerschnitt, insbesondere der engste Strömungsquerschnitt des Austritts bzw. der Austrittskammer kann der Summe aller Einzelströmungsquerschnitte der einzelnen Oberlaufrohre der mehreren Hydrozyklone bzw. der Tauchrohre der mehreren Hydrozyklone entsprechen. Die Strömungswirbel in den einzelnen Tauchrohren der Hydrozyklone können sich auch in den jeweils zugeordneten einzelnen Rohrbögen fortsetzen, so dass weniger negative Rückwirkungen in die Trennkammern auftreten. Die einzelnen Rohrbögen können denselben Strömungsquerschnitt aufweisen wie die einzelnen Tauchrohre der Hydrozyklone.

[0030] Ein mittlerer Krümmungsradius an dem jeweiligen Rohrbogen kann dem einfachen bis dreifachen mittleren Radius des Tauchrohrabschnitts des jeweiligen Hydrozyklons entsprechen.

[0031] So kann der außenseitige Krümmungsradius des jeweiligen Rohrbogens im Wesentlichen dem Radius des Tauchrohrabschnitts des jeweiligen Hydrozyklons entsprechen. Alternativ kann der mittlere Krümmungsradius des jeweiligen Rohrbogens im Wesentlichen dem Radius des Tauchrohrabschnitts des jeweiligen Hydrozyklons entsprechen. In diesem Fall ist der außenseitige Krümmungsradius des jeweiligen Rohrbogens größer als der Radius des Tauchrohrabschnitts des jeweiligen Hydrozyklons. In einer weiteren Variante kann der innenseitige Krümmungsradius des jeweiligen Rohrbogens im Wesentlichen dem Radius des Tauchrohrabschnitts des jeweiligen Hydrozyklons entsprechen. In diesem Fall ist sowohl der außenseitige Krümmungsradius als auch der mittlere Krümmungsradius des jeweiligen Rohrbogens größer als der Radius des Tauchrohrabschnitts des jeweiligen Hydrozyklons.

[0032] Dem jeweiligen Rohrbogen kann sich in Strömungsrichtung jeweils ein gerades Rohrstück anschließen, welches den jeweiligen Rohrbogen strömungstechnisch mit dem gemeinsamen Austritt verbindet.

[0033] Die jeweiligen geraden Rohrstücke können in einer speziellen Ausgestaltung der Hydrozyklone-Anordnung in einem Winkel kleiner 90 Grad, insbesondere in einem Winkel zwischen 45 Grad und 20 Grad, beispielsweise 25 Grad zur horizontalen Querschnittsebene der

Hydrozyklone-Anordnung bzw. der Hydrozyklone ausgerichtet angeordnet sein. Unabhängig der tatsächlichen räumlichen Orientierung der Hydrozyklone im Raum, bedeutet die Lage der horizontalen Querschnittsebene eine Lage der Ebene senkrecht zur axialen Erstreckung der Hydrozyklone. Die axiale Erstreckung der Hydrozyklone ergibt sich aus der Drehachse der Abscheidewirbelströmung des jeweiligen Hydrozyklons.

[0034] Die Hydrozyklone-Anordnung kann für den wenigstens einen ersten Hydrozyklon und den wenigstens einen zweiten Hydrozyklon ein gemeinsames Eintrittsgehäuse aufweisen, an das der wenigstens eine erste Einlauf und der wenigstens eine zweite Einlauf angeschlossen sind, wobei die Umlenkeinrichtungen innerhalb der Außenkontur des gemeinsamen Eintrittsgehäuses angeordnet sind.

[0035] Aufgrund der Umlenkeinrichtungen kann der gemeinsame Austritt bzw. die gemeinsame Austrittskammer deutlich kleiner ausgebildet werden, was zur Folge hat, das mehr Platz zur Verfügung steht, um innerhalb des gemeinsamen Eintrittsgehäuses die gemeinsame Aufgabesuspension zuzuführen und auf die einzelnen Hydrozyklone zu verteilen.

[0036] Die Hydrozyklone-Anordnung kann wenigstens drei Hydrozyklone umfassen, deren parallel zueinander angeordneten Zykloachsen auf einem gemeinsamen Umfangskreis der Hydrozyklone-Anordnung liegen und der gemeinsame Austritt im Zentrum des Umfangskreises zwischen den wenigstens drei Hydrozyklonen angeordnet ist.

[0037] Der gemeinsame Austritt kann einen Austrittsrohrstutzen umfassen, der ausgebildet ist zum Ausleiten der in dem gemeinsamen Austritt zusammengeführten abgereicherten Suspensions-Fractionen aus dem gemeinsamen Austritt nach außerhalb der Hydrozyklone-Anordnung, wobei der Innendurchmesser des Austrittsrohrstutzens kleiner ist als der Durchmesser des gemeinsamen Umfangskreises der wenigstens drei Hydrozyklone.

[0038] Aufgrund der Verwendung von Umlenkeinrichtungen muss sich der Austritt nicht mehr vollständig über alle Oberlaufrohre der Hydrozyklone erstrecken, sondern kann im Umfang deutlich kleiner ausgebildet sein. Die Umlenkeinrichtungen können insoweit die gegebenenfalls vorhandenen Abstände der Oberlaufrohre von dem Austritt überbrücken.

[0039] Die kleinste Strömungsquerschnittsfläche des Austrittsrohrstutzens kann kleiner oder allenfalls gleich der Summe der Strömungsquerschnittsflächen der Oberlaufrohre aller Hydrozyklone der Hydrozyklone-Anordnung sein. Dies hat zur Folge, dass im Strömungsweg keine Erweiterung des Strömungsquerschnitts erfolgt und somit kein Druckverlust auftritt.

[0040] Die Umlenkeinrichtungen können ausgebildet sein, die in den jeweiligen Oberlaufrohren geführten abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils in eine Richtung mit einer tangential verlaufenden Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten

Suspensions-Fractionen jeweils mit einer tangentialen Richtungskomponente in den gemeinsamen Austritt eingeleitet werden.

[0041] Die Energie aus den Strömungswirbeln in den Oberlaufrohren, insbesondere auch in den Tauchrohren und gegebenenfalls in den Rohrbögen, können durch eine tangential Zuführung in den gemeinsamen Austritt bzw. in die gemeinsame Austrittskammer in eine gemeinsame Wirbelströmung umgesetzt werden, was Durchverluste vermeiden und die Trennwirkung der Hydrozyklone weiter verbessern kann.

[0042] Die Umlenkeinrichtungen können ausgebildet sein, die abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils mit einer tangentialen Richtungskomponente in den gemeinsamen Austritt einzuleiten, bei denen der resultierende Strömungsdrehimpuls der Gesamtströmung innerhalb des gemeinsamen Austritts die gleiche Richtung aufweist, wie die individuellen Strömungsdrehimpulse in den einzelnen Hydrozyklonen.

[0043] Durch eine tangential Zuführung der einzelnen abgereicherten Suspensions-Fractionen in den gemeinsamen Austritt kann beispielsweise in der Austrittskammer eine rotierende Strömung erzeugt werden. Eine solche rotierende Strömung in der Austrittskammer kann optional dann einen zusätzlichen Zentrifugalabscheiderraum bilden, aus dem beispielsweise ein Unterkorn als eine Leichtfraktion aus der zusammengeführten abgereicherten Suspensions-Fraktion abgetrennt werden kann. Eine solche Einrichtung wird auch als ein Leichtteilcleaner bezeichnet.

[0044] Die Umlenkeinrichtungen können Leitbleche umfassen, welche in dem gemeinsamen Austritt angeordnet sind und welche die in den jeweiligen Oberlaufrohren geführten abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils innerhalb des gemeinsamen Austritts in eine Richtung mit einer tangential verlaufenden Richtungskomponente umlenken, so dass die in den gemeinsamen Austritt eintretenden abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils in eine tangential Richtungskomponente umgeleitet werden.

[0045] Mittels der Leitbleche kann alternativ oder ergänzend zu einer tangential Zuführung der einzelnen in den gemeinsamen Austritt eintretenden abgereicherten Suspensions-Fractionen eine andersartig erzeugte oder gegebenenfalls eine unterstützende, insbesondere verstärkte Wirbelströmung bzw. Rotationströmung im Austritt, insbesondere in einer Austrittskammer erzeugt werden.

[0046] Der Austritt kann optional als ein weiterer Zentrifugalabscheiderraum ausgebildet sein, in dessen Zentrum ein koaxial angeordnetes Abzugsrohr eintaucht, welches zum Austragen einer aus der zusammengeführten, abgereicherten Suspensions-Fraktion abgetrennten Leichtfraktion ausgebildet ist. So kann in einer kompakten Bauweise eine zusätzliche Leichtteilabscheidung realisiert werden. Durch die spezielle Ausbildung der Austrittskammer kann ein zusätzlicher, gesonderter Zentrifugalabscheider entfallen.

[0047] Das Abzugsrohr kann von dem Zentrifugalabscheideraum auf einer den Trennkammern der Hydrozyklone zugewandten Abscheideraumseite nach unten weggeführt sein. Dies ermöglicht eine platzsparende Leitungsführung für das Abziehen der abgetrennten Leichtfraktion aus der Hydrozyklone-Anordnung.

[0048] Konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher erläutert. Konkrete Merkmale dieser exemplarischen Ausführungsbeispiele können unabhängig davon, in welchem konkreten Zusammenhang sie erwähnt sind, gegebenenfalls auch einzeln oder in weiteren Kombinationen betrachtet, allgemeine Merkmale der Erfindung darstellen.

[0049] Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung einer konkreten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Hydrozyklone-Anordnung,

Fig. 2 eine teilgeschnittene perspektivische Darstellung der Hydrozyklone-Anordnung gemäß Fig. 1 in einer Ansicht von schräg oben,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine erste Variante einer Hydrozyklone-Anordnung mit einem gemeinsamen Auslass und vier Hydrozyklonen, die mittels vier radial ausgerichteter Umlenkeinrichtungen angeschlossen sind,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine zweite Variante einer Hydrozyklone-Anordnung mit einem gemeinsamen Auslass und vier Hydrozyklonen, die mittels vier tangential ausgerichteter Umlenkeinrichtungen angeschlossen sind,

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine dritte Variante einer Hydrozyklone-Anordnung mit einem gemeinsamen Auslass und drei Hydrozyklonen, die mittels drei radial ausgerichteter Umlenkeinrichtungen angeschlossen sind, und

Fig. 6 eine schematische Darstellung im Längsschnitt einer abgewandelten Ausführungsform einer Hydrozyklone-Anordnung mit einem nach unten abführenden Abzugsrohr für eine Leichtfraktion.

[0050] In der Fig. 1 ist eine Hydrozyklone-Anordnung 1 zum Zentrifugalabscheiden von Feststoffen aus einer Suspension dargestellt. Die Hydrozyklone-Anordnung 1 weist wenigstens einen ersten Hydrozyklon 2.1 auf, mit einer ersten Trennkammer 3.1, einem in die erste Trennkammer 3.1 tangential einmündenden ersten Einlauf 4.1 zum Zuführen der Suspension in die erste Trenn-

kammer 3.1, einem ersten Unterlauf 5.1 zum Austragen einer abgetrennten Schwerfraktion und einem ersten Oberlaufrohr 6.1 zum Austragen einer abgereicherten Suspensions-Fraktion.

[0051] Die Hydrozyklone-Anordnung 1 weist außerdem wenigstens einen zweiten Hydrozyklon 2.2 auf, mit einer zweiten Trennkammer 3.2, einem in die zweite Trennkammer 3.2 tangential einmündenden zweiten Einlauf 4.2 zum Zuführen der Suspension in die zweite Trennkammer 3.2, einem zweiten Unterlauf 5.2 zum Austragen einer abgetrennten Schwerfraktion und einem zweiten Oberlaufrohr 6.2 zum Austragen einer abgereicherten Suspensions-Fraktion.

[0052] Die Hydrozyklone-Anordnung 1 umfasst einen gemeinsamen Austritt 7 für die abgereicherten Suspensions-Fractionen sowohl des wenigstens einen ersten Hydrozyklons 2.1 als auch des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons 2.2.

[0053] Erfindungsgemäß ist dem ersten Oberlaufrohr 6.1 und dem zweiten Oberlaufrohr 6.2 jeweils eine Umlenkeinrichtung 8.1, 8.2 zugeordnet, welche ausgebildet ist, die in axialer Richtung austretende abgereicherte Suspensions-Fraktion in eine Richtung mit einer radialen Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils mit diesen radialen Richtungskomponenten in den gemeinsamen Austritt 7 eingeleitet werden.

[0054] Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels sind die Umlenkeinrichtungen 8.1, 8.2 ausgebildet, die jeweils in einem sich axial erstreckenden Tauchrohrabschnitt 9.1, 9.2 des jeweiligen Oberlaufrohrs 6.1, 6.2 geführte abgereicherte Suspensions-Fraktion um 90 Grad aus der axialen Richtung umzulenken. Wie in Fig. 1 dargestellt werden die abgereicherten Suspensions-Fractionen demgemäß aus ihren vertikalen Strömungsrichtungen in radiale, d.h. horizontale Strömungsrichtungen umgelenkt.

[0055] Die Umlenkeinrichtungen 8.1, 8.2 werden im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels von jeweils einem Rohrbogen gebildet, die den jeweiligen sich axial erstreckenden Tauchrohrabschnitt 9.1, 9.2 des jeweiligen Hydrozyklons 2.1, 2.2 mit dem gemeinsamen Austritt 7 verbinden.

[0056] Wie insbesondere in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt ist, weist die Hydrozyklone-Anordnung 1 für den wenigstens einen ersten Hydrozyklon 2.1 und den wenigstens einen zweiten Hydrozyklon 2.2 ein gemeinsames Eintrittsgehäuse 10 auf, an das der wenigstens eine erste Einlauf 4.1 und der wenigstens eine zweite Einlauf 4.2 angeschlossen sind. Die Umlenkeinrichtungen 8.1, 8.2 sind innerhalb der Außenkontur des gemeinsamen Eintrittsgehäuses 10 angeordnet.

[0057] Der gemeinsame Austritt 7 ist innerhalb des gemeinsamen Eintrittsgehäuses 10 der Hydrozyklone-Anordnung 1 angeordnet und dem ersten Oberlaufrohr 6.1 des wenigstens einen ersten Hydrozyklons 2.1 und dem zweiten Oberlaufrohr 6.2 des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons 2.2 ist jeweils eine innerhalb des

Eintrittsgehäuses 10 angeordnete Umlenkeinrichtung 8.1, 8.2 zugeordnet, welche ausgebildet ist, die in axialer Richtung austretende jeweilige abgereicherte Suspensions-Fraktion in eine Richtung mit einer radialen Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten Suspensions-Fraktionen jeweils mit diesen radialen Richtungskomponenten in den gemeinsamen Austritt 7 eingeleitet werden.

[0058] Das gemeinsame Eintrittsgehäuse 10 weist einen Eintrittskanal auf, welcher eine Umfangswand des gemeinsamen Austritts 7 umgibt. Ein Teilabschnitt der Umfangswand des gemeinsamen Austritts 7 kann insoweit einen Teil der innenliegenden Kanalwand des Eintrittskanals des gemeinsamen Eintrittsgehäuses 10 bilden. Über das Eintrittsgehäuse 10 wird das gemeinsame Aufgabegut der Hydrozyklon-Anordnung 1 zugeführt, insbesondere mit einer tangentialen Richtungskomponente, und auf den ersten Einlauf 4.1 des wenigstens einen ersten Hydrozyklons 2.1 und auf den zweiten Einlauf 4.2 des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons 2.2 aufgeteilt und allen vorhandenen Hydrozyklonen 2.1, 2.2 der Hydrozyklon-Anordnung 1 zugeführt. Die zugeführte Aufgabegutströmung bzw. die aufgeteilten Aufgabegutströme strömen insoweit an den Umlenkeinrichtungen 8.1, 8.2 vorbei bzw. zwischen jeweils zwei benachbarten Umlenkeinrichtungen 8.1, 8.2 hindurch, d.h. durch Zwischenräume zwischen jeweils zwei benachbarten Austrittsrohrstützen 7a hindurch. Die Umlenkeinrichtungen 8.1, 8.2 können insbesondere als starre Rohrbögen ausgebildet sein. Die starren Rohrbögen können direkt mit den (starren) Tauchrohren der Hydrozyklone 2.1 und 2.2 verbunden sein, insbesondere einteilig mit diesen ausgebildet sein. Die starren Rohrbögen können andererseits auch direkt mit einer (starren) Mantelwand des gemeinsamen Austritts 7 verbunden sein, insbesondere einteilig mit diesem ausgebildet sein.

[0059] Innerhalb der gemeinsamen Gehäuseanordnung von Eintrittsgehäuse 10 und gemeinsamen Austritt 7 ist der Innendurchmesser D1 des Austrittsrohrstützens 7a, über den die abgereicherten Suspensions-Fraktionen des wenigstens einen ersten Hydrozyklons 2.1 und des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons 2.2 über die Oberlaufrohre 6.1, 6.2 hinweg gemeinsam den Austritt 7 verlassen, kleiner als der Durchmesser D2 des gemeinsamen Umfangskreises U der mehreren Hydrozyklone 2.1 und 2.2.

[0060] Der gemeinsame Austrittsrohrstützen 7a transportiert die zusammengefasste abgereicherte Suspensions-Gesamtfraktion des wenigstens einen ersten Hydrozyklons 2.1 und des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons 2.2 gemeinsam zentral, d.h. mittig aus dem Gehäuse des gemeinsamen Austritts 7 in vertikaler Richtung hinaus. Der gemeinsame Austrittsrohrstützen 7a kann, wie in Fig. 1 dargestellt ist, vertikal nach oben weggeführt sein, d.h. aus der Hydrozyklon-Anordnung 1 nach oben herausführend angeordnet sein. Alternativ kann der gemeinsame Austrittsrohrstützen 7a vertikal nach unten weggeführt sein, d.h. aus der Hydrozyklon-

Anordnung 1 nach unten herausführend angeordnet sein.

[0061] An das gemeinsame Eintrittsgehäuse 10 ist ein gemeinsamer Eintrittsstutzen 10a strömungstechnisch angeschlossen, wie dies insbesondere in Fig. 2 dargestellt ist, über den eine Aufgabesuspension, d.h. diejenige Ausgangssuspension, von der die Schwerfraktion und gegebenenfalls auch die Leichtfraktion abgetrennt werden soll, der Hydrozyklone-Anordnung 1 zugeführt wird. Von dem gemeinsamen Eintrittsgehäuse 10 führen dann die Einläufe 4.1, 4.2 der einzelnen Hydrozyklone 2.1, 2.2 weg, so dass der Aufgabesuspensionsstrom möglichst gleichmäßig auf alle Hydrozyklone 2.1, 2.2 aufgeteilt wird.

[0062] Der gemeinsame Austritt 7 umfasst einen Austrittsrohrstützen 7a, der ausgebildet ist zum Ausleiten der in dem gemeinsamen Austritt 7 zusammengeführten abgereicherten Suspensions-Fraktionen aus dem gemeinsamen Austritt 7 nach außerhalb der Hydrozyklone-Anordnung 1, wobei der Innendurchmesser D1 des Austrittsrohrstützens 7a kleiner ist als der Durchmesser D2 des gemeinsamen Umfangskreises U der Hydrozyklone 2.1, 2.2.

[0063] Die kleinste Strömungsquerschnittsfläche des Austrittsrohrstützens 7a kann insbesondere kleiner oder allenfalls gleich der Summe der Strömungsquerschnittsflächen der Oberlaufrohre 6.1, 6.2 aller Hydrozyklone 2.1, 2.2 der Hydrozyklone-Anordnung 1 sein.

[0064] Wie insbesondere in Fig. 4 dargestellt ist, können in einer solchen Ausführungsform die Umlenkeinrichtungen 8.1, 8.2 ausgebildet sein, die in den jeweiligen Oberlaufrohren 6.1, 6.2 geführten abgereicherten Suspensions-Fraktionen jeweils in eine Richtung mit einer tangential verlaufenden Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten Suspensions-Fraktionen jeweils mit einer tangentialen Richtungskomponente in den gemeinsamen Austritt 7 eingeleitet werden. Dabei können die Umlenkeinrichtungen 8.1, 8.2 ausgebildet sein, die abgereicherten Suspensions-Fraktionen jeweils mit einer tangentialen Richtungskomponente in den gemeinsamen Austritt 7 einzuleiten, bei denen der resultierende Strömungsdrehimpuls der Gesamtströmung innerhalb des gemeinsamen Austritts 7 die gleiche Richtung aufweist, wie die individuellen Strömungsdrehimpulse in den einzelnen Hydrozyklonen 2.1, 2.2.

[0065] Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels weist die Hydrozyklone-Anordnung 1 insgesamt vier Hydrozyklone auf, also jeweils zwei erste Hydrozyklone 2.1 und zwei zweite Hydrozyklone 2.2 auf, deren parallel zueinander angeordneten Zyklonachsen A auf einem gemeinsamen Umfangskreis U der Hydrozyklone-Anordnung 1 liegen, wobei der gemeinsame Austritt 7 im Zentrum Z des Umfangskreises U zwischen den vier Hydrozyklonen 2.1, 2.2 angeordnet ist, wie dies insbesondere in Fig. 3 und Fig. 4 aufgezeigt ist. Analoges gilt für eine Hydrozyklone-Anordnung 1 mit beispielsweise drei Hydrozyklonen 2.1, 2.2, wie dies durch Fig. 5 veranschaulicht ist.

[0066] Die Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform bei welcher der Austritt 7 als ein weiterer Zentrifugalabscheideraum 12 ausgebildet ist, in dessen Zentrum ein koaxial angeordnetes Abzugsrohr 11 eintaucht, welches zum Austragen einer aus der zusammengeführten, abgereicherten Suspensions-Fraktion abgetrennten Leichtfraktion ausgebildet ist. Das Abzugsrohr 11 ist im Falle dieser Ausführungsform auf einer den Trennkammern 3.1, 3.2 der Hydrozyklone 2.1, 2.2 zugewandten Abscheideraumseite nach unten von dem Zentrifugalabscheideraum 12 weggeführt. Alternativ könnte das Abzugsrohr für eine Leichtfraktion auch am oberen Ende des Abscheideraumes angebracht sein.

Patentansprüche

1. Hydrozyklone-Anordnung zum Zentrifugalabscheiden von Feststoffen aus einer Suspension, aufweisend:

- wenigstens einen ersten Hydrozyklon (2.1) mit einer ersten Trennkammer (3.1), einem in die erste Trennkammer (3.1) tangential einmündenden ersten Einlauf (4.1) zum Zuführen der Suspension in die erste Trennkammer (3.1), einem ersten Unterlauf (5.1) zum Austragen einer abgetrennten Schwerfraktion und einem ersten Oberlaufrohr (6.1) zum Austragen einer abgereicherten Suspensions-Fraktion,
- wenigstens einen zweiten Hydrozyklon (2.2) mit einer zweiten Trennkammer (3.2), einem in die zweite Trennkammer (3.2) tangential einmündenden zweiten Einlauf (4.2) zum Zuführen der Suspension in die zweite Trennkammer (3.2), einem zweiten Unterlauf (5.2) zum Austragen einer abgetrennten Schwerfraktion und einem zweiten Oberlaufrohr (6.2) zum Austragen einer abgereicherten Suspensions-Fraktion, sowie
- einen gemeinsamen Austritt (7) für die abgereicherten Suspensions-Fractionen sowohl des wenigstens einen ersten Hydrozyklons (2.1) als auch des wenigstens einen zweiten Hydrozyklons (2.2), **dadurch gekennzeichnet, dass** der gemeinsame Austritt (7) innerhalb eines gemeinsamen Eintrittsgehäuses (10) der Hydrozyklone-Anordnung (1) angeordnet ist und dem ersten Oberlaufrohr (6.1) und dem zweiten Oberlaufrohr (6.2) jeweils eine innerhalb des Eintrittsgehäuses (10) angeordnete Umlenkeinrichtung (8.1, 8.2) zugeordnet ist, welche ausgebildet ist, die in axialer Richtung austretende abgereicherte Suspensions-Fraktion in eine Richtung mit einer radialen Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils mit diesen radialen Richtungskomponenten in den gemein-

samen Austritt (7) eingeleitet werden.

2. Hydrozyklone-Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkeinrichtungen (8.1, 8.2) ausgebildet sind, die jeweils in einem sich axial erstreckenden Tauchrohrabschnitt (9.1, 9.2) des jeweiligen Oberlaufrohrs (6.1, 6.2) geführte abgereicherte Suspensions-Fraktion um mindestens 30 Grad aus der axialen Richtung umzulenken.
3. Hydrozyklone-Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkeinrichtungen (8.1, 8.2) ausgebildet sind, die jeweils in einem sich axial erstreckenden Tauchrohrabschnitt (9.1, 9.2) des jeweiligen Oberlaufrohrs (6.1, 6.2) geführte abgereicherte Suspensions-Fraktion um mindestens 65 Grad aus der axialen Richtung umzulenken.
4. Hydrozyklone-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkeinrichtungen (8.1, 8.2) von jeweils einem Rohrbogen gebildet werden, die den jeweiligen sich axial erstreckenden Tauchrohrabschnitt (9.1, 9.2) des jeweiligen Hydrozyklons (2.1, 2.2) mit dem gemeinsamen Austritt (7) verbinden.
5. Hydrozyklone-Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mittlerer Krümmungsradius an dem jeweiligen Rohrbogen dem einfachen bis dreifachen mittleren Radius des Tauchrohrabschnitts (9.1, 9.2) des jeweiligen Hydrozyklons (2.1, 2.2) entspricht.
6. Hydrozyklone-Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich dem jeweiligen Rohrbogen in Strömungsrichtung jeweils ein gerades Rohrstück anschließt, welches den jeweiligen Rohrbogen strömungstechnisch mit dem gemeinsamen Austritt (7) verbindet.
7. Hydrozyklone-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydrozyklone-Anordnung (1) für den wenigstens einen ersten Hydrozyklon (2.1) und den wenigstens einen zweiten Hydrozyklon (2.2) ein gemeinsames Eintrittsgehäuse (10) aufweist, an das der wenigstens eine erste Einlauf (4.1) und der wenigstens eine zweite Einlauf (4.2) angeschlossen sind, und die Umlenkeinrichtungen (8.1, 8.2) innerhalb der Außenkontur des gemeinsamen Eintrittsgehäuses (10) angeordnet sind.
8. Hydrozyklone-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydrozyklone-Anordnung (1) wenigsten drei Hydrozyklone (2.1, 2.2) umfasst, deren parallel zueinander

angeordneten Zyklonachsen (A) auf einem gemeinsamen Umfangskreis (U) der Hydrozyklone-Anordnung (1) liegen und der gemeinsame Austritt (7) im Zentrum (Z) des Umfangskreises (U) zwischen den wenigsten drei Hydrozyklonen (2.1, 2.2) angeordnet ist.

9. Hydrozyklone-Anordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gemeinsame Austritt (7) einen Austrittsrohrstutzen (7a) umfasst, der ausgebildet ist zum Ausleiten der in dem gemeinsamen Austritt (7) zusammengeführten abgereicherten Suspensions-Fractionen aus dem gemeinsamen Austritt (7) nach außerhalb der Hydrozyklone-Anordnung (1), wobei der Innendurchmesser (D1) des Austrittsrohrstutzens (7a) kleiner ist als der Durchmesser (D2) des gemeinsamen Umfangskreises (U) der wenigsten drei Hydrozyklone (2.1, 2.2).
10. Hydrozyklone-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkeinrichtungen (8.1, 8.2) ausgebildet sind, die in den jeweiligen Oberlaufrohren (6.1, 6.2) geführten abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils in eine Richtung mit einer tangential verlaufenden Richtungskomponente umzulenken, so dass die abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils mit einer tangentialen Richtungskomponente in den gemeinsamen Austritt (7) eingeleitet werden.
11. Hydrozyklone-Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkeinrichtungen (8.1, 8.2) ausgebildet sind, die abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils mit einer tangentialen Richtungskomponente in den gemeinsamen Austritt (7) einzuleiten, bei denen der resultierende Strömungsdrehimpuls der Gesamtströmung innerhalb des gemeinsamen Austritts (7) die gleiche Richtung aufweist, wie die individuellen Strömungsdrehimpulse in den einzelnen Hydrozyklonen (2.1, 2.2).
12. Hydrozyklone-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkeinrichtungen (8.1, 8.2) Leitbleche umfassen, welche in dem gemeinsamen Austritt (7) angeordnet sind und welche die in den jeweiligen Oberlaufrohren (6.1, 6.2) geführten abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils innerhalb des gemeinsamen Austritts (7) in eine Richtung mit einer tangential verlaufenden Richtungskomponente umlenken, so dass die in den gemeinsamen Austritt (7) eintretenden abgereicherten Suspensions-Fractionen jeweils in eine tangentiale Richtungskomponente umgeleitet werden.
13. Hydrozyklone-Anordnung nach einem der Ansprü-

che 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der Schwerfraktion befreite abgereicherte Suspensionsfraktion einen Gutstoff bildet.

14. Hydrozyklone-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von dem Suspensions-Aufgabegutstrom abgetrennte Schwerfraktion einen Gutstoff bildet.
15. Hydrozyklone-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Austritt (7) als ein weiterer Zentrifugalabscheideraum (12) ausgebildet ist, in dessen Zentrum ein koaxial angeordnetes Abzugsrohr (11) eintaucht, welches zum Austragen einer aus der zusammengeführten, abgereicherten Suspensions-Fraktion abgetrennten Leichtfraktion ausgebildet ist.
16. Hydrozyklone-Anordnung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abzugsrohr (11) auf einer den Trennkammern (3.1, 3.2) der Hydrozyklone (2.1, 2.2) zugewandten Abscheideraumseite nach unten von dem Zentrifugalabscheideraum (12) weggeführt ist.
17. Hydrozyklone-Anordnung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abzugsrohr (11') auf einer den Trennkammern (3.1, 3.2) der Hydrozyklone (2.1, 2.2) abgewandten Abscheideraumseite nach oben von dem Zentrifugalabscheideraum (12) weggeführt ist.

Claims

1. Hydrocyclone assembly for the centrifugal separation of solids from a slurry, comprising:
 - at least one first hydrocyclone (2.1) which has a first separating chamber (3.1), a first inflow (4.1) which leads tangentially into the first separating chamber (3.1) and is intended for feeding the slurry into the first separating chamber (3.1), a first underflow (5.1) for discharging a separated-out heavy fraction and a first overflow pipe (6.1) for discharging a depleted slurry fraction,
 - at least one second hydrocyclone (2.2) which has a second separating chamber (3.2), a second inflow (4.2) which leads tangentially into the second separating chamber (3.2) and is intended for feeding the slurry into the second separating chamber (3.2), a second underflow (5.2) for discharging a separated-out heavy fraction and a second overflow pipe (6.2) for discharging a depleted slurry fraction, and
 - a common outlet (7) for the depleted slurry fractions of both the at least one first hydrocyclone (2.1) and the at least one second hydro-

cyclone (2.2), **characterized in that**

the common outlet (7) is inside a common inlet housing (10) of the hydrocyclone assembly (1), and the first overflow pipe (6.1) and the second overflow pipe (6.2) are assigned a respective deflection device (8.1, 8.2), which is inside the inlet housing (10) and is designed to deflect the axially exiting depleted slurry fraction in a direction with a radial directional component, with the result that the depleted slurry fractions are introduced into the common outlet (7) in each case with these radial directional components.

2. Hydrocyclone assembly according to Claim 1, **characterized in that** the deflection devices (8.1, 8.2) are designed to deflect the depleted slurry fraction, which is carried in each case in an axially extending immersion pipe portion (9.1, 9.2) of the respective overflow pipe (6.1, 6.2), from the axial direction by at least 30 degrees.
3. Hydrocyclone assembly according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the deflection devices (8.1, 8.2) are designed to deflect the depleted slurry fraction, which is carried in each case in an axially extending immersion pipe portion (9.1, 9.2) of the respective overflow pipe (6.1, 6.2), from the axial direction by at least 65 degrees.
4. Hydrocyclone assembly according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the deflection devices (8.1, 8.2) are formed by a respective pipe bend, which connects the respective axially extending immersion pipe portion (9.1, 9.2) of the respective hydrocyclone (2.1, 2.2) to the common outlet (7).
5. Hydrocyclone assembly according to Claim 4, **characterized in that** an average radius of curvature on the respective pipe bend corresponds to one to three times the average radius of the immersion pipe portion (9.1, 9.2) of the respective hydrocyclone (2.1, 2.2).
6. Hydrocyclone assembly according to Claim 4 or 5, **characterized in that** adjoining the respective pipe bend in the flow direction is a respective straight pipe piece, which places the respective pipe bend in flow connection with the common outlet (7).
7. Hydrocyclone assembly according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the hydrocyclone assembly (1) has, for the at least one first hydrocyclone (2.1) and the at least one second hydrocyclone (2.2), a common inlet housing (10) to which the at least one first inflow (4.1) and the at least one second inflow (4.2) are connected, and the deflection devices (8.1, 8.2) are inside the outer contour of the common inlet

housing (10).

8. Hydrocyclone assembly according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the hydrocyclone assembly (1) comprises at least three hydrocyclones (2.1, 2.2), the mutually parallel cyclone axes (A) of which lie on a common circumferential circle (U) of the hydrocyclone assembly (1) and the common outlet (7) is in the centre (Z) of the circumferential circle (U) between the at least three hydrocyclones (2.1, 2.2).
9. Hydrocyclone assembly according to Claim 8, **characterized in that** the common outlet (7) comprises an outlet pipe fitting (7a), which is designed to discharge the depleted slurry fractions merged in the common outlet (7) from the common outlet (7) and out of the hydrocyclone assembly (1), wherein the inside diameter (D1) of the outlet pipe fitting (7a) is smaller than the diameter (D2) of the common circumferential circle (U) of the at least three hydrocyclones (2.1, 2.2).
10. Hydrocyclone assembly according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the deflection devices (8.1, 8.2) are designed to deflect the depleted slurry fractions, which are carried in the respective overflow pipes (6.1, 6.2), in each case in a direction which has a tangential directional component, with the result that the depleted slurry fractions are introduced into the common outlet (7) in each case with a tangential directional component.
11. Hydrocyclone assembly according to Claim 10, **characterized in that** the deflection devices (8.1, 8.2) are designed to introduce the depleted slurry fractions into the common outlet (7) in each case with a tangential directional component and, for the depleted slurry fractions, the resulting angular momentum of the overall flow inside the common outlet (7) has the same direction as the individual angular momenta of the flows in the individual hydrocyclones (2.1, 2.2).
12. Hydrocyclone assembly according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the deflection devices (8.1, 8.2) comprise baffles, which are in the common outlet (7) and deflect the depleted slurry fractions, which are carried in the respective overflow pipes (6.1, 6.2) and are in each case inside the common outlet (7), in a direction which has a tangential directional component, with the result that the depleted slurry fractions entering the common outlet (7) are diverted in each case into a tangential directional component.
13. Hydrocyclone assembly according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** the depleted slurry

fraction freed of the heavy fraction forms a product material.

14. Hydrocyclone assembly according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** the heavy fraction separated out of the supplied slurry stream forms a product material. 5
15. Hydrocyclone assembly according to one of Claims 1 to 14, **characterized in that** the outlet (7) is in the form of a further centrifugal separation space (12), into the centre of which dips a coaxial extraction pipe (11), which is designed to discharge a light fraction separated out of the merged, depleted slurry fraction. 10
16. Hydrocyclone assembly according to Claim 15, **characterized in that** the extraction pipe (11), on a separation-space side that faces the separating chambers (3.1, 3.2) of the hydrocyclones (2.1, 2.2), leads away downwards from the centrifugal separation space (12). 15
17. Hydrocyclone assembly according to Claim 15, **characterized in that** the extraction pipe (11'), on a separation-space side that faces away from the separating chambers (3.1, 3.2) of the hydrocyclones (2.1, 2.2), leads away upwards from the centrifugal separation space (12). 20

Revendications

1. Ensemble hydrocyclone pour la séparation centrifuge de matières solides d'une suspension, comprenant : 25
 - au moins un premier hydrocyclone (2.1) avec une première chambre de séparation (3.1), une première entrée (4.1) débouchant tangentielle- 30
 - ment dans la première chambre de séparation (3.1) pour amener la suspension dans la première chambre de séparation (3.1), un premier conduit inférieur (5.1) pour l'évacuation d'une fraction lourde séparée et un premier tube supérieur (6.1) pour l'évacuation d'une fraction de suspension appauvrie, 35
 - au moins un deuxième hydrocyclone (2.2) avec une deuxième chambre de séparation (3.2), une deuxième entrée (4.2) débouchant tangentielle- 40
 - ment dans la deuxième chambre de séparation (3.2) pour amener la suspension dans la deuxième chambre de séparation (3.2), un deuxième conduit inférieur (5.2) pour l'évacuation d'une fraction lourde séparée et un deuxième tube supérieur (6.2) pour l'évacuation d'une fraction de suspension appauvrie, ainsi que 45
 - une sortie commune (7) pour les fractions de 50

suspension appauvries tant dudit au moins un premier hydrocyclone (2.1) que dudit au moins un deuxième hydrocyclone (2.2), **caractérisé en ce que**

la sortie commune (7) est agencée à l'intérieur d'un boîtier d'entrée commun (10) de l'ensemble hydrocyclone (1), et un dispositif de déviation (8.1, 8.2) agencé à l'intérieur du boîtier d'entrée (10) est respectivement associé au premier tube supérieur (6.1) et au deuxième tube supérieur (6.2), qui est conçu pour dévier la fraction de suspension appauvrie sortant en direction axiale dans une direction ayant une composante de direction radiale, de sorte que les fractions de suspension appauvries sont introduites dans la sortie commune (7) avec ces composantes de direction radiales.

2. Ensemble hydrocyclone selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les dispositifs de déviation (8.1, 8.2) sont conçus pour dévier d'au moins 30 degrés par rapport à la direction axiale la fraction de suspension appauvrie guidée respectivement dans une section de tube plongeur (9.1, 9.2) s'étendant axialement du tube supérieur (6.1, 6.2) respectif. 20
3. Ensemble hydrocyclone selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** les dispositifs de déviation (8.1, 8.2) sont conçus pour dévier d'au moins 65 degrés par rapport à la direction axiale la fraction de suspension appauvrie guidée respectivement dans une section de tube plongeur (9.1, 9.2) s'étendant axialement du tube supérieur (6.1, 6.2) respectif. 25
4. Ensemble hydrocyclone selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les dispositifs de déviation (8.1, 8.2) sont formés chacun par un coude de tube qui relie à la sortie commune (7) la section de tube plongeur (9.1, 9.2) respective, s'étendant axialement, de l'hydrocyclone (2.1, 2.2) respectif. 30
5. Ensemble hydrocyclone selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**un rayon de courbure moyen au niveau du coude de tuyau respectif correspond à une à trois fois le rayon moyen de la section de tube plongeur (9.1, 9.2) de l'hydrocyclone respectif (2.1, 2.2). 35
6. Ensemble hydrocyclone selon la revendication 4 ou la revendication 5, **caractérisé en ce que** le coude de tuyau respectif est suivi dans le sens d'écoulement par un tronçon de tuyau droit, qui relie fluidiquement le coude de tube respectif à la sortie commune (7). 40
7. Ensemble hydrocyclone selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'ensemble hydro- 45

- cyclone (1) pour ledit au moins un premier hydrocyclone (2.1) et ledit au moins un deuxième hydrocyclone (2.2) présente un boîtier d'entrée commun (10), auquel sont raccordées ladite au moins une première entrée (4.1) et ladite au moins une deuxième entrée (4.2), et les dispositifs de déviation (8.1, 8.2) sont agencés à l'intérieur du contour extérieur du boîtier d'entrée commun (10).
- 5
8. Ensemble hydrocyclone selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'ensemble hydrocyclone (1) comprend au moins trois hydrocyclones (2.1, 2.2) dont les axes de cyclone (A) agencés parallèlement les uns aux autres se trouvent sur un cercle périphérique commun (U) de l'ensemble hydrocyclone (1) et la sortie commune (7) est agencée au centre (Z) du cercle périphérique (U) entre les au moins trois hydrocyclones (2.1, 2.2).
- 10
9. Ensemble hydrocyclone selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la sortie commune (7) comprend une tubulure de sortie (7a) qui est configurée pour évacuer les fractions de suspension appauvries réunies dans la sortie commune (7) hors de la sortie commune (7) vers l'extérieur de l'ensemble hydrocyclone (1), le diamètre intérieur (D1) de la tubulure de sortie (7a) étant inférieur au diamètre (D2) du cercle périphérique commun (U) des au moins trois hydrocyclones (2.1, 2.2).
- 20
- 25
- 30
10. Ensemble hydrocyclone selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les dispositifs de déviation (8.1, 8.2) sont conçus pour dévier les fractions de suspension appauvries guidées dans les tubes supérieurs respectifs (6.1, 6.2) respectivement dans une direction avec une composante de direction s'étendant tangentiellement, de sorte que les fractions de suspension appauvries sont introduites respectivement avec une composante de direction tangentielle dans la sortie commune (7).
- 35
- 40
11. Ensemble hydrocyclone selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les dispositifs de déviation (8.1, 8.2) sont conçus pour introduire les fractions de suspension appauvries respectivement avec une composante de direction tangentielle dans la sortie commune (7), pour lesquelles l'impulsion rotative d'écoulement résultante de l'écoulement total à l'intérieur de la sortie commune (7) présente la même direction que les impulsions rotatives d'écoulement individuelles dans les différents hydrocyclones (2.1, 2.2).
- 45
- 50
12. Ensemble hydrocyclone selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les dispositifs de déviation (8.1, 8.2) comprennent des tôles de guidage qui sont agencées dans la sortie commune (7) et qui transportent les effluents liquides dans les tubes supérieurs respectifs (6.1, 6.2) dévient les fractions de suspension appauvries guidées à l'intérieur de la sortie commune (7) dans une direction ayant une composante directionnelle tangentielle, de sorte que les fractions de suspension appauvries qui entrent dans la sortie commune (7) sont déviées dans une composante directionnelle tangentielle.
- 5
13. Ensemble hydrocyclone selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** la fraction de suspension appauvrie, libérée de la fraction lourde, forme une matière d'intérêt.
14. Ensemble hydrocyclone selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** la fraction lourde séparée du flux d'alimentation de la suspension forme une matière d'intérêt.
15. Ensemble hydrocyclone selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** la sortie (7) est conçue sous la forme d'un autre espace de séparation centrifuge (12) au centre duquel plonge un tube d'évacuation (11) agencé coaxialement, qui est conçu pour évacuer une fraction légère séparée de la fraction de suspension appauvrie réunie.
16. Ensemble hydrocyclone selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le tube d'évacuation (11) est guidé vers le bas en éloignement de l'espace de séparation centrifuge (12) sur un côté de l'espace de séparation tourné vers les chambres de séparation (3.1, 3.2) des hydrocyclones (2.1, 2.2).
17. Ensemble hydrocyclone selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le tube d'évacuation (11') est éloigné de l'espace de séparation centrifuge (12) vers le haut sur un côté de l'espace de séparation opposé aux chambres de séparation (3.1, 3.2) des hydrocyclones (2.1, 2.2).
- 55

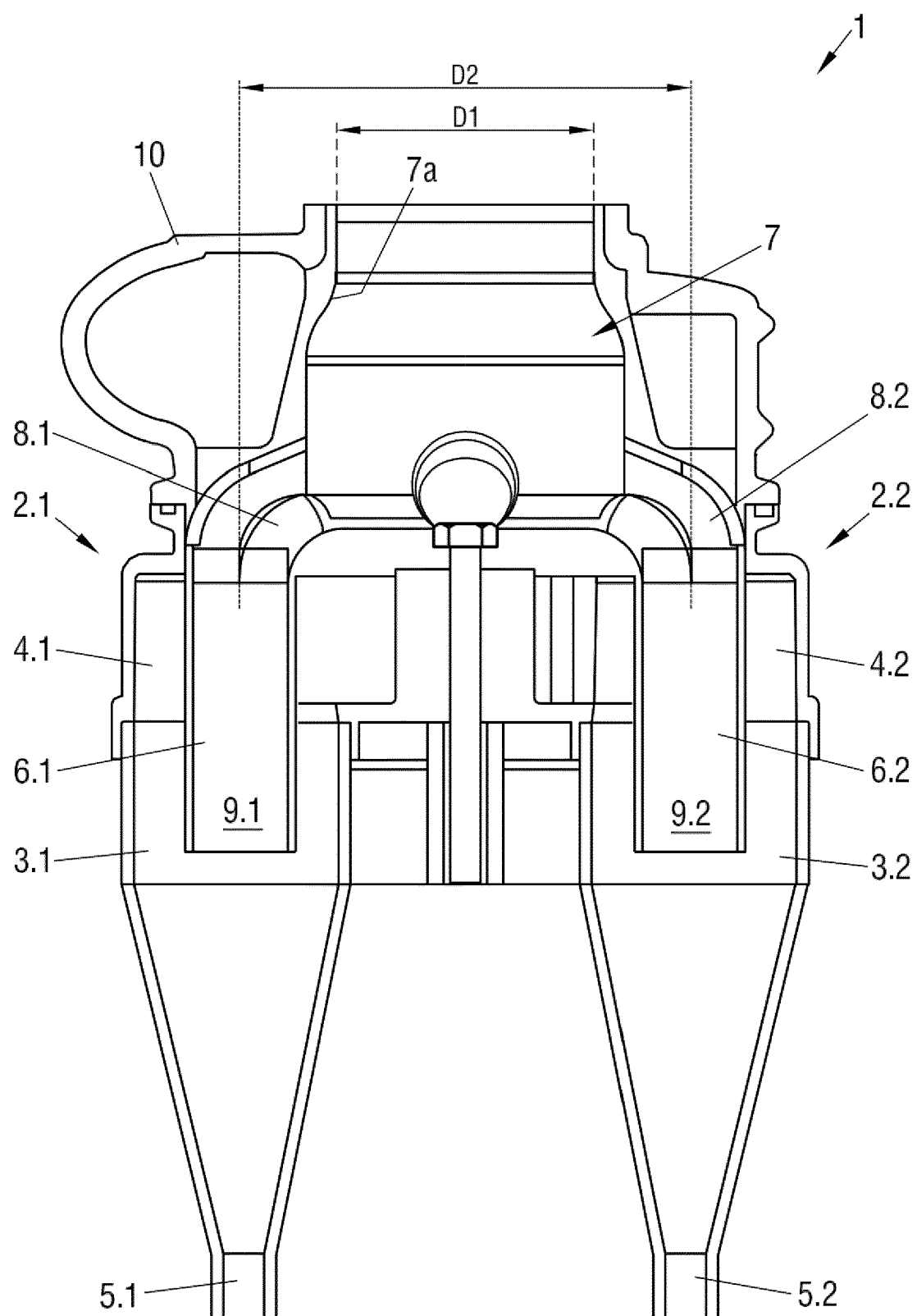


Fig. 1

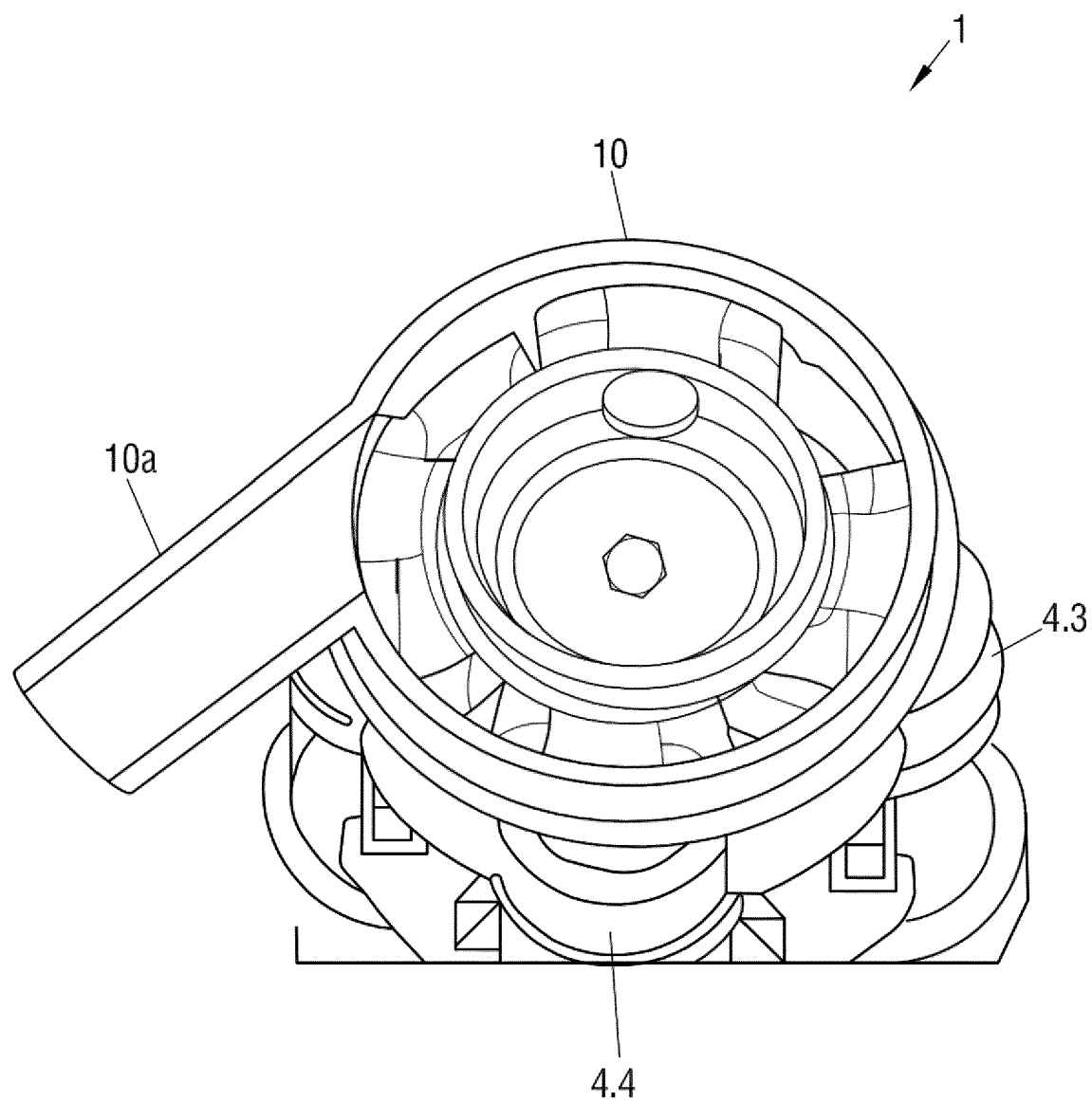


Fig. 2

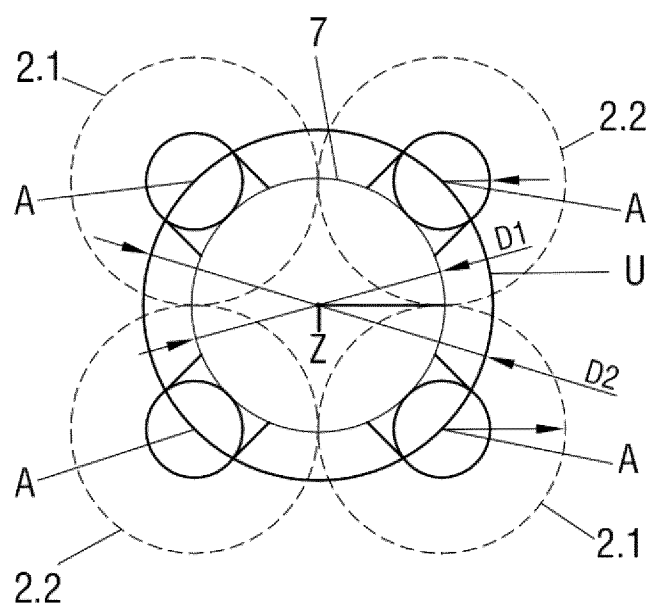


Fig. 3

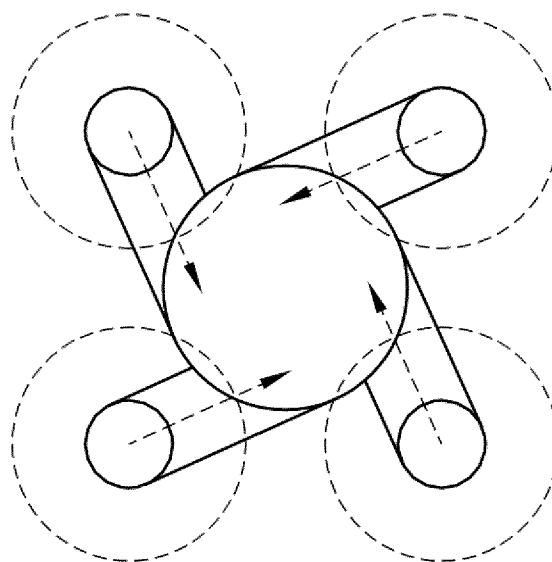


Fig. 4

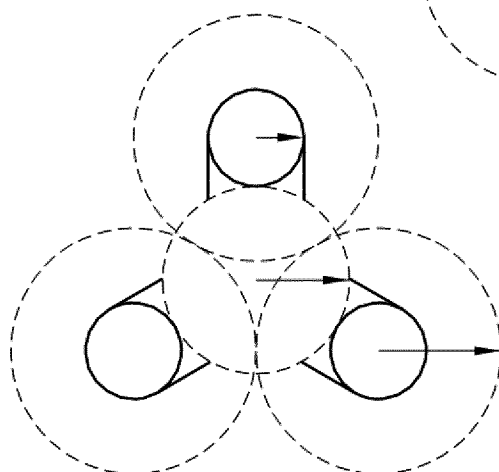


Fig. 5

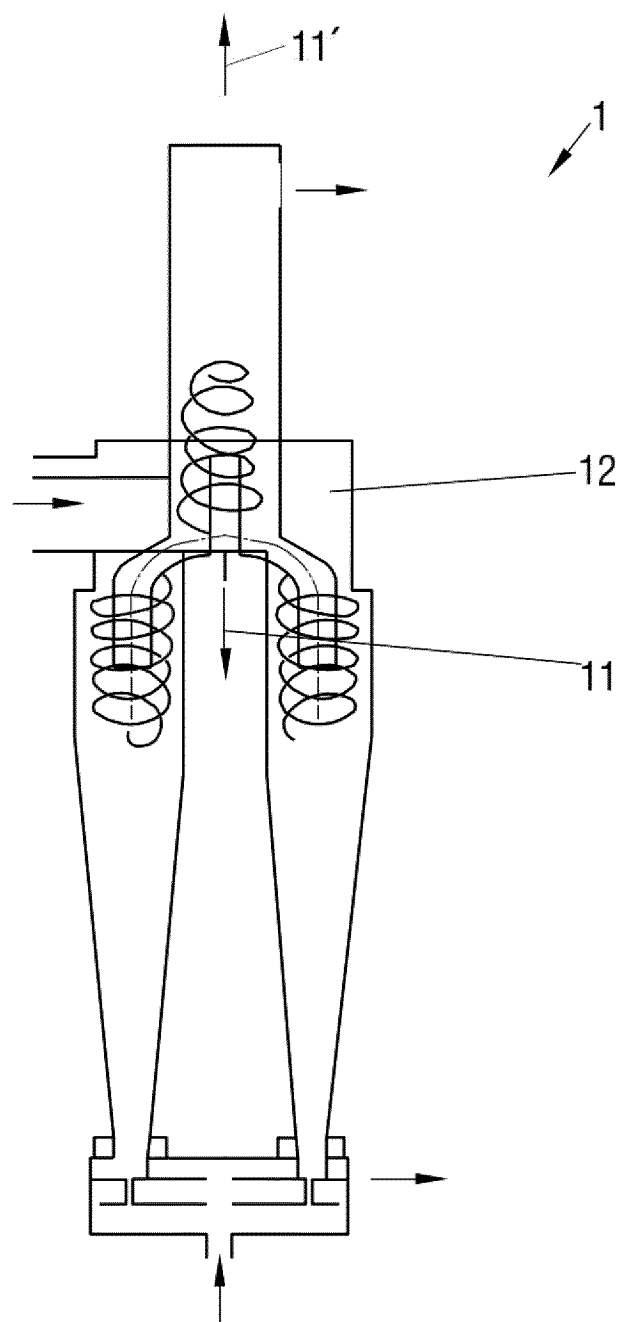


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2018091173 A1 [0002] [0020]
- DE 19963284 A1 [0003]