

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 177/2012
(22) Anmeldetag: 10.02.2012
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2013

(51) Int. Cl. : **B04C 11/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102009057079 A1
EP 1069234 A1
WO 199714489 A1

(73) Patentanmelder:
ANDRITZ ENERGY & ENVIRONMENT GMBH
8074 RAABA (AT)

(72) Erfinder:
Kramer Michael Dipl.Ing.
Graz

(54) **HYDROZYKLON MIT FEINSTOFFABREICHERUNG IM ZYKLONUNTERLAUF**

(57) Den Gegenstand dieser Erfindung bildet ein Hydrozyklon (1) mit einem Zulaufbereich (2) mit einem tangentialen Zulauf (4) für eine Aufgabetrube (6) und einem an den Zulaufbereich (2) anschließenden Abscheidebereich (3) mit einer Unterlaufdüse (8) zur Abfuhr von Grobstoffen bzw. Grobkorn, wobei eine Oberlaufdüse (9) in Form eines Tauchrohres axial in das Innere des Hydrozyklons (1) ragt. Erfindungsgemäß ist im Bereich des tangentialen Zulaufs (4) zumindest ein weiterer Zulauf (5) zur Zufuhr eines Sperrfluidstromes (7) vorgesehen, wobei dieser Sperrfluidstrom (7) und die Aufgabetrube (6) durch eine Lamelle (10) zumindest im oberen Bereich des Hydrozyklons (1) voneinander getrennt sind. Den Gegenstand dieser Erfindung bildet auch ein Verfahren zum Betreiben des erfindungsgemäßen Hydrozyklons (1).

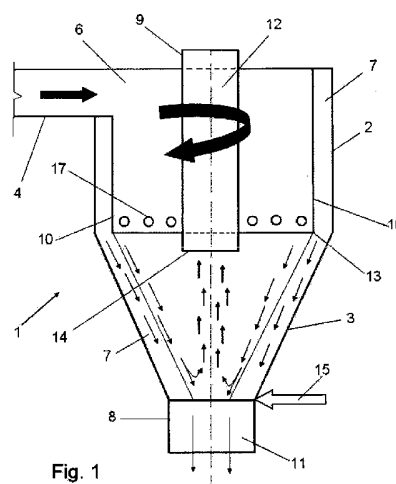


Fig. 1

Zusammenfassung

Den Gegenstand dieser Erfindung bildet ein Hydrozyklon (1) mit einem Zulaufbereich (2) mit einem tangentialen Zulauf (4) für eine Aufgabetrube (6) und einem an den Zulaufbereich (2) anschließenden Abscheidebereich (3) mit einer Unterlaufdüse (8) zur Abfuhr von Grobstoffen bzw. Grobkorn, wobei eine Oberlaufdüse (9) in Form eines Tauchrohres axial in das Innere des Hydrozyklons (1) ragt. Erfindungsgemäß ist im Bereich des tangentialen Zulaufs (4) zumindest ein weiterer Zulauf (5) zur Zufuhr eines Sperrfluidstromes (7) vorgesehen, wobei dieser Sperrfluidstrom (7) und die Aufgabetrube (6) durch eine Lamelle (10) zumindest im oberen Bereich des Hydrozyklons (1) voneinander getrennt sind. Den Gegenstand dieser Erfindung bildet auch ein Verfahren zum Betreiben des erfindungsgemäßen Hydrozyklons (1).

(Fig. 1)

Hydrozyklon mit Feinstoffabreicherung im Zyklonunterlauf

Den Gegenstand dieser Erfindung bildet ein Hydrozyklon mit einem Zulaufbereich, der einen tangentialen Zulauf für die Aufgabetrube aufweist, und einem an den Zulaufbereich anschließenden Abscheidebereich mit einer Unterlaufdüse zur Abfuhr von Schwerstoffen, Grobstoffen bzw. Grobkorn.

Den Gegenstand dieser Erfindung bildet auch ein Verfahren zum Betreiben des erfindungsgemäßen Hydrozyklons.

10

Hydrozyklone sind Fliehkraftabscheider für Suspensionen bzw. Gemische. Mit ihnen werden zumeist Feststoffpartikel abgetrennt oder klassiert. Ebenso können damit Emulsionen, wie z. B. Öl-Wasser-Gemische, getrennt werden.

15

Der Hydrozyklon ist ein wichtiger Bestandteil der Gipsentwässerung in einer nassen Rauchgasreinigungsanlage. Dabei wird die aus dem Absorber abgezogene Suspension durch einen oder mehrere Hydrozyklone teilentwässert und gelangt anschließend auf einen Bandfilter oder in eine Zentrifuge.

20

Durch dieses Verfahren wird der Gips auf zumeist unter 10% Restfeuchte gebracht und kann anschließend abtransportiert werden.

25

Ein Hydrozyklon besteht in der Regel aus einem zylindrischen Segment mit einem tangentialen Zulauf (Einlaufdüse) und einem daran anschließenden konischen Segment mit der Unterlauf- oder Apexdüse. Der Vortex-Finder bzw. die Oberlaufdüse ragt in Form eines Tauchrohres axial von oben in das Innere des Zyklons.

30

Die Bezeichnungen „oben“ und „unten“ gehen in der vorliegenden Beschreibung vom Oberlauf (spezifisch leichtere und/oder feinkörnigere Fraktion) und vom Unterlauf (spezifisch schwerere und/oder gröbere Fraktion) aus. Die tatsächliche Positionierung des Hydrozyklons ist davon jedoch weitestgehend

unabhängig, so werden häufig auch horizontal eingebaute Hydrozyklone verwendet.

- Durch den tangentialen Zulauf in das zylindrische Segment wird die Flüssigkeit auf eine Kreisbahn gezwungen und strömt in einem abwärtsgerichteten Wirbel nach unten. Durch die Verjüngung im konischen Segment kommt es zu einer Beschleunigung und Verdrängung von Volumen nach innen und zu einem Aufstau im unteren Bereich des Konus. Dies führt zur Bildung eines inneren, aufwärtsgerichteten Wirbels, der durch die Oberlaufdüse abgeführt wird. Ziel ist die Abscheidung der spezifisch schwereren Fraktion (z. B. Feststoff, Grobstoff, Grobkorn) an der Wand des Zyklons und somit der Austrag durch die Unterlaufdüse, während die spezifisch leichtere oder feinkörnigere Fraktion durch die Oberlaufdüse entweicht. Der unten abgeführte, eingedickte Strom wird Unterlauf genannt, der nach oben abgeführte, mit zumeist deutlich reduziertem Feststoffgehalt, wird als Ober- bzw. Überlauf bezeichnet.
- Das Grundprinzip des Trenn- und Klassiereffekts wird durch das Zusammenspiel der Flieh- und Strömungskräfte beschrieben. Während auf große, spezifisch schwere Partikel (Grobstoffe) die Fliehkraft stärker wirkt und diese somit nach außen zur Zyklonwand abgeschieden werden, ist bei kleinen, leichten Partikeln, aufgrund ihrer höheren spezifischen Oberfläche, die Kraft der Strömung auf die Partikel (Widerstandskraft) von übergeordneter Bedeutung.

- Bei Hydrozyklonen sorgt die gleichmäßige Dispergierung von Feinstoffen im Zulauf für eine Teilung dieser Korngrößenklassen gemäß der Aufteilung des Volumenstroms zwischen Oberlauf und Unterlauf. Dies bedeutet, dass normalerweise Feinstoffe in dem Anteil mit den Grobstoffen ausgeschieden werden, wie dies dem Volumensplit Unterlauf / Einlauf entspricht (Volumenstromverhältnis).

Herkömmliche Hydrozyklone schaffen es daher in der Regel nicht, eine disperse Phase, deren Dichte ähnlich der des Fluids ist bzw. deren Partikelgröße klein ($\sim < 5 \mu\text{m}$) ist, aus dem Unterlauf abzureichern.

- 5 Neuere Entwicklungen, wie sie beispielsweise in der DE102009057079A beschrieben werden, gehen einen Schritt weiter, indem sie durch induzieren einer Waschströmung aus einem reinen Fluid versuchen, Feinteile aus dem Unterlauf abzutrennen. Der Waschwasserstrom wird dabei in der Regel im
- 10 Konus oder im unteren Bereich des Zyklons tangential eingebracht. Diese Verdünnung führt dazu, dass die Feinstoffkonzentration im Grobstoffaustrag, also im Unterlauf, verringert wird. Nachteilig ist dabei, dass durch die eingebrachte Flüssigkeit und die damit einhergehende
- 15 Verwirbelung bereits abgeschiedene Schwerteile wieder in die Kernströmung gespült werden. Dies reduziert die Reinheit des Oberlaufes. Durch diese Nachteile kann die Abreicherung der Feinstoffe im Unterlauf nur in begrenztem Maße umgesetzt werden, zumeist nur in dem Maße, wie es dem zusätzlich
- 20 eingebrachten Wasserstrom entspricht.
- Die EP 1 069 234 B1 offenbart die Zugabe der Verdünnungsflüssig direkt in die Kernströmung durch ein in der Apexdüse mittig angeordnetes Zulaufrohr.
- 25 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Hydrozyklon bereitzustellen, der die Trennung derart verbessert, dass sowohl der Fehlastrag von Feinstoff bzw. Feinkorn im Unterlauf als auch des Grobstoffs bzw. Grobkorns im Oberlauf verringert wird. Die Feinstoffe sollen also -
- 30 bezogen auf die volumenbezogene Konzentration im Einlauf - im Unterlauf abgereichert werden.
- Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Hydrozyklon, bei dem durch das Einbringen einer Sperrschicht aus Wasser oder einem anderen Fluid eine reine Phase zur Verfügung gestellt wird,
- 35 durch die der Grobstoff sedimentieren muss, wohingegen die

Feinfraktion überwiegend im ursprünglichen Strom zurückbleibt. Die Zuführung dieses Sperrfluids erfolgt durch zumindest einen weiteren, von der Suspensionszuführung unabhängigen Zulauf.

Der Sperrfluidstrom wird von der Suspension bzw. Aufgabetrübe
5 durch eine Lamelle getrennt und kann im zylindrischen Segment eingebracht werden. Die Lamelle übernimmt dabei die Aufgabe, Vermischungen im Eintrittsbereich zu verhindern und einen Kontakt der Strömungsschichten erst nach Ausbildung eines stabilen Profils zu gewähren.

10

Denkbar ist auch die Zuführung einer Sperrschicht im Konusbereich, wobei in diesem Fall eine stufige Aufweitung des Zyklondurchmessers vorgesehen sein kann, um den Sperrwasserstrom ohne Verdrängung der Suspension einbringen zu
15 können.

20

Der Grundgedanke der Erfindung ist es, durch die Ausbildung einer Sedimentationshilfsschicht (Sperrfluidströmung), die in keiner bzw. nur in geringer Wechselwirkung zur Hauptströmung steht, möglichst definierte Sedimentationsbedingungen zu erhalten, um eine echte Partikeltrennung über deren Sedimentationsweg zu erzielen und keine Anreicherung, wie sonst üblich.

25

Die Feinanteile (Feinstoffe) verbleiben zum überwiegenden Teil in der Kernströmung. Die Sperrfluidströmung umgibt dabei die Aufgabetrübe ringförmig. Die Feinstoffe bzw. das Feinkorn werden also im Unterlauf abgereichert bzw. im Idealfall gänzlich abgetrennt, bezogen auf die volumenbezogene

30

Konzentration im Einlauf (auch unter Berücksichtigung der zudosierten Sperrfluidmenge bzw. Sperrwassermenge).

Vorzugsweise ist der Sperrfluidstrom über den zumindest einen weiteren Zulauf tangential dem Zulaufbereich zuführbar.

Dadurch kann sich eine stabile kreisförmige Sperrfluidströmung
35 im Zykloninneren ausbilden.

Vorzugsweise ist die Lamelle im Wesentlichen zylinderförmig oder konisch ausgebildet. Sie kann sich dabei im Zulaufbereich bzw. im zylindrischen Segment vom Einlaufbereich der

- 5 Sperrfluidströmung bis zum Übergang zum Abscheidebereich bzw. konischen Segment erstrecken oder im konischen Bereich befestigt sein. Dadurch verbleibt genug Zeit, dass sich sowohl in der Sperrfluidschicht als auch in der Aufgabetrübe eine stabile kreisförmige Strömung ausbilden kann.

10

Es ist günstig, wenn die Lamelle an ihrem unteren Ende spitz zusammenläuft bzw. möglichst dünn ausgeführt ist, sodass der Sperrfluidstrom und die Aufgabetrübe möglichst wirbelfrei zusammenführbar sind. Die beiden Strömungen sollen auch

15 unterhalb der Lamelle möglichst getrennt voneinander weiterströmen.

In einer günstigen Ausführungsform erstreckt sich die Mündungsöffnung der Oberlaufdüse bis in den Bereich in dem die

20 Sperrfluidströmung und die Aufgabetrübe gemeinsam weitergeführt werden.

Die Lamelle kann auch Ausgleichsöffnungen aufweisen, die eine Verbindung zwischen der Aufgabetrübe und der

25 Sperrfluidströmung darstellen, dadurch kommt es zu einem Druckausgleich zwischen Sperrfluid und Suspension, bevor die beiden Schichten aufeinander treffen. Idealerweise ist dabei das Sperrfluid immer mit einem etwas höheren Druck beaufschlagt, als die Suspension.

30

Es ist auch denkbar, dass im Unterlaufbereich zusätzliches Wasch- oder Verdünnungswasser einbringbar ist, sodass dadurch eine weitere Abreicherung von Feistoffen bzw. Feinkorn im Unterlauf erreicht werden kann. Beispielsweise kann im Bereich

35 des Apex ein Wasserstrom axial dem Vortex zugeführt werden, um

eine Wiederaufwirbelung bzw. Durchmischung der getrennten Schichten zu minimieren.

- Gegenstand der Erfindung bildet auch ein Verfahren zum
- 5 Betreiben des erfindungsgemäßen Hydrozyklons, wobei der Sperrfluidstrom und die Aufgabetrübe im Hydrozyklon zusammen weitergeführt werden, sobald sich die Sperrfluidströmungen und Aufgabetrübeströmung stabil ausgebildet haben.
- 10 Vorzugsweise wird im Bereich der Unterlaufdüse Wasch- oder Verdünnungswasser eingedüst, beispielsweise über ein in der Unterlaufdüse mittig angeordnetes Zulaufrohr.

- Im Folgenden wird der erfindungsgemäße Hydrozyklon anhand von
- 15 vier Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hydrozyklons;
- Fig. 2 einen Querschnitt im Bereich des Einlaufs durch den
- 20 erfindungsgemäßen Hydrozyklon.
- Fig. 3 und 4 einen schematischen Längsschnitt durch weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Hydrozyklons;
- Gleiche Bezugszeichen in den beiden Zeichnungen bezeichnen jeweils die gleichen Bauteile.

25

- Im Folgenden wird beispielhaft auf einen Hydrozyklon mit zylinderförmigen Einlaufbereich und konischem Abscheidebereich eingegangen. Das erfindungsgemäße Prinzip ist aber auch für rein zylindrische bzw. rein-konische Schleudern bzw. Zyklone
- 30 anwendbar.

In Figur 1 ist der erfindungsgemäße Hydrozyklon 1 dargestellt. Er besteht aus einem Zulaufbereich 2 und aus einem daran anschließenden Abscheidebereich 3. Der Zulaufbereich 2 ist

hier zylinderförmig und der Abscheidebereich 3 ist konusförmig ausgebildet.

Über den tangentialen Zulauf 4 wird eine Aufgabetrube 6 dem Hydrozyklon 1 zugeführt. Bei der Aufgabetrube 6 kann es sich
5 beispielsweise um eine Gipssuspension handeln.

Der Abscheidebereich 3 weist eine Unterlaufdüse 8 zur Abfuhr von Grobstoffen bzw. Grobkorn auf. Durch die Oberlaufdüse 9, die in Form eines Tauchrohres axial in das Innere des Hydrozyklons 1 ragt, kann die spezifisch leichtere bzw.

10 feinkörnigere Fraktion als Oberlauf 12 abgeführt werden. Neben dem tangentialen Zulauf 4 weist der Hydrozyklon 1 auch einen weiteren Zulauf 5 (nur in Fig. 2 dargestellt) für den Sperrfluidstrom 7 auf, der hier ebenfalls tangential dem Zulaufbereich 2 zugeführt wird. Beim Sperrfluid 7 handelt es
15 sich beispielsweise um Wasser, Alkohol oder Öl. Der

Sperrfluidstrom 7 und die Aufgabetrube 6 werden dem Hydrozyklon 1 getrennt zugeführt und durch die Lamelle 10 voneinander getrennt. Bei der Lamelle 10 handelt es sich beispielsweise um ein zylinderförmiges, dünnwandiges Bauteil
20 aus Metall. Die reine Sperrfluidströmung 7 trifft am unteren Ende 13 der Lamelle 10 mit der eigentlichen Suspensionsströmung (Aufgabetrube 6) zusammen. Dies erfolgt, sobald die Strömungen vom Sperrfluid 7 und der Aufgabetrube 6 stabil ausgebildet sind.

25

Nach der Zusammenführung der beiden Volumenströme 6, 7 stellt sich eine Sedimentationsbewegung von Schwerteilen (Grobstoffen) durch die Sperrschicht 7 ein. Dadurch kommt es zu einer Abreicherung der Feinstoffe im Unterlauf 11. Im
30 konischen Abscheidebereich 3 erfolgt die Strömungsführung wie in konventionellen Hydrozyklonen.

Die Lamelle 10 weist hier Ausgleichsöffnungen 17 auf, die eine Verbindung zwischen der Aufgabetrube 6 und der
35 Sperrfluidströmung 7 darstellen, dadurch kommt es zu einem

Druckausgleich zwischen Sperrfluid 7 und Suspension 6. Diese Ausgleichslöcher sind auch im Bereich des Zulaufs 5 denkbar.

- Durch die Strömungspfeile wird angedeutet, dass sich die
- 5 Sperrfluidströmung 7 und die Aufgabetrübe 6 möglichst wenig miteinander vermischen. Die Sperrfluidströmung 7 bildet also zur Wand des konusförmigen Abscheidebereiches 3 hin eine Sperrfluidschicht 7 aus.
- 10 Optional kann im Abscheidebereich 3 bzw. im Unterlaufbereich zusätzlich Wasch- oder Verdünnungswasser 15 eingebracht werden, dadurch kann der volumenbezogene Anteil der Feinstoffe im Unterlauf 11 weiter reduziert werden.
- 15 Die Mündungsöffnung 14 der Oberlaufdüse 9 endet hier im Bereich unterhalb des Endes 13 der Lamelle 10. Je nach den jeweiligen Volumenanteilen in der Sperrfluidströmung 7 und der Aufgabetrübe 6 wird die Abscheidung der Schwerteilfraktion (Grobstoffe) mehr oder
- 20 weniger scharf sein.

Figur 2 stellt einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Hydrozyklon 1 im Bereich des Einlaufs dar. Hierbei erkennt man gut den tangentialen Zulauf 4 für die Aufgabetrübe 6 und den

25 tangentialen Zulauf 5 für die Sperrfluidschicht 7. Diese beiden Zuläufe 4, 5 münden hier im Wesentlichen parallel in den Zulaufbereich 2.

In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des

30 Hydrozyklons 1 dargestellt. Der konusförmige Abscheidebereich 3 des Hydrozyklons 1 hat eine stufenförmige Erweiterung, durch die das Sperrfluid 7 zudosiert wird. Die Aufgabetrübe 6 und das Sperrfluid 7 werden dabei durch die Lamelle 10, die hier gleichzeitig einen Teil des Zyklonhauses darstellt,

voneinander getrennt. Die Lamelle 10 ist hier konisch. Der Sperrfluidstrom 7 wird dem Hydrozyklon 1 tangential zugeführt.

Fig. 4 zeigt einen Hydrozyklon 1 bei dem zusätzliche Wasch-
5 oder Verdünnungswasser 15 über ein in die Unterlaufdüse (8)
hineinragendes Zulaufrohr 16 zudosiert wird. Das Zulaufrohr 16
ist mittig in der Unterlaufdüse 8 angeordnet.

Die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen stellen
10 lediglich eine bevorzugte Ausführung der Erfindung dar. Die
Erfindung umfasst auch andere Ausführungsformen, bei denen
beispielsweise mehrere weitere Zuläufe 5 für den
Sperrfluidstrom 7 vorgesehen sind.

Patentansprüche

1. Hydrozyklon (1) mit einem Zulaufbereich (2) mit einem tangentialen Zulauf (4) für eine Aufgabetrube (6) und einem
5 weiteren an den Zulaufbereich (2) anschließenden Abscheidebereich (3) mit einer Unterlaufdüse (8) zur Abfuhr von Schwerstoffen bzw. Grobkorn, wobei eine Oberlaufdüse (9) in Form eines Tauchrohres axial in das Innere des Hydrozyklons (1) ragt, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des
10 tangentialen Zulaufs (4) zumindest ein weiterer Zulauf (5) zur Zufuhr eines Sperrfluidstromes (7) vorgesehen ist, wobei das Sperrfluid (7) und die Aufgabetrube (6) im Hydrozyklon (1) zusammenführbar sind und dass sie vor ihrer Zusammenführung durch eine Lamelle (10) voneinander getrennt sind.

15

2. Hydrozyklon (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** über den zumindest einen weiteren Zulauf (5) der Sperrfluidstrom (7) tangential dem Zulaufbereich (2) zuführbar ist.

20

3. Hydrozyklon (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abscheidebereich (3) konisch ausgebildet ist und dass der Zulauf (5) den Sperrfluidstrom (7) tangential dem konischen Abscheidebereich (3) zuführt, und dass an der Stelle
25 der Zusammenführung eine stufige Erweiterung im Hydrozyklon (1) vorgesehen ist.

4. Hydrozyklon (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lamelle (10) im Wesentlichen
30 zylinderförmig ist.

5. Hydrozyklon (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lamelle (10) im Wesentlichen konisch ist.

35

6. Hydrozyklon (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Lamelle (10) im Zulaufbereich (2) bis zum Übergang zum Abscheidebereich (3) erstreckt.
- 5 7. Hydrozyklon (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Lamelle (10) bis in den Abscheidebereich (3) erstreckt
- 10 8. Hydrozyklon (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Mündungsöffnung (14) der Oberlaufdüse (9) bis in den Bereich erstreckt, in dem die Sperrfluidströmung (7) und die Aufgabetrube (6) gemeinsam weitergeführt werden.
- 15 9. Hydrozyklon (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lamelle (10) an ihrem unteren Ende (13) spitz zusammenläuft, sodass der Sperrfluidstrom (7) und die Aufgabetrube (6) möglichst wirbelfrei zusammenführbar sind.
- 20 10. Hydrozyklon (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Lamelle (10) Ausgleichsöffnungen (17) zum Druckausgleich zwischen der Aufgabetrube (6) und dem Sperrfluidstrom (7) vorgesehen sind.
- 25 11. Hydrozyklon (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Eintrittsbereich des Sperrfluidstromes (7) in der Lamelle (10) Ausgleichsöffnungen (17) zum Druckausgleich zwischen der Aufgabetrube (6) und dem
- 30 Sperrfluidstrom (7) vorgesehen sind.
12. Hydrozyklon (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Abscheidebereich (3) bzw. im Unterlaufbereich zusätzliches Wasch- oder Verdünnungswasser
- 35 (15) einbringbar ist.

13. Hydrozyklon (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zusätzliche Wasch- oder Verdünnungswasser (15) über ein in die Unterlaufdüse (8) hineinragendes Zulaufrohr (16) zuführbar ist.

14. Hydrozyklon (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zulaufrohr (16) mittig in der Unterlaufdüse (8) angeordnet ist.

15. Verfahren zum Betreiben eines Hydrozyklons (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sperrfluidstrom (7) und die Aufgabetrübe (6) im Hydrozyklon (1) zusammen weitergeführt werden, sobald sich die Sperrfluidströmung (7) und Aufgabetrübeströmung (6) stabil ausgebildet haben.

16. Verfahren zum Betreiben eines Hydrozyklons (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Unterlaufdüse (8) Wasch- oder Verdünnungswasser (15) eingedüst wird.

