

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50710/2017 (51) Int. Cl.: **G01F 1/684** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 24.08.2017 **G01F 5/00** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2019 **G01L 19/06** (2006.01)  
**G01K 13/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102010043572 A1  
US 2013055801 A1  
US 2013055800 A1  
DE 10042400 A1  
US 2013192354 A1  
DE 102008001982 A1  
DE 102014202105 A1  
US 2016313165 A1

(71) Patentanmelder:  
AVL List GmbH  
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
Smode Wolfgang  
8010 Graz (AT)  
Kügele Christoph Dipl.Ing.  
8020 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.  
8020 Graz (AT)

(54) **Messvorrichtung zum Detektieren einer Messgröße eines partikelbeladenen Fluids**

(57) Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung (10) zum Detektieren zumindest einer Messgröße eines in einer Leitung (9) entlang einer Hauptströmungsrichtung (200) strömenden partikelbeladenen Fluids (2) sowie ein Messverfahren unter Verwendung einer solchen Messvorrichtung (10), die ein in der Leitung (9) anordenbares Messgehäuse (101) aufweist. Das Fluid (2) strömt zumindest teilweise durch einen innerhalb des Messgehäuses (101) zwischen einer Messkanal-Eingangs- (31) und -Ausgangsöffnung (32) ausgebildeten Messkanal (3), wobei im Messkanal (3) ein Sensor (6) zum Erfassen der Messgröße angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist in der Messvorrichtung (10) ein Separationsbereich (12) vorgesehen, wobei der Messkanal (3) von dem Separationsbereich (12) abzweigt und das Fluid (2) in eine vom Separationsbereich (12) in den Messkanal (3) abzweigende und durch die Messkanal-Ausgangsöffnung (32) in die Leitung (9) austretende erste Teilströmung (21) und eine durch eine Ausgangsöffnung (41) des Separationsbereichs (12) aus der Messvorrichtung (10) in die Leitung (2) austretende zweite Teilströmung (22) aufteilbar ist.

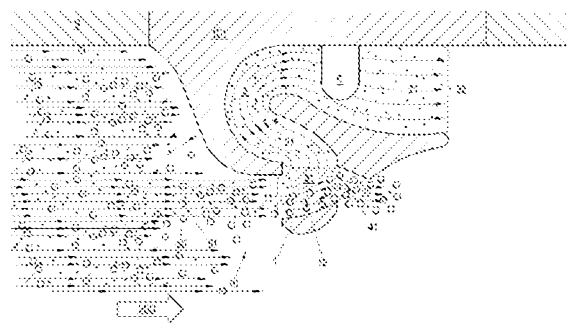


Fig. 1

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung (10) zum Detektieren zumindest einer Messgröße eines in einer Leitung (9) entlang einer Hauptströmungsrichtung (200) strömenden partikelbeladenen Fluids (2) sowie ein Messverfahren unter Verwendung einer solchen Messvorrichtung (10), die ein in der Leitung (9) anordenbares Messgehäuse (101) aufweist. Das Fluid (2) strömt zumindest teilweise durch einen innerhalb des Messgehäuses (101) zwischen einer Messkanal-Eingangs- (31) und -Ausgangsöffnung (32) ausgebildeten Messkanal (3), wobei im Messkanal (3) ein Sensor (6) zum Erfassen der Messgröße angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist in der Messvorrichtung (10) ein Separationsbereich (12) vorgesehen, wobei der Messkanal (3) von dem Separationsbereich (12) abzweigt und das Fluid (2) in eine vom Separationsbereich (12) in den Messkanal (3) abzweigende und durch die Messkanal-Ausgangsöffnung (32) in die Leitung (9) austretende erste Teilströmung (21) und eine durch eine Ausgangsöffnung (41) des Separationsbereichs (12) aus der Messvorrichtung (10) in die Leitung (2) austretende zweite Teilströmung (22) aufteilbar ist.

Fig. 1

### **Messvorrichtung zum Detektieren einer Messgröße eines partikelbeladenen Fluids**

Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung und ein Verfahren zum Detektieren zumindest einer Messgröße eines in einer Leitung entlang einer Hauptströmungsrichtung strömenden partikelbeladenen Fluids, wobei die Messvorrichtung ein in der Leitung anordenbares Messgehäuse aufweist und das Fluid zumindest teilweise durch einen innerhalb des Messgehäuses der Messvorrichtung zwischen einer Messkanal-Eingangsöffnung und einer Messkanal-Ausgangsöffnung ausgebildeten Messkanal strömt, wobei im Messkanal zumindest ein Sensor zum Erfassen der Messgröße angeordnet ist.

Um Messgrößen eines Fluids, welches mit Partikeln beaufschlagt ist, zu ermitteln, müssen Sensoren wie zum Beispiel Temperaturfühler, Drucksensoren oder Feuchtesensoren, vor im Fluid vorhandenen Wassertropfen und Fremdkörpern, wie beispielsweise Feststoffpartikeln in Form von Staub oder ähnlichem, geschützt werden. Dazu werden beispielsweise Filterelemente verwendet, die oftmals als feine Netze oder Gitter ausgeführt und in Form einer Schutzhülse, beispielsweise aus Schutzgitter oder aus feinen Netzen, um den Sensor angebracht sind und in erster Linie dazu dienen, Beschädigungen des Sensors durch Wassertropfen bzw. Partikel zu verhindern.

Es lässt sich dabei jedoch konstruktionsbedingt nicht vermeiden, dass die durch den Sensor vorgenommene Messung beeinflusst wird. Treffen beispielsweise Wassertropfen auf den Partikelfilter auf, so zerfließen diese auf der Oberfläche des Filterelements und blockieren den (beispielsweise gasförmigen) Fluidstrom, welcher eigentlich auf den Sensor treffen sollte, zumindest teilweise. Damit wird natürlich die Messung verfälscht, schlimmstenfalls wird die Messung ganz unterbrochen, wenn das „zerflossene“ Wasser bis zum Sensor vordringt. Sofern das das Filterelement umgebende Gasgemisch nicht gesättigt ist, verdunstet das zerflossene Wasser innerhalb einiger Minuten bis Stunden auf natürliche Art und Weise, wobei allerdings während dieser Zeit keine Messung möglich ist. Um den Sensor also schnellstmöglich wieder von daran anhaftenden Wassertropfen zu befreien, kann das Gehäuse des Sensors erhitzt werden, womit eine Verdunstung der Wassertropfen beschleunigt wird. Üblicherweise muss dafür von einer Heizdauer von ca. 30-60 Sekunden ausgegangen werden. In diesem Zeitraum ist die Messung jedoch ebenso unterbrochen. Treffen feste Partikel als Fremdkörper auf das Filterelement, so treten vergleichbare Probleme wie bei Auftreffen von Wassertropfen auf. Jedoch kommt als erschwerender Faktor hinzu, dass sich feste Partikel im Gitter verfangen können und entfernt werden müssen, um keine dauerhafte Beeinträchtigung der Messung zu bewirken. Dies erfordert meistens einen mechanischen Eingriff, was ebenfalls eine Beeinflussung oder sogar Unterbrechung der Messung bis zum Reinigen des Netzes bewirkt.

Alternativ zu Netzen oder Gittern können auch als Schilde fungierende Abdeckelemente zur Abschirmung gegenüber Partikeln oder Wassertropfen verwendet werden, wie beispielsweise in der US 2002/0170363 A1 offenbart. Schilde weisen den Vorteil auf, dass Partikel bzw. Wassertropfen abgelenkt oder abgeleitet werden und nicht "aufgefangen" werden können. Damit kommt es zu keiner Beeinträchtigung bzw. Unterbrechung der Messung. Jedoch können Schilde nicht gewährleisten, dass zwischen dem strömenden Fluid und den hinter dem Schild angebrachten Sensoren ein ausreichender Gasaustausch stattfindet. Dies führt dazu, dass die Messwerte des Sensors kontinuierlich verfälscht werden. Damit ist dieses Verfahren gerade bei dynamischen Änderungen der Messgrößen nicht einsetzbar.

Die DE 199 27 818 C3 hingegen offenbart eine Vorrichtung zum Messen der Masse eines strömenden Mediums, wobei sich ein Sensor in einem zumindest teilweise abgeschatteten Bereich eines Messkanals befindet, in den nur wenige Schmutzpartikel oder Flüssigkeiten gelangen sollen. Vollständig verhindert werden kann das aber nicht, da der Fluidstrom durch den Messkanal direkt auf den Sensor trifft. Daher ist der Sensor in der Ausführung gemäß DE 199 27 818 C3 noch zusätzlich in einer Vertiefung eines Sensorträgers, der in den Strömungskanal ragt, angeordnet. Damit wird der Sensor nicht direkt vom Fluidstrom angeströmt, sondern das Fluid strömt am Sensor vorbei, wobei dennoch Beeinträchtigungen durch Wassertropfen, Staubteilchen oder andere Fremdkörper nicht ausgeschlossen werden können.

Es ist somit eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, eine Messvorrichtung zum Ermitteln einer Messgröße eines partikelbehafteten Fluids anzugeben, bei welcher das Messergebnis so weit wie möglich nicht von den Partikeln des Fluids beeinflusst wird und der Sensor so weit wie möglich vor Beschädigungen durch Partikel geschützt wird.

Diese Aufgabe wird durch eine eingangs erwähnte Messvorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in der Messvorrichtung ein Separationsbereich zwischen einer Eingangsöffnung zum Eintreten von Fluid aus der Leitung in die Messvorrichtung und einer Ausgangsöffnung zum Austreten von Fluid aus der Messvorrichtung in die Leitung vorgesehen ist, wobei der Messkanal von dem Separationsbereich abzweigt und das Fluid in eine vom Separationsbereich in den Messkanal abzweigende und durch die Messkanal-Ausgangsöffnung in die Leitung austretende erste Teilströmung und eine durch die Ausgangsöffnung aus der Messvorrichtung in die Leitung austretende zweite Teilströmung aufteilbar ist. Vorzugsweise ist dabei die Messkanal-Eingangsöffnung an einer Stelle des Separationsbereiches vorgesehen, die eine Richtungsänderung der ersten Teilströmung gegenüber der durch den Separationsbereich strömenden zweiten Teilströmung und/oder der Hauptströmungsrichtung bedingt. In einer Variante der Erfindung verläuft dazu eine Flächennormale der Querschnittsfläche der Messkanal-Eingangsöffnung im Wesentlichen normal zur Hauptströmungsrichtung des Fluids.

Die Aufgabe wird außerdem durch ein eingangs erwähntes Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Fluid in einem mit dem Messkanal verbundenen Separationsbereich in eine erste Teilströmung und eine zweite Teilströmung aufgeteilt wird, wobei die erste Teilströmung vom Separationsbereich abgezweigt wird und dabei gegenüber der durch den Separationsbereich strömenden zweiten Teilströmung eine Richtungsänderung erfährt.

Damit ist eine Aufteilung des Fluids in eine erste Teilströmung, an der die Messung durchgeführt werden kann, und in eine zweite Teilströmung, welche für die Messung nicht relevant, möglicherweise sogar schädlich ist, möglich.

Vorteilhafterweise folgen der ersten Teilströmung überwiegend agile Partikel des Fluids mit einer ersten Stokes-Zahl, vorteilhafterweise kleiner 1, und der zweiten Teilströmung überwiegend träge Partikel des Fluids mit einer zweiten Stokes-Zahl größer der ersten Stokes-Zahl, vorteilhafterweise größer 1. Die erste Teilströmung kann neben agilen Partikeln mit einer ersten Stokes Zahl auch vereinzelt träge Partikel mit einer höheren Stokes-Zahl, z.B. mit der zweiten Stokes-Zahl vom Fluid in die erste Teilströmung beinhalten. Ebenso können sich auch vereinzelt agile Partikel in der zweiten Teilströmung befinden. Durch Berücksichtigung der Stokes-Zahl, einer dimensionslosen Kennzahl, wird die Wirkung der Massenträgheit der Partikel in einem bewegten Fluid berücksichtigt und genutzt. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn das Fluid selbst seine Richtung ändert, womit sich je nach Stokes-Zahl auch die Trajektorie der Partikel ändert. Die Stokes-Zahl beschreibt das Verhältnis aus einer charakteristischen Reibungszeit zur charakteristischen Fluidzeit. Die charakteristische Reibungszeit wiederum beschreibt die Zeit, mit der sich durch Reibung die Partikelgeschwindigkeit des Partikels an die Geschwindigkeit des umgebenden Fluids anpasst. Die charakteristische Fluidzeit hingegen beschreibt die Zeit, in welcher das Fluid selbst, z.B. durch äußere Einflüsse, seine Geschwindigkeit ändert. Das Fluid kann grundsätzlich gasförmig, wie auch flüssig sein.

Durch die erfindungsgemäße Aufteilung der Strömung befinden sich in der ersten Teilströmung vorteilhafterweise nur agile Partikel mit einer ersten Stokes-Zahl kleiner 1. Für die agilen Partikel stimmt die Trajektorie größtenteils mit der ersten Strömung im Messkanal überein - je kleiner ein agiles Partikel ist, desto stärker ist die Übereinstimmung, d.h. bei einer Stokes-Zahl von Null stimmen die Trajektorien zu 100 Prozent überein - , womit die agilen Partikel mit der Strömung um den Sensor strömen und damit am Sensor bzw. an einer eventuell vorhandenen Schutzhülse nicht, bzw. kaum aufgefangen werden. Träge Partikel mit höherer Stokes-Zahl können die Richtungsänderung aufgrund ihrer Trägheit nicht mitmachen und bilden überwiegend die zweite Teilströmung.

Eine Strömung weist an einem umströmten Objekt üblicherweise einen Staupunkt auf - an einem Zylinder beispielsweise in Form einer Linie. An diesem Punkt bzw. an dieser Linie trifft die Stromlinie lotrecht auf das Objekt. Wenn also agile Partikel einer Strömung (d.h. einer

Stromlinie) folgen, muss es auch (einige sehr wenige) Partikel geben die jener Stromlinie folgen, welche im Staupunkt mündet und damit am umströmten Objekt auftrefft. Das bedeutet, dass im Falle der gegenständlichen Erfindung im Messkanal auch einige wenige agile Partikel auf den Sensor auftreffen können, was jedoch lediglich einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Messung verursacht. Aufgrund der Tatsache, dass nur weniger Partikel und wenn, dann praktisch ausschließlich kleine agile Partikel auf den Sensor auftreffen, ergeben sich auch geringere durch die Partikel verursachte Messfehler.

Der Sensor wird jedoch vorteilhafterweise vor trägen Partikeln, die eine zweite Stokes-Zahl größer 1, aufweisen, geschützt, da zumindest ein Großteil der trägen Partikel, der sich in der zweiten Teilströmung befindet, nicht in den Messkanal und damit zum Sensor umgelenkt wird. Diese trägen Partikel würden, wenn sie sich in der ersten Teilströmung und damit im Messkanal befinden würden, nicht um den Sensor umgelenkt werden, und könnten am Sensor bzw. an einer eventuell vorhandenen Schutzhülse nicht aufgefangen werden, was durch die Erfindung verhindert wird. Natürlich können sich auch agile Partikel in der zweiten Teilströmung befinden, was aber nicht weiter störend ist.

Durch die Aufteilung des Fluids in eine erste Teilströmung und eine zweite Teilströmung wird die durch den Sensor vorgenommene Messung nicht bzw. kaum negativ beeinflusst und es können (z.B. durch die Stokes-Zahl beschriebene) Eigenschaften der Partikel-Fluid-Interaktion ausgenutzt werden. Daher teilt die gegenständliche Erfindung das Fluid in eine erste und zweite Teilströmung auf. Die zweite Teilströmung, die z.B. die trägen Partikel (z.B. Stokes-Zahl  $\geq 1$ ) beinhaltet, wird durch die Ausgangsöffnung nach außen geführt. Die erste Teilströmung, die z.B. die agilen Partikel (z.B. Stokes-Zahl  $< 1$ ) beinhaltet, wird in den Messkanal und damit zum Sensor umgelenkt.

In einer Variante der Erfindung ist beim Übertritt vom Separationsbereich in den Messkanal eine Richtungsänderung der ersten Teilströmung hinsichtlich der zweiten Teilströmung und/oder hinsichtlich der Hauptströmungsrichtung von mindestens  $45^\circ$ , vorzugsweise  $90^\circ$  vorgesehen. Mit anderen Worten ist die Messvorrichtung derart ausgeführt, dass beim Übertritt vom Separationsbereich in den Messkanal eine Richtungsänderung der ersten Teilströmung hinsichtlich der zweiten Teilströmung und/oder hinsichtlich der Hauptströmungsrichtung von mindestens  $45^\circ$ , vorzugsweise  $90^\circ$  bewirkbar ist. Als Richtungsänderung ist die gesamte Richtungsänderung des Messkanals anzusehen. So muss eine  $360^\circ$ -Richtungsänderung kein vollständiger Umlauf sein, sondern kann sich beispielsweise auch aus einer ersten  $180^\circ$ -Richtungsänderung und einer weiteren  $180^\circ$ -Richtungsänderung in die Gegenrichtung zusammensetzen. Als Richtungsänderung wird hierbei eine Änderung einer Strömungsrichtung von zumindest  $90^\circ$  verstanden.

In einer weiteren Variante der Erfindung ist ein Strömungspfad der ersten Teilströmung von der Eingangsöffnung des Separationsbereichs zu der Messkanal-Ausgangsöffnung des Messkanals S-förmig mit einer zweifachen Richtungsänderung ausgestaltet. Mit anderen Worten ist der Messkanal S-förmig mit einer zweifachen Richtungsänderung der ersten Teilströmung  
5 ausgestaltet. Damit erfolgt die Wechselwirkung zwischen Fluid und Sensor besonders kontinuierlich und verzögerungsarm. und Verwirbelungen der ersten Teilströmung und weiter des Fluids und damit verbundene Einflüsse auf die Messung werden vermieden.

Zur günstigen Aufteilung auf erste und zweite Teilströmung ist günstigerweise die Querschnittsfläche der Eingangsöffnung größer als die Querschnittsfläche der Ausgangsöffnung.  
10 Damit kann nicht das gesamte in den Separationsbereich einströmende Fluid durch die Ausgangsöffnung austreten bzw. ergibt sich ein Gegendruck, der eine bessere Umlenkung der ersten Teilströmung in den Messkanal bewirkt.

Zur Unterstützung der Aufteilung in Teilströmungen ist in einer Variante der Erfindung im Separationsbereich ein Umlenkelement angeordnet, mit dem das in den Separationsbereich  
15 einströmende Fluid in Richtung der Messkanal-Eingangsöffnung lenkbar ist. Günstigerweise ist dabei das Umlenkelement im Separationsbereich gegenüberliegend der Messkanal-Eingangsöffnung angeordnet. In einer weiteren Variante der Erfindung ist die Messkanal-Eingangsöffnung gegenüberliegend einer Seitenwand des Separationsbereichs angeordnet und das Umlenkelement als eine Keilfläche ausgeführt, die zumindest in dieser Seitenwand des  
20 Separationsbereichs von einem nahe der Eingangsöffnung angeordneten Punkt mit einem ersten Abstand von der Messkanal-Eingangsöffnung zu einem nahe der Ausgangsöffnung angeordneten Punkt mit einem kleiner als der erste Abstand ausgeführten zweiten Abstand von der Messkanal-Eingangsöffnung geneigt ist. Durch das Umlenkelement wird das Abzweigen der ersten Teilströmung in den Messkanal unterstützt.

Vorteilhafterweise ist der Messkanal so ausgestaltet, dass die erste Teilströmung in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids, vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung aus der Messkanal-Ausgangsöffnung austritt. Dadurch kann die erste Teilströmung ohne negative  
25 Beeinflussung durch das Fluid in der Leitung durch den Messkanal strömen.

In einer weiteren Variante der Erfindung weitet sich die Querschnittsfläche des Messkanals  
30 zumindest im Bereich des Sensors auf. Günstigerweise ist die Querschnittsfläche in Strömungsrichtung der ersten Teilströmung beginnend vom Sensor bis zur Messkanal-Ausgangsöffnung aufgeweitet oder weitet sich beginnend vom Sensor in Strömungsrichtung der ersten Teilströmung beginnend vom Sensor bis zur Messkanal-Ausgangsöffnung stetig auf, womit ein größerer Bereich zum Platzieren des Sensors zur Verfügung steht. Gleichzeitig wird verhindert,  
35 dass der Sensor Querschnittsfläche des Messkanals verstellt und dadurch die erste Teilströmung behindert.

Vorteilhafterweise ist die Ausgangsöffnung derart ausgerichtet, dass die zweite Teilströmung in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids, vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung aus der Ausgangsöffnung austritt. Dies verhindert in erster Linie Verwirbelungen der zweiten Teilströmung und weiter des zufließenden Fluids und damit verbundene Einflüsse auf die Messung.

In einer Variante der Erfindung ist an der Messvorrichtung in Flussrichtung stromaufwärts der Eingangsöffnung ein Flankenabschnitt vorgesehen, mit dem eine Richtungsänderung des auf den Flankenabschnitt auftreffenden Fluids zur Eingangsöffnung bewirkbar ist. Damit kann der Durchsatz des Fluids durch die Messvorrichtung, den Separationsbereich und damit auch den Messkanal erhöht werden.

Wie auch Strömungssimulationen der Erfinder gezeigt haben kann durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung für den gesamten Strömungsbereich des Messkanals das Eindringen von Partikeln mit Stokes-Zahlen im Bereich von 1 weitgehend vermieden werden, so dass eine ungestörte Messung ohne Beschädigung des Sensors möglich ist.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen. Darin zeigen

Fig.1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Messvorrichtung,

Fig.2a eine Frontansicht der erfindungsgemäßen Messvorrichtung,

Fig.2b eine Rückansicht der erfindungsgemäßen Messvorrichtung, und

Fig. 3 eine Detailansicht eines Längsschnitts der erfindungsgemäßen Messvorrichtung.

Identische Elemente sind in den verschiedenen Figuren aus Gründen der Übersichtlichkeit mit demselben Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung 10, die in einer Leitung 9 angeordnet ist, in der ein partikelbeladenes Fluid 2 in einer Hauptströmungsrichtung 200 strömt. Bei dem Fluid 2 kann es sich z.B. um ein Aerosol – also eine luft- bzw. gasgetragene kondensierte Phase –, Abgas von Verbrennungsmaschinen, Brennstoffzellen oder ähnlichem, Prozessgase oder Umgebungsluft handeln. Nachfolgend wird der Einfachheit halber der Begriff Fluid weiterverwendet.

Das Fluid 2 kann flüssig, gasförmig oder gemischt aus flüssigen, festen (bzw. kondensierten) und gasförmigen Komponenten sein und weist größere und kleinere Partikel 50, 51 auf, wobei nachfolgend die kleineren Partikel als agile Partikel 51 und die größeren Partikel als träge Partikel 50 bezeichnet werden. Bei den Partikeln 50, 51 kann es sich z.B. um Russ- oder

Schmutzpartikel oder auch Wassertröpfchen handeln – die beiden Partikelarten 50, 51 unterscheiden sich insbesondere durch Größe und/oder Masse, können ansonsten aber von der gleichen Art sein. Aus Gründen der Übersichtlichkeit zeigt Fig. 1 das Fluid 2 insbesondere stromaufwärts der Messvorrichtung 10, ab der Messvorrichtung 10 ist nur der durch die

5 Messvorrichtung 10 strömende Fluidanteil dargestellt – natürlich befindet sich in der gesamten Leitung 9 und auch auf Höhe bzw. stromabwärts der Messvorrichtung 10 Fluid 2 mit den genannten Partikeln 50, 51.

Bei der Leitung 9 kann es sich um eine Rohrleitung, einen Kanalabschnitt oder ähnliches handeln. Die Messvorrichtung 10 weist ein in der Leitung 9 anordenbares Messgehäuse 101

10 auf. Das Messgehäuse 101 kann dabei in die Leitung 9 hineinragen oder z.B. in einen Rohrabschnitt integriert werden, der in eine Rohrleitung eingebaut wird. Innerhalb des Messgehäuses 101 der Messvorrichtung 10 verläuft ein Messkanal 3 zwischen einer Messkanal-Eingangsöffnung 31 und einer Messkanal-Ausgangsöffnung 32. Das Fluid 2 strömt zumindest teilweise durch den Messkanal 3, in dem zumindest ein Sensor 6 zum Erfassen einer Messgröße des Fluids 2 vorgesehen ist. Bei der Messgröße kann es sich um den Feuchtegehalt,

15 Partikelkonzentration oder die Menge oder Konzentration eines anderen Bestandteils des Fluids 2 handeln. Aus der Messkanal-Ausgangsöffnung 32 tritt das Fluid 2 wieder in die Leitung 9 aus.

Bei bisher bekannten Lösungen kommt es bei vergleichbaren Messvorrichtungen zu Problemen, wenn Bestandteile – z.B. Partikel, Wassertröpfchen oder ähnliches – des Fluids 2 auf

20 den Sensor 6 treffen und die Messung stören, verfälschen oder sogar zu deren Abbruch führen, weil der Sensor 6 beschädigt oder zerstört wird. Dabei machen insbesondere größere, schwerere Bestandteile Schwierigkeiten, die weiter oben als träge Partikel 50 eingeführt wurden.

Erfindungsgemäß ist daher in dem Messgehäuse 101 der Messvorrichtung 10 ein Separationsbereich 12 zwischen einer Eingangsöffnung 11 zum Eintreten von Fluid 2 aus der Leitung

25 9 in die Messvorrichtung 10 und einer Ausgangsöffnung 41 zum Austreten von Fluid 2 aus der Messvorrichtung 10 in die Leitung 9 vorgesehen, wobei der Messkanal 3 von dem Separationsbereich 12 abzweigt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist dabei die Eingangsöffnung 11 auf der der Hauptströmungsrichtung 200 entgegen gerichteten Seite des Messgehäuses 101 angeordnet, während sich die Ausgangsöffnung 41 auf der in Strömungsrichtung

30 200 weisenden Seite des Messgehäuses 101 befindet.

Im Separationsbereich 12 wird das in die Messvorrichtung 10 eintretende Fluid 2 in eine über die Messkanal-Eingangsöffnung 31 in den Messkanal 3 abzweigende und durch die Messkanal-Ausgangsöffnung 32 wieder in die Leitung 9 austretende erste Teilströmung 21 und eine

35 durch die Ausgangsöffnung 41 aus dem Separationsbereich 12 der Messvorrichtung 10 in

die Leitung 9 austretende zweite Teilströmung 22 aufgeteilt. Die zweite Teilströmung 22 verläuft im Wesentlichen parallel zur Hauptströmungsrichtung 200 und tritt auch in dieser Richtung – also in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids 2 – aus der Ausgangsöffnung 41 aus. Das Einströmen des Fluids 2 in die Messvorrichtung 10 wird begünstigt durch einen an der Messvorrichtung 10 bzw. dem Messgehäuse 101 stromaufwärts – also in Hauptströmungsrichtung 200 gesehen vor – der Eingangsöffnung 11 vorgesehenen Flankenabschnitt 4. Der Flankenabschnitt 4 ist dabei schildartig ausgeführt und strömungstechnisch so ausgelegt, dass einerseits eine Richtungsänderung des auf den Flankenabschnitt 4 auftreffenden Fluids 2 zur Eingangsöffnung hin bewirkbar ist, andererseits aber dem in der Leitung 9 strömenden Fluid ein möglichst geringer Strömungswiderstand entgegengesetzt wird.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Messkanal-Eingangsöffnung 31 an einer Stelle des Separationsbereichs 12 angeordnet, die bei bestimmungsgemäßer Positionierung bei Verwendung der Messvorrichtung 10 eine Richtungsänderung der ersten Teilströmung 21 gegenüber der durch den Separationsbereich 12 strömenden zweiten Teilströmung 22 und/oder der Hauptströmungsrichtung 200 bewirkt. Diese Richtungsänderung wird hier insbesondere dadurch bewirkt, dass die Flächennormale 310 (siehe Fig. 3) der Querschnittsfläche der Messkanal-Eingangsöffnung 31 im Wesentlichen normal zur Hauptströmungsrichtung 200 des Fluids 2 verläuft. Mit anderen Worten bleibt die Strömungsrichtung der zweiten Teilströmung 22 unverändert gegenüber der Hauptströmungsrichtung 200 des Fluids 2 während die erste Teilströmung 21 eine Richtungsänderung vollzieht, um in den Messkanal 3 eintreten zu können. Als Richtungsänderung wird im Rahmen der vorliegenden Offenbarung eine Änderung der Strömungsrichtung von zumindest 90° oder mehr verstanden. Günstigerweise wird beim Übertritt der ersten Teilströmung 21 vom Separationsbereich 12 in den Messkanal 3 hinsichtlich der zweiten Teilströmung 22 (bzw. deren Strömungsrichtung) und der Hauptströmungsrichtung 200 eine Richtungsänderung von mindestens 45°, vorzugsweise wie im dargestellten Ausführungsbeispiel von 90° bewirkt.

Durch die Richtungsänderung lässt sich verhindern, dass die trägen Partikel 50, die sich aus den bereits beschriebenen Gründen nachteilig auf den Messvorgang bzw. den Sensor 6 auswirken können, in den Messkanal 3 eintreten. Bei agilen Partikeln 51 stimmt die Teilchentrajektorie mit der Stromlinie überein und die agilen Partikel 51 können der Stromlinie der richtungsändernden ersten Teilströmung 21 folgen, während die trägen Partikel 50 aufgrund ihrer Trägheit die Richtungsänderung nicht mitmachen können und der ursprünglichen Strömungsrichtung entsprechenden Stromlinie der zweiten Teilströmung 22 folgen.

Die Trennung zwischen trägen Partikel 50 und agilen Partikel 51 ergibt sich gemäß deren Stokes-Zahl  $St$ . Die Stokes-Zahl  $St$  ist folgendermaßen definiert:  $St = \tau_{dyn} / \tau_{str}$ , wobei  $\tau_{dyn}$  eine charakteristische Reibungszeit und  $\tau_{str}$  eine charakteristische Fluidzeit darstellt. Die charakte-

ristische Fluidzeit  $\tau_{str}$  beschreibt die Zeit, in welcher ein Fluid selbst, z.B. durch äußere Einflüsse, seine Geschwindigkeit ändert und kann basierend auf Erfahrungswerten abgeschätzt werden, beispielsweise aus charakteristischen Flusstabellen zu einem Fluid. Die charakteristische Reibungszeit  $\tau_{dyn}$  hingegen beschreibt die Zeit, mit der sich durch Reibung die Partikelgeschwindigkeit eines Partikels an die Geschwindigkeit des umgebenden Fluids anpasst. Die charakteristische Reibungszeit  $\tau_{dyn}$  kann wiederum über  $\tau_{dyn} = (d^2 * \rho_p) / (18\mu)$  berechnet werden, wobei  $\rho_p$  die Partikeldichte,  $\mu$  die dynamische Viskosität und  $d$  den Partikeldurchmesser beschreibt. Wenn die Partikeldichte  $\rho_p$  und die dynamische Viskosität  $\mu$  konstant gehalten oder angenommen werden können, wie es beispielsweise bei Wassertropfen in einer Luftströmung der Fall ist, dann bleibt der Partikeldurchmesser  $d$  als einzige variable Größe. Die trägen Partikel 50 weisen demnach eine Stokes-Zahl  $St > 1$  auf, die agilen Partikel 51 haben eine Stokes-Zahl  $St < 1$ .

Die beschriebene Richtungsänderung der ersten Teilströmung 21 kann den Großteil der trägen Partikel 50 vom Messkanal 3 fernhalten, wobei allerdings einige träge Partikel 50 z.B. durch Kollisionen mit den Wänden des Separationsbereichs 12 dennoch in den Messkanal 3 gelangen können. Um zu verhindern, dass diese trägen Partikel 50 den Sensor 6 erreichen, wird dieser einerseits an das Ende des Messkanals 3 nahe der Messkanal-Ausgangsöffnung 32 positioniert. Andererseits ist der Strömungspfad der ersten Teilströmung 21 von der Eingangsöffnung 11 des Separationsbereichs 12 zu der Messkanal-Ausgangsöffnung 32 S-förmig mit einer zumindest zweifachen Richtungsänderung ausgestaltet. Die erste Teilströmung 21 ändert ihre Richtung beim Eintritt in den Messkanal 3 um etwa  $180^\circ$  und wird dann zum Sensor 6 bzw. der Messkanal-Ausgangsöffnung 32 noch einmal um etwa  $180^\circ$  umgelenkt, so dass sie im Wesentlichen wieder in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids 2 bzw. in Richtung der Hauptströmungsrichtung 200 aus der Messvorrichtung 10 austritt. Träge Partikel 50, die abrupten Änderungen der Strömungslinien nicht folgen können, prallen also gegen die Wände des Messkanals 3, werden abgebremst und gelangen nicht zum Sensor 6. Etwaige agile Partikel 51, die der zweiten Teilströmung 22 folgen, haben keine nachteiligen Einfluss auf das Funktionieren der erfindungsgemäßen Messvorrichtung 10.

Die Aufteilung des in die Messvorrichtung 10 eintretenden Fluids 2 in erste 21 und zweite Teilströmung 22 wird unterstützt durch das Vorsehen eines Umlenkelements 1, das im Separationsbereich 12 angeordnet ist. Durch das Umlenkelement 1 wird das in den Separationsbereich 12 einströmende Fluid 2 in Richtung der Messkanal-Eingangsöffnung 31 gelenkt.

Auch unter Berücksichtigung von Fig. 3 ist erkennbar, dass das Umlenkelement 1 im dargestellten Ausführungsbeispiel insbesondere gegenüberliegend der Messkanal-Eingangsöffnung 31 ausgeführt ist. Dadurch wird eine Richtungsänderung in den Messkanal 3 hinein begünstigt. Zumindest in einer der Messkanal-Eingangsöffnung 31 gegenüberliegenden Seiten-

wand des Separationsbereiches 12 ist das Umlenkelement 1 in Form einer von der Eingangsöffnung 11 in Richtung der Ausgangsöffnung 41 bezüglich der Messkanal-Eingangsöffnung 31 ansteigenden Keilfläche ausgeführt. Die Keilfläche ist also geneigt ausgeführt, wobei in Richtung einer Flächennormale 310 von der Querschnittsfläche der Messkanal-Eingangsöffnung 31 ein nahe der Eingangsöffnung 11 angeordneter Punkt einen ersten Abstand  $h_1$  zur Messkanal-Eingangsöffnung 32 aufweist und ein nahe der Ausgangsöffnung 41 angeordneter Punkt einen kleiner als der erste Abstand  $h_1$  ausgeführten zweiten Abstand  $h_2$  zur Messkanal-Eingangsöffnung 31 aufweist.

Wie insbesondere anhand den in den Figuren 2a und 2b dargestellten Ansichten des Ausführungsbeispiels der Erfindung zu erkennen ist, ist die Querschnittsfläche der Eingangsöffnung 11 größer als die Querschnittsfläche der Ausgangsöffnung 41. Diese Ausführung begünstigt das Abzweigen der ersten Teilströmung 21 in den Messkanal 3, da der in die Messvorrichtung 10 eintretende Massenstrom des Fluids 2 nicht vollständig durch die Ausgangsöffnung 41 abgeleitet werden kann. Gleichzeitig ergibt sich dadurch auch ein Umlenkelement 1, da der Separationsbereich 12 von der Eingangsöffnung 11 in Richtung der Ausgangsöffnung 41 zusammenläuft und damit eine Richtungsänderung zumindest von Teilen des einströmenden Fluids 2 unterstützt.

Günstigerweise ist die Summe der Querschnittsfläche der Messkanal-Ausgangsöffnung 32 und der Querschnittsfläche der Ausgangsöffnung 41 gleich oder größer als die Querschnittsfläche der Eingangsöffnung 11 – damit ist sichergestellt, dass der einströmende Fluidstrom ohne allzu großen Gegendruck durch die Messvorrichtung 10 strömt. Bis zu einem gewissen Grad ist eine Einstellung des Verhältnisses zwischen erster 21 und zweiter Teilströmung 22 möglich durch Abgleich der Querschnittsflächen der Messkanal-Ausgangsöffnung 32 und der Ausgangsöffnung 41.

Um vorteilhafte Druckverhältnisse zu schaffen ist es außerdem von Vorteil, wenn sich die Querschnittsfläche des Messkanals 3 zumindest im Bereich des Sensors 6 aufweitet. Siehe dazu insbesondere Fig. 2b, wo eine Ansicht von stromabwärts auf die von der Hauptströmungsrichtung 200 abgewandte Seite der Messvorrichtung 10 dargestellt ist. Die Querschnittsfläche der Messkanal-Ausgangsöffnung 32 mit im Wesentlichen sechseckiger Form ist deutlich größer als der stromaufwärts des Sensors 6 erkennbare Bereich des Messkanals 3 mit Trapezform. Damit ist es möglich, den Platzbedarf des Sensors 6 und dessen Einfluss auf die Druckverhältnisse im Messkanal 3 zu berücksichtigen. Aus Fig. 1 ist ersichtlich, dass dabei vorteilhafterweise die Querschnittsfläche des Messkanals 2 in Strömungsrichtung der ersten Teilströmung 21 beginnend vom Sensor 6 bis zur Messkanal-Ausgangsöffnung 32 aufgeweitet ist bzw. sich in Strömungsrichtung der ersten Teilströmung 21 beginnend vom Sensor 6 bis zur Messkanal-Ausgangsöffnung 32 stetig aufweitet. Neben den genannten

Vorteile für die Druckverhältnisse wird dadurch auch eine laminare Strömung der ersten Teilströmung 21 beim Wiedereintritt in das Fluid 2 stromabwärts der Messkanal-Ausgangsöffnung 32 begünstigt, so dass die Messung möglichst wenig Einfluss auf das Strömungsverhalten des Fluids 2 in der Leitung 9 hat.

- 5 Erfindungsgemäß lässt sich also mit der beschriebenen Messvorrichtung 10 ein Verfahren zum Detektieren einer Messgröße eines in einer Leitung 9 strömenden partikelbeladenen Fluids 2 umsetzen, bei dem zumindest ein Teil des Fluids 2 durch einen Messkanal 3 der Messvorrichtung 10 an einem darin angeordneten Sensor 6 vorbei strömt, wobei das Fluid 2 in einem mit dem Messkanal 3 verbundenen Separationsbereich 12 in eine erste 21 und eine  
10 zweite Teilströmung 22 aufgeteilt wird und die erste Teilströmung 21 vom Separationsbereich 12 abgezweigt wird und gegenüber der durch den Separationsbereich 12 strömenden zweiten Teilströmung 22 und/oder gegenüber einer Hauptströmungsrichtung 200 des Fluids 2 eine Richtungsänderung von mindestens  $45^\circ$ , vorzugsweise  $90^\circ$ , erfährt.

Dadurch folgen nur agile Partikel 51 des Fluids mit einer ersten Stokes-Zahl kleiner Eins der  
15 ersten Teilströmung 21. Träge Partikel 50 mit einer zweiten Stokes-Zahl, die größer als die erste Stokes-Zahl, insbesondere größer Eins ist, die die Messung negativ beeinflussen und/oder den Sensor 6 beschädigen können, folgen der zweiten Teilströmung 22.

Die Messung hat dabei besonders geringen Einfluss auf das in der Leitung 9 strömende Fluid 2, wenn sowohl die erste Teilströmung 21 als auch die zweite Teilströmung 22 in der  
20 ursprünglichen Flussrichtung des Fluids 2, vorzugsweise in Hauptströmungsrichtung 200, aus der Messvorrichtung 10 austreten.

Die erfindungsgemäße Lösung erlaubt damit die störungsfreie und wartungsarme Messung eines partikelbeladenen Fluids 2, da im Separationsbereich 12 eine Aufteilung in zwei Teilströmungen 21, 22 erfolgt, die jeweils überwiegend unkritische, agile Partikel 51 und masse-  
25 reichere bzw. größere und damit für den Sensor 6 problematischere träge Partikel 50 aufweisen. Die erste Teilströmung 21 mit den agilen Partikeln 51 wird am Sensor vorbeigeleitet, die zweite Teilströmung aus dem Separationsbereich 12 direkt wieder in den Hauptstrom des Fluids 2 abgezweigt. Durch die Anordnung der Ein- und Auslassöffnungen bzw. das Vorsehen eines den Strömungswiderstand reduzierenden Flankenabschnitts 4, der gleichzeitig  
30 den Eintritt des Fluids 2 in die Messvorrichtung 10 unterstützt, wird eine möglichst geringe Beeinflussung der Fluidströmung durch den Messvorgang ermöglicht.

## Patentansprüche

1. Messvorrichtung (10) zum Detektieren zumindest einer Messgröße eines in einer Leitung (9) entlang einer Hauptströmungsrichtung (200) strömenden partikelbeladenen Fluids (2), wobei die Messvorrichtung (10) ein in der Leitung (9) anordenbares Messgehäuse (101) aufweist und das Fluid (2) zumindest teilweise durch einen innerhalb des Messgehäuses (101) der Messvorrichtung (10) zwischen einer Messkanal-Eingangsöffnung (31) und einer Messkanal-Ausgangsöffnung (32) ausgebildeten Messkanal (3) strömt, wobei im Messkanal (3) zumindest ein Sensor (6) zum Erfassen der Messgröße angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Messvorrichtung (10) ein Separationsbereich (12) zwischen einer Eingangsöffnung (11) zum Eintreten von Fluid (2) aus der Leitung (9) in die Messvorrichtung (10) und einer Ausgangsöffnung (41) zum Austreten von Fluid (2) aus der Messvorrichtung (10) in die Leitung (9) vorgesehen ist, wobei der Messkanal (3) von dem Separationsbereich (12) abzweigt und das Fluid (2) in eine vom Separationsbereich (12) in den Messkanal (3) abzweigende und durch die Messkanal-Ausgangsöffnung (32) in die Leitung (9) austretende erste Teilströmung (21) und eine durch die Ausgangsöffnung (41) aus der Messvorrichtung (10) in die Leitung (9) austretende zweite Teilströmung (22) aufteilbar ist.
2. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messkanal-Eingangsöffnung (31) an einer Stelle des Separationsbereichs (12) vorgesehen ist, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung eine Richtungsänderung der ersten Teilströmung (21) gegenüber der durch den Separationsbereich (12) strömenden zweiten Teilströmung (22) und/oder der Hauptströmungsrichtung (200) bedingt.
3. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Übertritt vom Separationsbereich (12) in den Messkanal (3) eine Richtungsänderung der ersten Teilströmung (21) hinsichtlich der zweiten Teilströmung (22) und/oder hinsichtlich der Hauptströmungsrichtung (200) von mindestens 45°, vorzugsweise von 90° vorgesehen ist.
4. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Strömungspfad der ersten Teilströmung (21) von der Eingangsöffnung (11) des Separationsbereichs (12) zu der Messkanal-Ausgangsöffnung (32) des Messkanals (3) S-förmig mit einer zweifachen Richtungsänderung ausgestaltet ist.
5. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche der Eingangsöffnung (11) größer als die Querschnittsfläche der Ausgangsöffnung (41) ist.
6. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Separationsbereich (12) ein Umlenkelement (1) angeordnet ist, mit dem das in den

Separationsbereich (12) einströmende Fluid in Richtung der Messkanal-Eingangsöffnung (31) lenkbar ist.

7. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Umlenkelement (1) im Separationsbereich (12) gegenüberliegend der Messkanal-Eingangsöffnung (31) angeordnet ist.

8. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messkanal-Eingangsöffnung (31) gegenüberliegend einer Seitenwand des Separationsbereichs (12) angeordnet ist und das Umlenkelement (1) als eine Keilfläche ausgeführt ist, die zumindest in dieser Seitenwand des Separationsbereichs (12) von einem nahe der Eingangsöffnung (11) angeordneten Punkt mit einem ersten Abstand (h1) von der Messkanal-Eingangsöffnung (31) zu einem nahe der Ausgangsöffnung (41) angeordneten Punkt mit einem kleiner als der erste Abstand (h1) ausgeführten zweiten Abstand (h2) von der Messkanal-Eingangsöffnung (31) geneigt ist.

9. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messkanal (3) ausgestaltet ist, dass die erste Teilströmung (21) in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids (2), vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung (200) aus der Messkanal-Ausgangsöffnung (32) austritt.

10. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Querschnittsfläche des Messkanals (3) zumindest im Bereich des Sensors (6) aufweitet.

11. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche in Strömungsrichtung der ersten Teilströmung (21) beginnend vom Sensor (6) bis zur Messkanal-Ausgangsöffnung (32) aufgeweitet ist oder sich beginnend vom Sensor (6) in Strömungsrichtung der ersten Teilströmung (21) beginnend vom Sensor (6) bis zur Messkanal-Ausgangsöffnung (32) stetig aufweitet.

12. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgangsöffnung (41) derart ausgerichtet ist, dass die zweite Teilströmung (22) in ursprünglichen Flussrichtung des Fluids (2), vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung (200) aus der Ausgangsöffnung (41) austritt.

13. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Messvorrichtung (10) in Flussrichtung stromaufwärts der Eingangsöffnung (11) ein Flankenabschnitt (4) vorgesehen ist, mit dem eine Richtungsänderung des auf den Flankenabschnitt (4) auftreffenden Fluids (2) zur Eingangsöffnung (11) bewirkbar ist.

14. Verfahren zum Detektieren einer Messgröße eines in einer Leitung (9) strömenden partikelbeladenen Fluids (2), das zumindest teilweise durch einen Messkanal (3) einer Messvorrichtung (10) strömt, wobei die Messgröße im Messkanal (3) mittels zumindest eines Sensors (6) erfasst wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluid (2) in einem mit dem Messkanal (3) verbundenen Separationsbereich (12) in eine erste Teilströmung (21) und eine zweite Teilströmung (22) aufgeteilt wird, wobei die erste Teilströmung (21) vom Separationsbereich (12) abgezweigt wird und dabei gegenüber der durch den Separationsbereich (12) strömenden zweiten Teilströmung (22) eine Richtungsänderung erfährt.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** agile Partikel (51) des Fluids (2) mit einer ersten Stokes-Zahl, vorteilhafterweise kleiner Eins, der ersten Teilströmung (21) folgen und träge Partikel (50) des Fluids (2) mit einer zweiten Stokes-Zahl größer der ersten Stokes-Zahl, vorteilhafterweise größer Eins, der zweiten Teilströmung (22) folgen.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Teilströmung (21) hinsichtlich der zweiten Teilströmung (22) und/oder hinsichtlich der Hauptströmungsrichtung (200) eine Richtungsänderung von mindestens  $45^\circ$ , vorzugsweise  $90^\circ$ , erfährt.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Teilströmung (21) in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids (2), vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung (200), aus der Messkanal-Ausgangsöffnung (32) austritt.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Teilströmung (21) durch die Messvorrichtung (10) einem Strömungspfad von der Eingangsöffnung (11) des Separationsbereichs (12) zu der Messkanal-Ausgangsöffnung (32) des Messkanals (3) folgt, der S-förmig mit einer zweifachen Richtungsänderung verläuft.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Teilströmung (22) in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids (2), vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung (200), aus der Ausgangsöffnung (41) austritt.

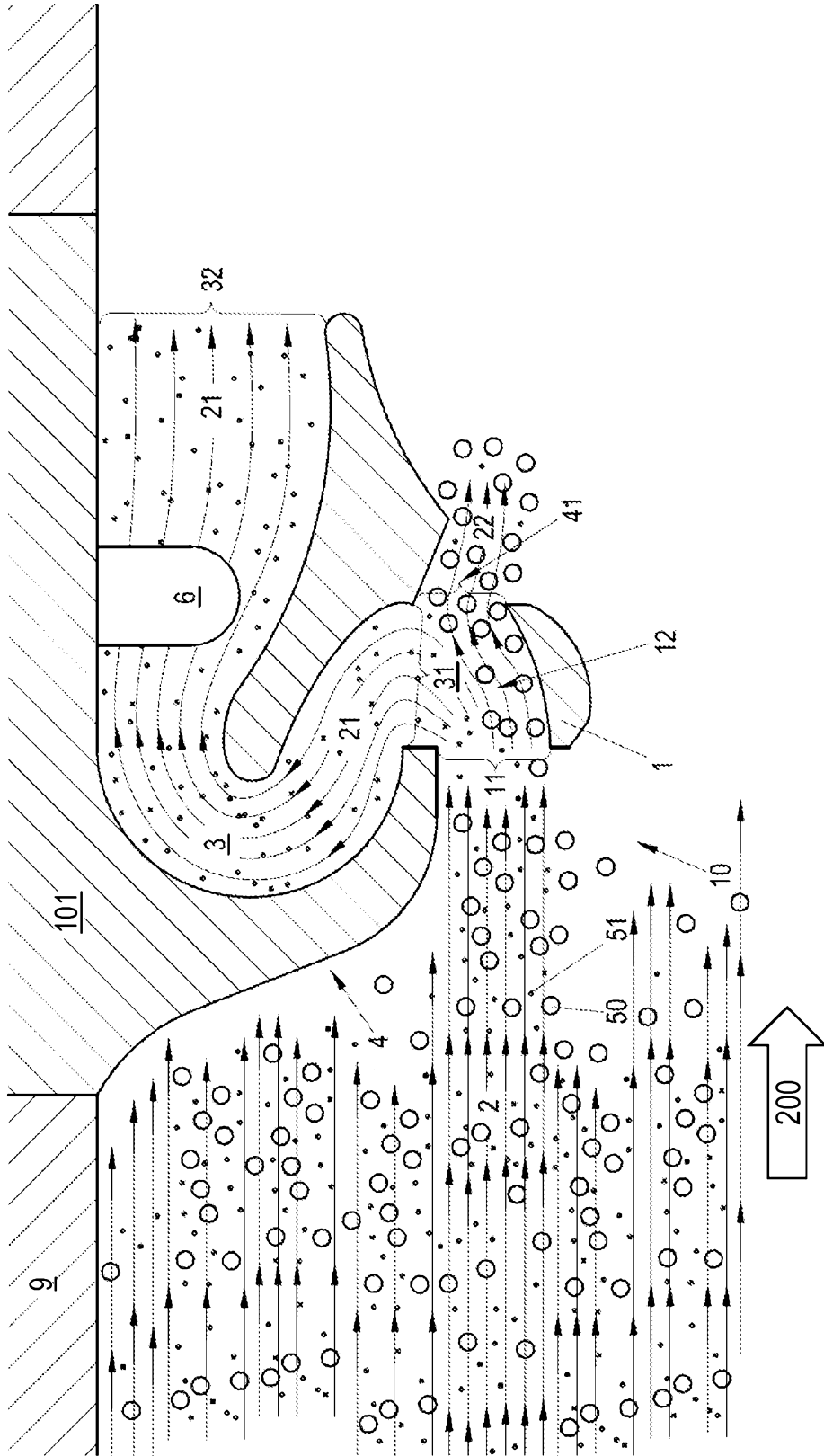


Fig. 1

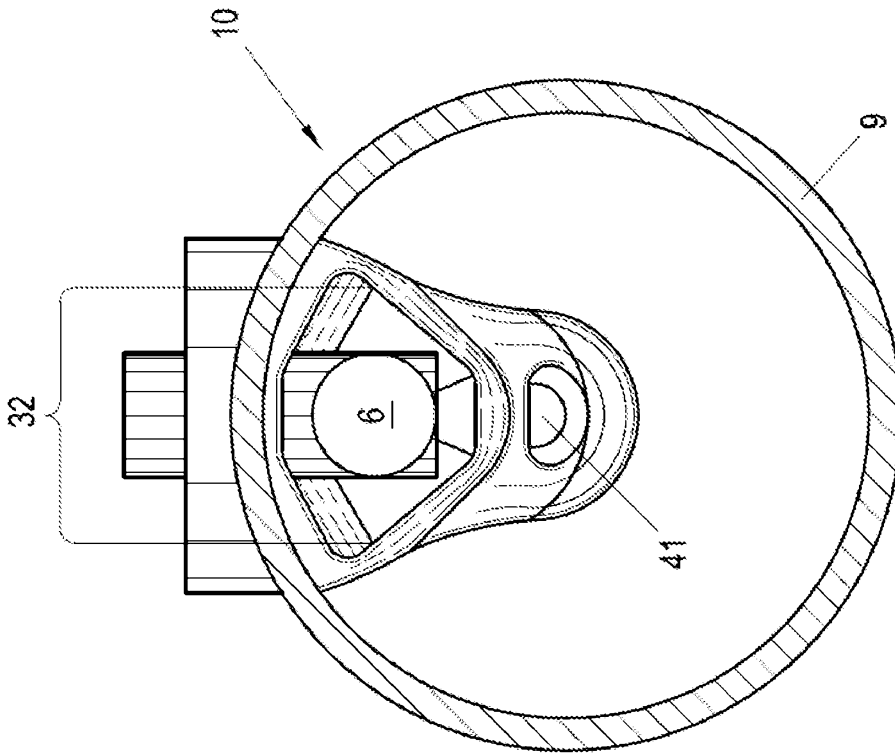


Fig. 2b

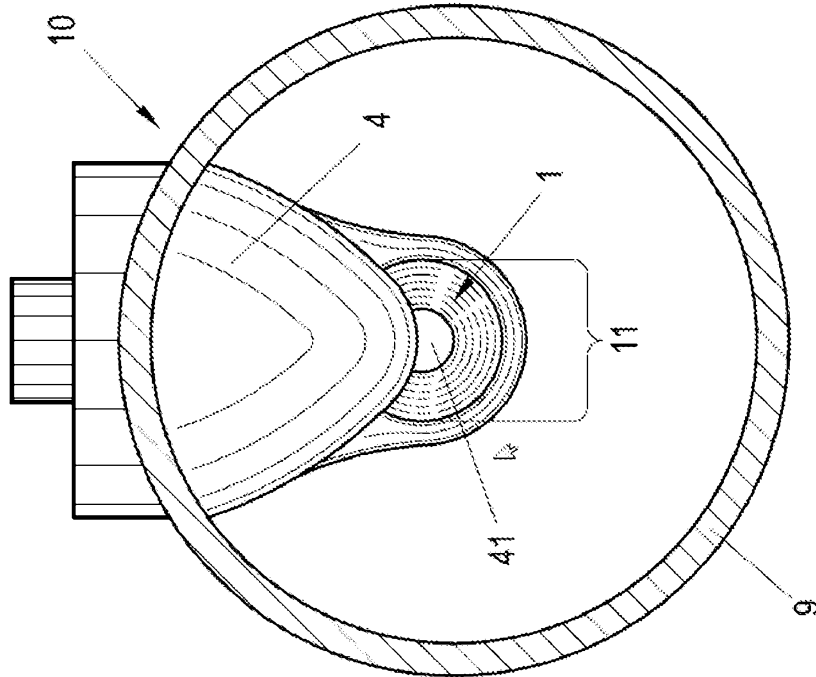


Fig. 2a

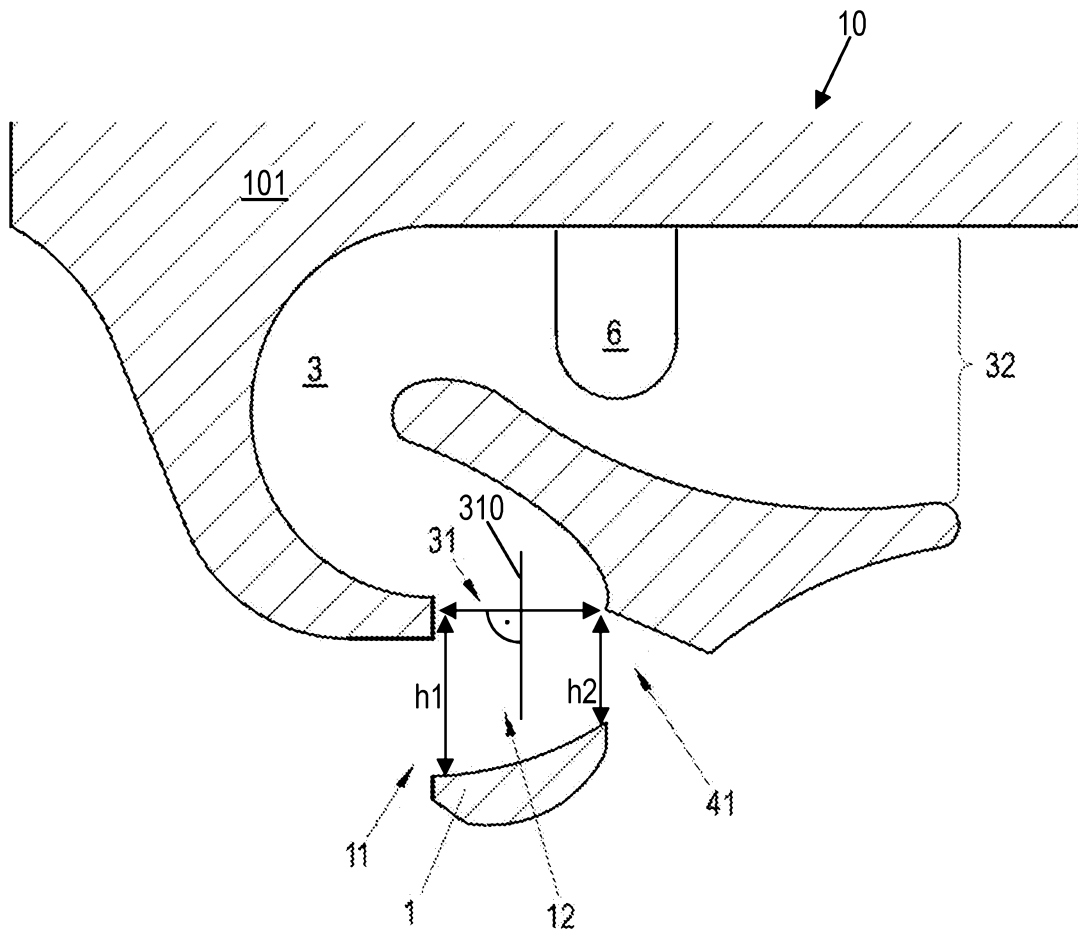


Fig. 3

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:  
**G01F 1/684** (2006.01); **G01F 5/00** (2006.01); **G01L 19/06** (2006.01); **G01K 13/02** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:  
**G01F 1/6842** (2013.01); **G01F 5/00** (2013.01); **G01L 19/06** (2013.01); **G01K 13/02** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
 G01F, G01L, G01K

Konsultierte Online-Datenbank:  
 Epodoc; TXT NN

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **24.08.2017** eingereichten Ansprüchen **1-19** erstellt.

Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102010043572 A1 (DENSO CORP) 01. Juni 2011 (01.06.2011)  Abstract; Fig. 1	1-3, 5-10, 12, 14-17, 19
Y	Abstract; Fig. 1	4, 18
X	US 2013055801 A1 (KOHNO ET ALJ) 07. März 2013 (07.03.2013)  Abstract; Fig. 1	1-3, 5-10, 12, 14-17, 19
Y	Abstract; Fig. 1	4, 18
X	US 2013055800 A1 (KITAHARA ET AL) 07. März 2013 (07.03.2013)  Abstract; Fig. 1	1-3, 5-10, 12, 14-17, 19
Y	Abstract; Fig. 1	4, 18
Y	DE 10042400 A1 (BOSCH GMBH ROBER) 14. März 2002 (14.03.2002) Abstract; Fig. 2	4, 18
A	US 2013192354 A1 (KAIFU ET AL) 01. August 2013 (01.08.2013) Abstract; Fig. 1	1-19
A	DE 102008001982 A1 (DENSO CORP) 18. Dezember 2008 (18.12.2008) Abstract; Fig. 1	1-19
A	DE 102014202105 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH) 06. August 2015 (06.08.2015) Abstract; Fig. 1	1-19
A	US 2016313165 A1 (SUDOU ET AL) 27. Oktober 2016 (27.10.2016) Abstract; Fig. 1	1-19

Datum der Beendigung der Recherche: 24.05.2018      Seite 1 von 2      Prüfer(in): BABUREK Gerhard

<sup>1)</sup> **Kategorien** der angeführten Dokumente:  
**X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.  
**Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.  
**A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.  
**P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.  
**E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).  
**&** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch

## Patentansprüche

1. Messvorrichtung (10) zum Detektieren zumindest einer Messgröße eines in einer Leitung (9) entlang einer Hauptströmungsrichtung (200) strömenden partikelbeladenen Fluids (2), wobei die Messvorrichtung (10) ein in der Leitung (9) anordenbares Messgehäuse (101) aufweist und das Fluid (2) zumindest teilweise durch einen innerhalb des Messgehäuses (101) der Messvorrichtung (10) zwischen einer Messkanal-Eingangsöffnung (31) und einer Messkanal-Ausgangsöffnung (32) ausgebildeten Messkanal (3) strömt, wobei im Messkanal (3) zumindest ein Sensor (6) zum Erfassen der Messgröße angeordnet ist, wobei in der Messvorrichtung (10) ein Separationsbereich (12) zwischen einer Eingangsöffnung (11) zum Eintreten von Fluid (2) aus der Leitung (9) in die Messvorrichtung (10) und einer Ausgangsöffnung (41) zum Austreten von Fluid (2) aus der Messvorrichtung (10) in die Leitung (9) vorgesehen ist, wobei der Messkanal (3) von dem Separationsbereich (12) abzweigt und das Fluid (2) in eine vom Separationsbereich (12) in den Messkanal (3) abzweigende und durch die Messkanal-Ausgangsöffnung (32) in die Leitung (9) austretende erste Teilströmung (21) und eine durch die Ausgangsöffnung (41) aus der Messvorrichtung (10) in die Leitung (9) austretende zweite Teilströmung (22) aufteilbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Separationsbereich (12) gegenüberliegend der Messkanal-Eingangsöffnung (31) ein Umlenkelement (1) angeordnet ist, mit dem das in den Separationsbereich (12) einströmende Fluid in Richtung der Messkanal-Eingangsöffnung (31) lenkbar ist.
2. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messkanal-Eingangsöffnung (31) an einer Stelle des Separationsbereichs (12) vorgesehen ist, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung eine Richtungsänderung der ersten Teilströmung (21) gegenüber der durch den Separationsbereich (12) strömenden zweiten Teilströmung (22) und/oder der Hauptströmungsrichtung (200) bedingt.
3. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Übertritt vom Separationsbereich (12) in den Messkanal (3) eine Richtungsänderung der ersten Teilströmung (21) hinsichtlich der zweiten Teilströmung (22) und/oder hinsichtlich der Hauptströmungsrichtung (200) von mindestens 45°, vorzugsweise von 90° vorgesehen ist.
4. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Strömungspfad der ersten Teilströmung (21) von der Eingangsöffnung (11) des Separationsbereichs (12) zu der Messkanal-Ausgangsöffnung (32) des Messkanals (3) S-förmig mit einer zweifachen Richtungsänderung ausgestaltet ist.
5. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche der Eingangsöffnung (11) größer als die Querschnittsfläche der Ausgangsöffnung (41) ist.

6. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messkanal-Eingangsöffnung (31) gegenüberliegend einer Seitenwand des Separationsbereichs (12) angeordnet ist und das Umlenkelement (1) als eine Keilfläche ausgeführt ist, die zumindest in dieser Seitenwand des Separationsbereichs (12) von einem nahe der Eingangsöffnung (11) angeordneten Punkt mit einem ersten Abstand (h1) von der Messkanal-Eingangsöffnung (31) zu einem nahe der Ausgangsöffnung (41) angeordneten Punkt mit einem kleiner als der erste Abstand (h1) ausgeführten zweiten Abstand (h2) von der Messkanal-Eingangsöffnung (31) geneigt ist.
7. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messkanal (3) ausgestaltet ist, dass die erste Teilströmung (21) in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids (2), vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung (200) aus der Messkanal-Ausgangsöffnung (32) austritt.
8. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Querschnittsfläche des Messkanals (3) zumindest im Bereich des Sensors (6) aufweitet.
9. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche in Strömungsrichtung der ersten Teilströmung (21) beginnend vom Sensor (6) bis zur Messkanal-Ausgangsöffnung (32) aufgeweitet ist oder sich beginnend vom Sensor (6) in Strömungsrichtung der ersten Teilströmung (21) beginnend vom Sensor (6) bis zur Messkanal-Ausgangsöffnung (32) stetig aufweitet.
10. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgangsöffnung (41) derart ausgerichtet ist, dass die zweite Teilströmung (22) in ursprünglichen Flussrichtung des Fluids (2), vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung (200) aus der Ausgangsöffnung (41) austritt.
11. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Messvorrichtung (10) in Flussrichtung stromaufwärts der Eingangsöffnung (11) ein Flankenabschnitt (4) vorgesehen ist, mit dem eine Richtungsänderung des auf den Flankenabschnitt (4) auftreffenden Fluids (2) zur Eingangsöffnung (11) bewirkbar ist.
12. Verfahren zum Detektieren einer Messgröße eines in einer Leitung (9) strömenden partikelbeladenen Fluids (2), das zumindest teilweise durch einen Messkanal (3) einer Messvorrichtung (10) strömt, wobei die Messgröße im Messkanal (3) mittels zumindest eines Sensors (6) erfasst wird, wobei das Fluid (2) in einem mit dem Messkanal (3) verbundenen Separationsbereich (12) in eine über eine Messkanal-Eingangsöffnung (31) in den Messkanal (3) abzweigende und durch eine Messkanal-Ausgangsöffnung (32) wieder in die Leitung austretende

erste Teilströmung (21) und eine durch eine Ausgangsöffnung (41) aus dem Separationsbereich (12) in die Leitung (9) austretende [Seite 7, Zeile 33-Seite 8, Zeile 1] zweite Teilströmung (22) aufgeteilt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Teilströmung (21) durch ein gegenüberliegend von der Messkanal-Eingangsöffnung (31) ausgeführtes Umlenkelement (1) vom Separationsbereich (12) abgezweigt wird und dabei gegenüber der durch den Separationsbereich (12) strömenden zweiten Teilströmung (22) eine Richtungsänderung erfährt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** agile Partikel (51) des Fluids (2) mit einer ersten Stokes-Zahl, vorteilhafterweise kleiner Eins, der ersten Teilströmung (21) folgen und träge Partikel (50) des Fluids (2) mit einer zweiten Stokes-Zahl größer der ersten Stokes-Zahl, vorteilhafterweise größer Eins, der zweiten Teilströmung (22) folgen.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Teilströmung (21) hinsichtlich der zweiten Teilströmung (22) und/oder hinsichtlich der Hauptströmungsrichtung (200) eine Richtungsänderung von mindestens 45°, vorzugsweise 90°, erfährt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Teilströmung (21) in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids (2), vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung (200), aus der Messkanal-Ausgangsöffnung (32) austritt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Teilströmung (21) durch die Messvorrichtung (10) einem Strömungspfad von der Eingangsöffnung (11) des Separationsbereichs (12) zu der Messkanal-Ausgangsöffnung (32) des Messkanals (3) folgt, der S-förmig mit einer zweifachen Richtungsänderung verläuft.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Teilströmung (22) in der ursprünglichen Flussrichtung des Fluids (2), vorzugsweise in der Hauptströmungsrichtung (200), aus der Ausgangsöffnung (41) austritt.