



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 N / 274 582 7

(22) 29.03.85

(44) 24.09.86

(71) Technische Hochschule Leipzig, 7030 Leipzig, Karl-Liebknecht-Straße 132, DD

(72) Teschner, Frank, Dipl.-Ing.; Hesse, Michael, Dipl.-Ing.; Hoffmann, Jörg; Hentsche, Reiner, Dipl.-Ing.; Richter, Wolfgang, Doz. Dr. sc. techn., DD

(54) Verfahren und Einrichtung zur Transportkonzentrationsmessung in Mehrphasenströmungen

(57) Die Erfindung „Verfahren und Einrichtung zur Transportkonzentrationsmessung in Mehrphasenströmungen“ findet Anwendung in verfahrenstechnischen und fördertechnischen Anlagen zur Analyse, Überwachung und Steuerung der Transportkonzentration. Ziel ist es, eine Messung der Transportkonzentration von Mehrphasenströmungen mit geringerem technischem Aufwand bei Energie- und Rohstoffeinsparung zu erreichen. Die Aufgabe besteht darin, die Messung der Transportkonzentration von Mehrphasenströmungen auch bei turbulenten Strömungsverhältnissen zu ermöglichen bei paralleler Bestimmung des Meßfehlers. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird durch ein bewegtes Partikel der von einer Meßstelle aufgenommene Lichtstrom eines Lichtbündels beim Vorbeibewegen unterbrochen. Es werden die Ein- und Ausschaltzeitpunkte festgestellt und nachfolgend durch mathematische Verknüpfung dieser Meßwerte die Transportkonzentration ermittelt. Parallel dazu wird innerhalb der Meßzeit die Partikelanzahl zur Meßfehlerbestimmung registriert. Die erfindungsgemäße Einrichtung weist einen Lichtgeber mit aussendendem Lichtbündel auf, der in einen Strömungskanal quer zur Strömungsrichtung hineinragt. Dem Lichtgeber ist ein optischer Empfänger mit Lichtleitfaser zugeordnet. Dieser sind ein optoelektronischer Wandler, ein Verstärker und ein elektronisches Konzentrationsmeßgerät nachgeschaltet. Fig. 1

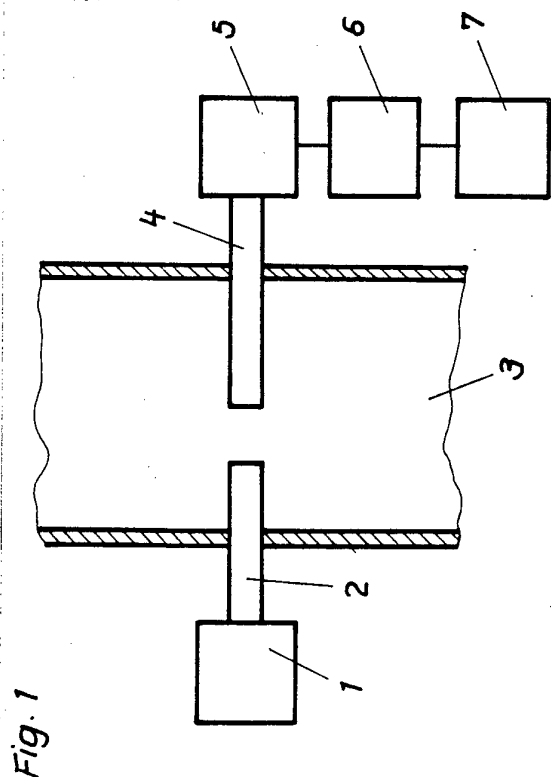


Fig. 1

Erfindungsansprüche:

1. Verfahren zur Transportkonzentrationsmessung in Mehrphasenströmungen mittels eines Lichtstromes, **gekennzeichnet dadurch**, daß durch ein bewegtes Partikel der von einer Meßstelle aufgenommene Lichtstrom eines Lichtbündels beim Vorbeibewegen unterbrochen wird, dabei die Ein- und Ausschaltzeitpunkte festgestellt werden, nachfolgend in bekannter Weise durch mathematische Verknüpfung dieser Meßwerte die Transportkonzentration ermittelt und parallel zu diesem Ablauf die Partikelanzahl zur Abschätzung des Meßfehlers registriert wird.
2. Einrichtung zur Transportkonzentrationsmessung in Mehrphasenströmungen basierend auf licht-optischem Prinzip, **gekennzeichnet dadurch**, daß in ein Lichtbündel aussendender Lichtgeber (2) in einen Strömungskanal (3) quer zur Strömungsrichtung (8) hineinragt und dem Lichtgeber (2) ein optischer Empfänger (4) mit Lichtleitfaser zugeordnet ist, wobei dieser Lichtleitfaser in bekannter Weise ein optoelektronischer Wandler (5) und ein Verstärker (6) nachgeschaltet sind, woraus sich ein elektronisches Konzentrationsmeßgerät (7) anschließt.
3. Einrichtung nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Abstand zwischen Lichtgeber (2) und dem optischen Empfänger (4) vorzugsweise drei Partikeldurchmesser beträgt.
4. Einrichtung nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Konzentrationsmeßgerät (7) eine Schaltungsanordnung zur logischen Verarbeitung der mathematischen Verknüpfung zwischen den Meßzeilen oder ein Mikrorechner Verwendung finden.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung wird angewendet in verfahrenstechnischen und fördertechnischen Anlagen zur Analyse, Überwachung und Steuerung der Transportkonzentration.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bereits ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt, bei der 2 Lichtleitfasern unmittelbar nacheinander in Strömungsrichtung angeordnet sind.

Aus den Lichtabsorptionen an der Faser eins und zwei, dem Resultat eines sich vorbeibewegenden Partikels, werden Geschwindigkeit und lineare Abmessung der Partikel sowie die Transportkonzentration berechnet. Nachteilig bei diesem Verfahren ist die Begrenzung der Anwendbarkeit auf laminare Strömungen. Bei turbulenter Strömung und demzufolge turbulenter Bewegung der Partikel kann die Geschwindigkeit nur noch mit sehr großem Fehler bestimmt werden, da diese aus der Partikelaufzeit zwischen zwei unmittelbar nebeneinander angeordneten Meßaufnehmerfasern berechnet wird.

Es ist weiterhin gemäß DE-AS 1800860 eine Vorrichtung zum Messen der Geschwindigkeit oder der Größe von bewegten Teilchen bekannt, bei welcher unter Ausnutzung des Dopplereffektes die Frequenzdifferenz zweier aufgeteilter das Strömungsmedium durchdringender und in einem Detektor wiedervereinigter kohärenter Lichtstrahlen gemessen und hieraus die Teilchengeschwindigkeit bzw. die Teilchengröße bestimmt wird.

Gemäß DE 1932627 ist ferner eine Anordnung zum Zählen und Charakterisieren kleiner Teilchen bekannt, welche eine Meßkammer in der Form eines Hohlprismas besitzt, durch welche Partikel hindurchgeleitet werden. Wesentliche Voraussetzung für das fehlerfreie Zählen der Partikel ist die Vereinzelung der Partikel im Meßvolumen.

Das Meßprinzip beruht auf der meßtechnischen Erfassung der von einzelnen Partikeln infolge Streuung oder Fluoreszenz ausgesandten Strahlung.

Es ist gemäß DE 2431107 ein Gerät zum Ermitteln der Größe und Konzentration von suspendierten kleinen Teilchen bekannt. Bei allen diesen Verfahren wird die Transportkonzentration aus der Partikelanzahl pro Meßzeit bestimmt.

Der Fehlereinfluß, resultierend aus schwankender Partikelform und Geschwindigkeit, wird bei diesen Verfahren zur Transportkonzentrationsmessung nicht kompensiert.

Es ist kein Meßgerät bekannt, welches neben der eigentlichen Meßgröße zeitgleich den Meßfehler bestimmt und zur Anzeige bringt.

Des weiteren wird der gerätetechnische Aufwand u. a. durch Justage von Linsensystemen im Vergleich zum vorgeschlagenen Verfahren als hoch angesehen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Transportkonzentrationsmessung von Mehrphasenströmungen mit geringstem technischen Aufwand. Es soll eine schnellere und genauere Meßgrößenbestimmung und somit eine effektivere Steuerung von verfahrens- und fördertechnischen Anlagen mit den Effekten der Energie- und Rohstoffeinsparungen sowie eine Qualitätserhöhung des Prozesses ermöglicht werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens und einer Einrichtung, welche die Messung der Transportkonzentration einer Mehrphasenströmung mit hoher Geschwindigkeit auch bei turbulenten Strömungsverhältnissen ermöglicht und parallel zur Transportkonzentrationsmessung eine Meßfehlerbestimmung durch eine weitere Meßgröße erfolgt.

Dies wird dadurch erreicht, daß durch ein bewegtes Partikel der von einer Meßstelle aufgenommene Lichtstrom eines

Lichtbündels beim Vorbeibewegen unterbrochen wird, die Ein- und Ausschaltzeitpunkte, d. h. den Beginn und das Ende der Meßstellenabschattung, festgestellt werden und nachfolgend durch mathematische Verknüpfung dieser Meßwerte die Transportkonzentration ermittelt wird.

Parallel zur Transportkonzentrationsmessung wird innerhalb der Meßzeit die Partikelanzahl registriert. Aus der Partikelzahl wird der Meßfehler abgeschätzt.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung ist einem in den Strömungskanal quer zur Strömungsrichtung hineinragenden, ein Lichtbündel aussendenden Lichtgeber in von der Partikelgröße abhängigem Abstand ein optischer Empfänger zugeordnet, in dessen Schutzrohr eine Empfängerlichtleitfaser angeordnet ist. Dieser Lichtleitfaser sind ein optoelektronischer Wandler, ein Verstärker und ein elektronisches Konzentrationsmeßgerät nachgeschaltet.

Der Abstand zwischen dem Lichtgeber und dem optischen Empfänger ist vorzugsweise kleiner als drei Partikeldurchmesser zu wählen.

Als Meßwertverarbeitungsanordnung, hier als Konzentrationsmeßgerät bezeichnet, kann eine Schaltungsanordnung zur logischen Verarbeitung der mathematischen Verknüpfung zwischen den Meßzeiten oder ein Mikrorechner Verwendung finden.

Ausführungsbeispiel

Nachfolgend soll das erfindungsgemäße Verfahren sowie die Einrichtung zur Transportkonzentrationsmessung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

In den Zeichnungen zeigt

Fig. 1: den schematischen Aufbau der Einrichtung

Fig. 2: die Projektion einer Partikelfolge

Fig. 3: ein Diagramm mit den Meßergebnissen bei der Passage einer Partikelfolge in der Meßzeit T_M .

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird von einem den Meßbereich passierenden Partikel der Lichtstrom eines Lichtgebers unterbrochen und dabei die Lichteintrittsfläche der Empfängerlichtleitfaser abgedeckt und der zeitliche Beginn sowie das zeitliche Ende der Abdeckzeit festgestellt.

An den Meßwerten einer Partikelfolge wird durch mathematische Verknüpfung die Transportkonzentration ermittelt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung gemäß Fig. 1 besitzt eine Lichtquelle 1, an die ein Lichtgeber 2 angekoppelt ist, welcher in den Strömungskanal 3 quer zur Strömungsrichtung hineinragt.

Der Lichtaustrittsseite des Lichtgebers 2 ist mit seiner Lichteintrittsseite gegenüberliegend ein ebenfalls in den Strömungskanal hineinragender optischer Empfänger 4 angeordnet, dem ein opto-elektrischer Wandler 5, ein Verstärker 6 und eine Meßwertverarbeitungsanordnung 7 angeordnet ist.

Der Lichtgeber 2 besteht aus einem Schutzrohr mit einem Bündel aus Lichtleitfasern.

Der optische Empfänger 4 ist mit seiner Lichteintrittsseite in einem von der Partikelgröße abhängigen Abstand b , der kleiner als die Abmessungen von drei Partikelaustrittsflächen ist, von der Lichtaustrittsfläche des Lichtgebers 2 angeordnet.

Der optische Empfänger 4 besitzt ebenfalls ein Schutzrohr in dem eine Empfängerlichtleitfaser eingebettet ist.

Die Funktionsweise der Einrichtung ist folgende:

Strömt durch den Meßbereich der in Betrieb befindlichen Einrichtung ein transparentes Medium ohne eingelagerte Partikel, wird von der Empfängerlichtleitfaser Lichtstrahlung aufgenommen, von dem optischen Wandler 5 in elektrische Signale gewandelt, die den nachgeschalteten Verstärker 6 so steuern, daß die Spannung des Ausgangspegels konstant, beispielsweise Null ist. Bewegt sich nunmehr ein Partikel durch den Meßbereich, wird der Lichtstrom an den Lichteintrittsflächen i zu den Zeitpunkten T_{Ei} unterbrochen. Der Verstärker 6 gibt zu diesem Zeitpunkt an die Meßwertverarbeitungsanordnung eine Ausgangsspannung ab.

Nachdem das Partikel die Meßstelle passiert hat, treten wieder Lichtstrahlen in die Empfängerlichtleitfaser ein und der Ausgangspegel des Verstärkers 6 wird wieder auf Null gesteuert.

Innerhalb der Meßwertverarbeitungsanordnung werden nach bekannten mathematischen Gleichungen die Transportkonzentration aus den Ein- und Ausschaltzeitpunkten innerhalb einer vorgewählten Meßzeit bestimmt. Parallel zu dieser Transportkonzentrationsmessung wird der Meßfehler der Transportkonzentration aus der in der Meßzeit registrierten Partikelanzahl bestimmt.

Aus der Partikelanzahl, die in der Meßzeit erfaßt wird, erfolgt die Abschätzung des Meßfehlers für die Volumenkonzentration. Bei turbulenter Strömung und optischer Messung der Volumenkonzentration R von Partikeln gilt näherungsweise

$$\frac{\Delta R}{R} \sim \frac{2}{\sqrt{N}} \quad \begin{array}{l} R: \text{ in der Meßzeit bestimmter Wert der Volumenkonzentration} \\ N: \text{ in der Meßzeit bestimmte Anzahl von Partikeln} \end{array}$$

Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die Einrichtung bietet den Vorteil, daß bei geringstem Realisierungsaufwand ohne Einsatz von Korrelatoren mit einfachen Analyseoperationen, wie vorwiegend Additionen, unter weitgehender Beseitigung des Einflusses der Partikelform sowie des wirksamen Meßvolumens als Fehlerquelle unter Einsatz nur einer Meßaufnehmerfaser eine genaue Ermittlung der Transportkonzentration des Meßfehlers ermöglicht wird.

Meßgeräte, die neben der Meßgröße gleichzeitig den Meßfehler angeben, sind bisher nicht bekannt.

Der Einsatz der Einrichtung in verfahrens- und fördertechnischen Anlagen zur Analyse, Überwachung und Steuerung von Transportzuständen erlaubt eine schnelle und genaue Erkennung des Prozeßzustandes und damit eine bessere Steuerung des Prozeßverlaufes mit den Effekten der Energie- und Rohstoffeinsparung sowie Qualitätserhöhung.

Fig. 1

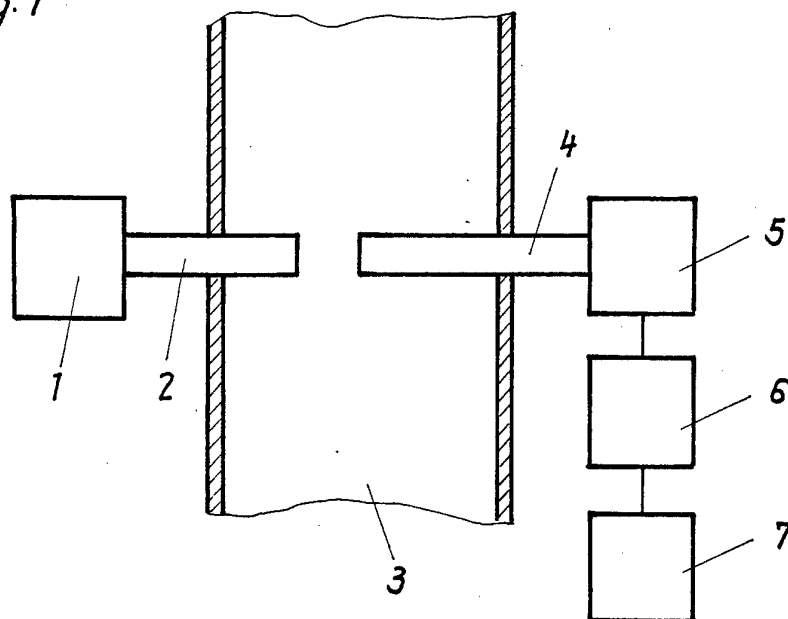


Fig. 2

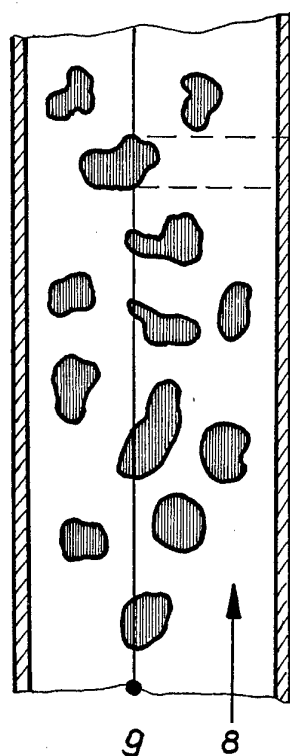
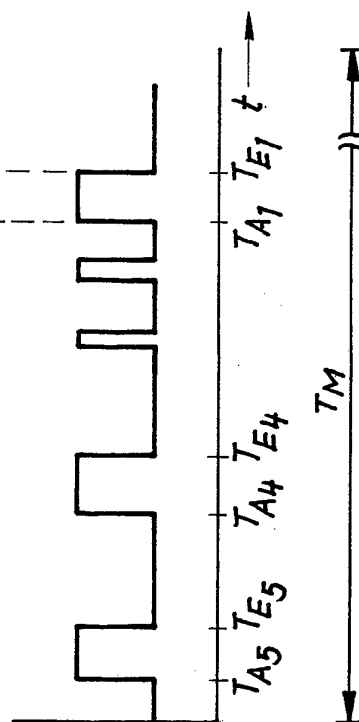


Fig. 3



$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (T_{Ei} - T_{Ai})}{T_M} \cdot 100 \%$$