Rotierende partikelabscheider als neues verfahren fr die abscheidung von feinstaub und nebel aus gasen

Citation for published version (APA):

Brouwers, J. J. H. (1995). Rotierende partikelabscheider als neues verfahren fr die abscheidung von feinstaub und nebel aus gasen. *Chemie, Ingenieur, Technik*, 67(8), 994-997. <https://doi.org/10.1002/cite.330670812>

DOI:

[10.1002/cite.330670812](https://doi.org/10.1002/cite.330670812)

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1995

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

rigen Verdichtungsrichtung dargestellt. Für die gleichmäßige Verdichtung in x - und y -Richtung gilt $\varepsilon_y/\varepsilon_x \equiv \sigma_y/\sigma_x \equiv 1$.

Dieses ist im Versuch sowie in der Rechnung wiederzufinden. Für die einaxiale Verdichtung $\varepsilon_y/\varepsilon_x = 0$ entspricht σ_y/σ_x dem Horizontalspannungsverhältnis aus der Schüttguttechnik. Es wird im Versuch zu 0,48, in der Rechnung zu 0,5 bestimmt. Insgesamt werden die Meßergebnisse über den gesamten Bereich gut wiedergegeben.

In Abb. 5 wird eine Simulation von Versuchspfaden mit Knick dargestellt. Man erkennt, daß Messung und Rechnung sowohl für den Anfang als auch für das Ende des Versuches gut übereinstimmen. Größere Abweichungen finden sich nur im Bereich des Überganges.

Eingegangen am 21. November 1994 [K 1854]

Abb. 5. Asymptotisches Verhalten (Vergleich Messung – Rechnung).

Literatur

- [1] Schwedes, J.; Feise, H.: Modelling of pressures and flow in silos, Proc. Intern. Symp. Reliable Flow of Particulate Solids II, Oslo/Norway, Aug. 1993, EFChE Publ. Ser. No. 96, 193/216.
- [2] DIN: Lastannahmen für Bauten – Lasten in Silozellen, DIN 1055 Teil 6 (1987), S. 1/6.
- [3] Nowak, M.: Chem. Eng. Technol. 15 (1992), S. 295/299.
- [4] Smolczyk, U. (Hrsg.): Grundbau Taschenbuch, 4. Aufl., Teil 1, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1990.
- [5] Kolybas, D.: Habilitation, Univ. Karlsruhe 1988, S. 1/123.

Rotierende Partikelabscheider als neues Verfahren für die Abscheidung von Feinstaub und Nebel aus Gasen

Bert Brouwers*

1 Prinzip

Der rotierende Partikelabscheider ist ein patentiertes Verfahren für die Abscheidung von festen und flüssigen Partikeln mit einem Durchmesser von ca. 0,1 µm und größer aus Gasen. Die wichtigste

* Prof. Dr. Dipl.-Ing. B. Brouwers, Universität Twente, Thermischer Maschinenbau, Postfach 217, NL-7500 AE Enschede/Niederlande.

Komponente des rotierenden Partikelabscheiders ist das Filterelement. Er besteht aus zahlreichen axialen Kanälen, die als Ganzes um eine gemeinsame Drehachse rotieren (Abb. 1). Feste und flüssige Partikeln, die sich in dem durch einen Kanal strömenden Gas befinden, werden infolge der Fliehkräfte radial nach außen geschleudert und sammeln sich an der Außenwand (Abb. 2). Die Fliehkraft, van-der-Waals-Kräfte und Kräfte infolge der Oberflächenspannung verhindern ein Mitschleudern des an der Wand angesammelten Partikelmaterials. Das gereinigte Gas verläßt den Kanal, und an der Wand angesammeltes Partikelmaterial kann in periodischen Abständen entfernt werden, zum Beispiel durch Ausspülen der Kanäle mit Luft oder Wasser.

Der Radius der Kanäle ist klein: bis zu einigen Millimetern. Damit wird erreicht, daß der von einem ausschleudernden Teilchen zurückzulegende Abstand gering ist. Bei begrenzten Umfangsgeschwindigkeiten des Filterelements (einige zehn Meter pro Sekunde) und relativ hohen axialen Gasgeschwindigkeiten (einige Meter pro Sekunde) haben Partikeln mit Mikron- und Submikrongröße dennoch die Möglichkeit, die Wand bei ausreichender axialer Länge des Kanals (bis ca. 1 m) zu erreichen. Länge und Höhe des Kanals sind so bemessen, daß der Druckverlust begrenzt ist (bis einige 100 Pa).

Abb. 1. Filterelement des rotierenden Partikelabscheiders.

Abb. 2. Zentrifugal-Partikelabscheidung in einem Trennkanal.

2 Bauarten

Um aus dem rotierenden Partikelabscheider einen in der Praxis funktionierenden Apparat zu machen, müssen dem rotierenden Filterelement verschiedene Vorrichtungen hinzugefügt werden. Eine

der möglichen Bauarten für industrielle Anwendungen ist in Abb. 3 dargestellt. Das Gas wird tangential in ein zyklonförmiges Gehäuse eingeleitet. In diesem Gehäuse werden schwerere Partikeln gleichzeitig ausgeschleudert und über die Wände und den konischen Teil abgeführt, ähnlich wie bei einem Zyklon. Das Gas wird anschließend durch die Kanäle des rotierenden Filterelements geleitet, wo die kleineren Partikeln abgeschieden werden. Oberhalb des Filterelements befindet sich ein Radiallaufrad, wodurch das Gas komprimiert wird und radial über ein Spiralgehäuse abgeführt werden kann.

Der Radius des Radiallaufrades ist größer als derjenige des Filterelements. Damit besteht die Möglichkeit, mit einer Spritzeinrichtung, die sich auf der Oberseite des Gehäuses des rotierenden Partikelabscheiders befindet, Luft oder Flüssigkeit durch die Kanäle zu blasen. So kann regelmäßig – während des Betriebs oder außerhalb des Betriebs – angesammeltes Partikelmaterial aus den Kanälen entfernt werden. Die Partikeln werden über die Wände des Zyklons abgeführt.

Abb. 3. Bauart für industrielle Anwendungen.

Lauftrad und Filterelement sind mit einem Motor verbunden, der sich federnd und dämpfend auf dem Gehäuse abstützt, zum Beispiel mit Hilfe von Gummifedern, um Vibrationen durch Unwucht zu unterdrücken. Das Radiallaufrad auf der Oberseite kann so konstruiert werden, daß im Spiralgehäuse ein leichter Überdruck entsteht. Damit wird erreicht, daß kein Leckstrom von ungefiltertem Gas im Zyklon zu gefiltertem Gas im Spiralgehäuse zustandekommt. Zwischen dem rotierenden Element und dem Gehäuse kann reichlich Spiel zugelassen werden. Montage und Demontage des rotierenden Elementes sind einfach mit Hilfe eines Flansches an der Oberseite des Apparates möglich.

3 Elementar-Abscheidegrad

Infolge der Fliehkraft ist eine Partikel Gegenstand einer radialen Verlagerung (Abb. 2). Die Geschwindigkeit, mit der sich die Partikel radial verlagert, kann dadurch berechnet werden, daß man ein Gleichgewicht zwischen Fliehkraft und Stokesscher Kraft annimmt. Diese Kraft beschreibt den Widerstand infolge der relativen Bewegung zwischen Partikeln und Gas. Aus dem Gleichgewicht kann ein Ausdruck für die radiale Geschwindigkeit einer Partikel abgeleitet werden. Ob eine Partikel die Wand des Trennkanals erreicht, hängt u. a. von der Verweilzeit und der radial zurückzulegenden Entfernung ab. Die kleinste Partikel, die noch gerade mit 100 %iger Wahrscheinlichkeit die Wand erreicht, ist diejenige Partikel, die innerhalb der gegebenen Verweilzeit einen Abstand überbrückt, der der Kanalhöhe entspricht.

Aufgrund von obenstehenden Erwägungen ist es möglich, eine Gleichung aufzustellen für den Durchmesser der kleinsten Partikeln, die mit dem rotierenden Element (Abb. 1) gerade noch mit 100 %iger Wahrscheinlichkeit abgeschieden werden. Diese Gleichung lautet:

$$d_{p100\%} = \left(\frac{27\eta\Phi d_k}{\rho_p \Omega^2 L \pi (1 - \epsilon)(R_a^3 - R_i^3)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

wobei η die Viskosität des Gases, Φ der Gasdurchsatz durch das rotierende Filterelement, d_k die Kanalhöhe, ρ_p die spezifische Masse der Partikeln, Ω die Drehzahl des Filterelements, L die Länge, ϵ die Reduzierung der effektiven Querschnittsfläche des Elements infolge der Wanddicke der Kanäle, R_a der Außenradius des Elements und R_i der Innenradius ist.

Für das Beispiel: $\Phi = 1 \text{ m}^3/\text{s}$, $L = 0,6 \text{ m}$, $R_i = 0,1 \text{ m}$, $R_a = 0,3 \text{ m}$, $\Omega = 150 \text{ rad/s}$, $d_k = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$, $\epsilon = 0,1$, $\rho_p = 2000 \text{ kg/m}^3$, $\eta = 1,8 \times 10^{-5} \text{ kg/m s}$ berechnet man $d_{p100\%} = 7 \times 10^{-7} \text{ m}$. In anderen Worten: Alle Partikeln mit einem Durchmesser von $0,7 \mu\text{m}$ und größer können unter den genannten Bedingungen mit dem betreffenden rotierenden Element zu 100 % abgeschieden werden. Ein solches Resultat wird mit einem relativ kleinen Element im Verhältnis zum Durchsatz erreicht: Die Verweilzeit beträgt nur 0,2 s. Außerdem ist die Umfangsgeschwindigkeit des Filterelements begrenzt (45 m/s), so daß Reibung und mechanische Belastung gering sind. Nach dem Hagen-Poiseuilleschen Gesetz für runde Röhrchen beträgt das Druckgefälle an den Kanälen ca. 302 Pa.

Partikeln, die kleiner als $d_{p100\%}$ sind, können die Wand des Trennkanals erreichen, sofern der Abstand zur Fangwand beim Eintritt in den Kanal ausreichend klein ist. Im allgemeinen nimmt der Abscheidungsgrad der Partikeln in dem Maße ab, in dem diese Partikeln kleiner sind als $d_{p100\%}$. Diese Abnahme ist eine Funktion von $d_p/d_{p100\%}$, wobei d_p den Durchmesser der Partikeln bezeichnet.

In Abb. 4 ist der Trenngrad für vier rotierende Partikelabscheider als Funktion der Partikelgröße, mit $d_{p100\%}$ dimensionslos gemacht, wiedergegeben. Die geprüften rotierenden Partikelabscheider variierten in ihren Dimensionen. Der Wert von $d_{p100\%}$, normiert auf eine Partikeldichte von 10^3 kg/m^3 , betrug 0,25 bis $1,5 \mu\text{m}$. Die Trenngrade als Funktion des Partikeldurchmessers wurden in verschiedenen Laboratorien gemessen und mit Kaskadenimpaktoren und Laser-Partikelzählern bestimmt. Bei den Prüfungen wurden mehrere Sorten von Partikeln abgeschieden: Partikeln aus Tabakrauch, Kornöl-Aerosole, Salz- und Kalkhydratpartikeln.

Die jeweiligen Abweichungen im Trenngrad gemäß Abb. 4 – soweit vorhanden – erklären sich aus den unterschiedlichen Verteilungen der Gasströmung über die Kanäle sowie aus Meßfehlern. Weiterhin kann aus Abb. 4 abgeleitet werden, daß Partikeln mit Durchmessern etwas über $d_{p100\%}$ zu fast 100 % abgeschieden wer-

Abb. 4. Dimensionslose Trennkurven nach Messungen an vier verschiedenen rotierenden Partikelabscheidern.

den. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, daß bei den Messungen, die mit den Kaskadenimpaktoren am Austritt des rotierenden Partikelabscheiders durchgeführt wurden, mehrmals festgestellt werden konnte, daß auf den Stufen entsprechend $d_p/d_{p100\%} > 1$ kein oder fast kein Staub vorhanden war, obgleich am Eintritt eine hohe Staubbelastung vorlag.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der Wert der Auslegungsvariablen $d_{p100\%}$ für die Abscheidungsleistung des rotierenden Partikelabscheiders ausschlaggebend ist. Der Wert $d_{p100\%}$ kann mit der Größe des Gasdurchsatzes, der Kanalhöhe, der Drehzahl, der Länge und der radialen Abmessung des Filterelements festgelegt werden. Durch geeignete Wahl dieser Variablen können Bauarten dimensioniert werden, die die speziellen Anforderungen der verschiedenen Anwendungsgebiete berücksichtigen.

4 Industrielle Anwendungen und Entwicklungen

Die Fa. Lebon & Gimbrair (Bunschoten/Niederlande) hat rotierende Partikelabscheider für die Erfassung und Entstaubung von Gasen bei industriellen Prozessen entwickelt und zur Produktionsreife gebracht (Abb. 5). Die Apparate haben eine Zyklon-Vorabscheidung, besitzen eine Einrichtung zur regelmäßigen Regenerierung des Filterelements mit Luft bzw. heißem Wasser während des Betriebs und eignen sich für Gasdurchsätze bis ca. 5000 m³/h. Die Markteinführung fand Ende 1994 statt. Da der Apparat ganz aus Edelstahl hergestellt werden kann, ist er besonders geeignet für die Anwendung in der pharmazeutischen, chemischen, Nahrungsmittel- und Milchindustrie, wo hohe Anforderungen an die Hygiene gestellt werden, kostbares Produkt zurückgewonnen oder das abzuscheidende Produkt regelmäßig gewechselt wird.

In Zusammenarbeit mit der Fa. Akzo Nobel haben an der Universität Twente Versuche mit einer „nassen Bauart“ des rotierenden Partikelabscheiders stattgefunden. Bei den Experimenten wurde sehr feines Salz mit einem spezifizierten Partikeldurchmesser ($d_{50} \approx 3,3 \mu\text{m}$) in die eingeleitete Luft dispergiert, Eingangskonzentration ca. 5 g/m³. Das Filterelement wurde kontinuierlich durch Zuführen einer kleinen Wassermenge von der Oberseite des Filters aus befeuchtet, Zufuhrmenge ca. 4 l pro kg Salz. Die Salzteilchen wurden entsprechend den theoretischen Vorhersagen abgeschieden (Gesamtabscheidegrad 99,85 %). Weiterhin wurde festgestellt, daß in den Kanälen ein stabiler Wasserfilm entsteht. In diesem Film werden die abgefangenen Salzteilchen gelöst, nach unten abgeführt, an der Unterseite des Filterelements in den Zyklon ausgeschleudert, um dann den Apparat durch den konischen Teil des Zyklons zu verlassen.

Der rotierende Partikelabscheider in der „nassen Bauart“ ist eine interessante und kostengünstige Alternative für die bestehenden

Abb. 5. Perspektivische Zeichnung des rotierenden Partikelabscheiders für die Erfassung und Entstaubung von Gasen bei Industrieprozessen (Fa. Lebon & Gimbrair).

Naßabscheider. Im Gegensatz zu den bestehenden Naßabscheidern ist im Partikelabscheider das eingebrachte Wasser nicht nötig, um die Partikel vom Gas zu trennen, sondern nur um die an der Wand gesammelten Partikel in einer Filmschicht abzuführen. Dies führt im allgemeinen zu einer viel niedrigeren Wasserbelastung des Apparates: ca. hundertmal weniger im Falle der genannten Salzpartikeln. Auch ist dies einer der Gründe, weshalb der Energieaufwand viel niedriger ist. Bei vergleichbarem Abscheidegrad ist der Energieaufwand der konventionellen Naßabscheider mindestens fünfmal so groß wie der des rotierenden Partikelabscheiders.

Im Rahmen der innovativen Forschungsprogramme des niederländischen Wirtschaftsministeriums wird an der Universität Twente der rotierende Partikelabscheider als Reaktor für Temperaturen bis ca. 500 °C untersucht. Vor dem Eintritt in den Zyklon werden feine Fest/Flüssig-Partikeln dispergiert, die als Absorptions-/Reaktionsmittel für in geringen Konzentrationen vorhandene gasförmige Verunreinigung fungieren. Die feinen Partikeln mit den darauf absorbierten Verunreinigungen werden im unterhalb befindlichen rotierenden Filterelement abgeschieden. Durch Anwendung kleiner Adsorberteilchen mit ihren charakteristischen kurzen Reaktionszeiten entsteht ein effektives und kompaktes zu bauendes Gasreinigungssystem. Die derzeitigen Untersuchungen konzentrieren sich auf die Hochtemperaturentstaubung und die Enthalgensierung (HCl-Entfernung) von Pyrolysegasen aus polymerhaltigem Abfall. Bei einem anderen Projekt wird die Abscheidung von Halogenkohlenwasserstoffen aus Prozeßgasen mit Hilfe von Aktivkohle untersucht. Im Rahmen dieser Projekte wird der Partikelabscheider als Reaktor im Modell ausgeführt. Erste Tests bei Temperaturen von 500 °C haben inzwischen stattgefunden. Dabei hat sich gezeigt, daß die Anwendung des rotierenden Partikelabscheiders bei hohen Temperaturen bei geeigneter Materialwahl (Edelstahl)

und Wärmeisolierung keine besonderen Maßnahmen erfordert. Das verwendete Filterelement war von einem Monolith für einen Katalysator abgeleitet, hergestellt aus einer hochwertigen Edelstahlfolie, die für Temperaturen bis 1000 °C geeignet ist.

Die KEMA und die niederländischen Stromerzeuger führen derzeit ein Entwicklungs- und Testprogramm durch, welches auf die Anwendung des rotierenden Partikelabscheiders in mehreren Bereichen der Stromerzeugung ausgerichtet ist. Nach erfolgreichem Abschluß von Messungen an einem Prototyp wurde durch die Ost- und Nordniederländische Elektrizitätswerke EPON die Entscheidung für den Bau einer Erprobungsanlage von rotierenden Partikelabscheidern in Eemshaven getroffen. Die Anlage besteht aus 4 rotierenden Partikelabscheidern in axialer Bauart, die in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind. Der Auslegungsdurchsatz beträgt 40 000 m³/h. Sowohl Festteilchen als auch feine, flüssige Nebelteilchen, die sich in der angesaugten Luft befinden können, werden im Filter abgeschieden. Die filtrierte Luft verläßt den Abscheider mit Überdruck. Diese Faktoren werden u. a. als spezifische Vorteile des rotierenden Partikelabscheiders bei Anwendung für die Filtration der Eintrittsluft von Gasturbinen angesehen. Die Anlage ist Ende Mai dieses Jahres in Betrieb genommen worden. Bei erfolgreichem Abschluß wird anschließend eine Demonstrationsanlage mit rotierenden Partikelabscheidern an einer Gasturbine der EPON installiert (Luftdurchsatz ca. 1 000 000 m³/h).

Derzeit finden am kohlegefeuerten Versuchskessel der KEMA Versuche mit einem rotierenden Partikelabscheider in tangentialer Bauart für die Flugascheabscheidung statt. Der Apparat wird bei einer Rauchgastemperatur von ca. 250 °C und einem Rauchgasdurchsatz von ca. 2000 m³/h betrieben. Die Flugaschekonzentration im Eintritt beträgt 5 g/m³ und muß auf ca. 5 mg/m³ reduziert werden. Bei erfolgreichem Abschluß wird das Projekt im Laufe dieses Jahres mit dem Bau einer Demonstrationsanlage aus parallelgeschalteten rotierenden Partikelabscheidern weitergeführt (Rauchgasdurchsatz 40 000 m³/h). Diese Anlage wird an einen Teil des Rauchgasstroms eines Kohlekraftwerks angeschlossen.

Die oben beschriebenen Aktivitäten bilden gleichzeitig die Vorbereitung für Tests von rotierenden Partikelabscheidern, die sich zum Filtrieren von Gasen unter Druck eignen. In Voruntersuchungen dazu wurden Versuche an rotierenden Partikelabscheidern in Druckgefäßen durchgeführt. Es wurden Vorkehrungen getroffen, um künftig einen Teilstrom der Synthesegase in der Kohlevergasungszentrale in Buggenum mit Hilfe einer Versuchsanlage zu filtern.

Ein multinational tätiges Unternehmen auf dem Gebiet elektrischer Konsumartikel hat einen Luftreiniger entwickelt, bei dem man sich des Prinzips des rotierenden Partikelabscheiders bedient. Der Luftreiniger ist für die Reinigung von Luft in Wohnräumen, Büros usw. geeignet. Die Markteinführung steht kurz bevor.

5 Schlußbemerkungen

Das Prinzip des rotierenden Partikelabscheiders bietet zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Es sind Entwicklungs- und Testprogramme im Gange, um die konstruktive Eignung und die Langlebigkeit der Apparate nachzuweisen. Für eine Reihe von Anwendungsgebieten ist die Markteinführung bereits erfolgt oder steht kurz bevor.

Ein ausführlicher Beitrag über den rotierenden Partikelabscheider wird in Chemical Engineering & Technology erscheinen.

Der Autor dankt der Geschäftsleitung der Fa. Romico Hold für ihre Zustimmung zur Veröffentlichung der Informationen in diesem Beitrag.

Eingegangen am 5. Dezember 1994 [K 5853]

Verhalten von verschiedenen technischen Aerosolen bei der Abscheidung mit fein zerstäubenden Düsen

Andreas Schenkel und Andreas Koch*

Die Abscheidung von Aerosolen erfordert in technischen Prozessen einen hohen Aufwand an Energie- und Investitionskosten. Dieser Aufwand steigt bei der Naßabscheidung mit sinkender Partikelgröße, weil die Trägheit der Aerosolpartikeln, die einen Hauptabscheidemechanismus bei der Abscheidung in konventionellen Naßwäschern darstellt, immer kleiner wird. Insbesondere bei Aerosolen im Submikronbereich führt dies oft zu einem unvermeidbar hohen Energieaufwand. In diesem Beitrag soll gezeigt werden, wie sich Aerosole unterschiedlicher Zusammensetzung beim Durchgang durch Naßabscheider mit feinerzerstäubenden Düsen und vorgeschalteter Sättigungsstufe verhalten. Salz- und Säureaerosole können bei der Naßabscheidung durch Wasserdampfkondensation anwachsen – im Gegensatz zu nicht hygroskopischen Staubpartikeln. Das Teilchenkollektiv kann also u. U. beim Verlassen des Abscheiders größer sein als im Eintritt. Über das Verhalten von Salz- und Säureaerosolen bei der Naßabscheidung gibt es bislang nur wenige Untersuchungen. Insbesondere über die Partikelgrößen und -konzentrationen dieser hygroskopischen Aerosole bei der Naßabscheidung ist nicht genügend fundiertes Wissen vorhanden.

Mit Kenntnis des Verhaltens dieser Aerosolarten ist es möglich, den Energiebedarf bei der Abscheidung zu verringern, z. B. indem die Aerosolpartikeln durch Konditionierung vor der eigentlichen Abscheidung vergrößert werden.

Im folgenden soll nach der Beschreibung des Versuchsaufbaus und der Meßtechnik zuerst die Generierung verschiedener technischer Aerosole erläutert werden. Danach folgt ein Abschnitt mit theoretischen und experimentellen Untersuchungen des Wachstums von hygroskopischen Aerosolpartikeln in feuchter Luft. Im letzten Teil soll gezeigt werden, wie sich ein derartiges Wachstum günstig auf die Aerosolabscheidung auswirkt.

1 Versuchsaufbau und Meßtechnik

Die Versuche wurden an einer halbtechnischen Versuchsanlage mit einem Gasdurchsatz bis 1000 m³/h durchgeführt (Abb. 1). In der Aerosolgenerierung wird – wie hier dargestellt – durch die Gasphasenreaktion zwischen NH₃ und HCl gasförmiges NH₄Cl erzeugt. Der Sättigungspartialdruck dieses Gases ist schnell um Größenordnungen überschritten, und es kommt zur Aerosolbildung. Bei dieser Generierung wird NH₃ immer überstöchiometrisch zugeführt. Die Aerosole werden mit einem laseroptischen Extinktionsmeßgerät an der Meßstelle 1 charakterisiert [1, 2]. Danach gelangt der Salzrauch in eine wasserdampfgesättigte Atmosphäre. Es kondensiert Wasser auf den Partikeln, die Teilchen zerfließen, und der Durchmesser steigt an. Die Veränderung an den Aerosolen wird von der Meßstelle 2 erfaßt.

Aufgrund der Kondensation des Wasserdampfs sinkt der Partialdruck im Gas, so daß er in einem weiteren Apparat – der Konditioniereinheit – wieder erhöht werden muß. Dies geschieht durch

* Dipl.-Ing. A. Schenkel, Institut für Technische Thermodynamik und Kältetechnik, Richard-Willstätter-Allee 2, 76128 Karlsruhe, und Dr.-Ing. A. Koch, GEA Wiegand GmbH, 76185 Karlsruhe.