

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Messen von Partikeln  
Herstellen von Prüfaerosolen mittels  
eines Schwingblenden-Aerosolgenerators

VDI 3491  
Blatt 13  
Entwurf

Particulate matter measurement  
Generation of test aerosols  
using a vibrating orifice generator

*Einsprüche in doppelter Ausfertigung  
bis 30.6.1988 an  
Verein Deutscher Ingenieure  
VDI-Kommission Reinhaltung der Luft  
Graf-Recke-Straße 84  
4000 Düsseldorf 1*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung . . . . .	2
<b>1 Grundlage des Verfahrens</b> . . . . .	<b>2</b>
<b>2 Beschreibung wichtiger Verfahrensschritte</b> . . . . .	<b>2</b>
2.1 Festlegung der Betriebsparameter . . . . .	2
2.2 Herstellen der Lösungen . . . . .	3
2.3 Trocknen des Aerosols . . . . .	3
2.4 Neutralisieren des Aerosols . . . . .	3
<b>3 Ausführungsbeispiel eines Schwingblenden-Aerosolgenerators</b> . . . . .	<b>3</b>
3.1 Geräte und Betriebsmittel . . . . .	3
3.2 Funktionsschema und Betrieb . . . . .	4
<b>4 Eigenschaften des Prüfaerosols</b> . . . . .	<b>5</b>
4.1 Größenverteilung der Partikeln . . . . .	5
4.2 Konzentration des Aerosols . . . . .	5
4.3 Elektrische Ladung der Partikeln . . . . .	5
4.4 Sonstige Eigenschaften . . . . .	5
4.5 Konstanz während Dauerbetrieb . . . . .	5
<b>5 Störeinflüsse und Fehlerquellen</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>6 Überprüfung und Wartung</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>7 Anwendung</b> . . . . .	<b>6</b>
Schrifttum . . . . .	6

VDI-Kommission Reinhaltung der Luft  
Arbeitsgruppe Teststäube und Prüfnormale  
im Ausschuß Meßtechnische Sonderfragen

### Vorbemerkung

Schwingblenden-Aerosolgeneratoren eignen sich zur Herstellung monodisperser Prüfaerosole aus löslichen, festen oder flüssigen Partikelsubstanzen. Dabei wird ein Partikelgrößenbereich von etwa 1 µm bis 50 µm abgedeckt, wobei sich die Größe der erzeugten Partikeln rechnerisch aus den Betriebsparametern exakt bestimmen läßt. Die Anzahlkonzentrationen der Aerosolpartikeln [1] sind relativ niedrig und liegen im Bereich von einigen hundert Partikeln pro Kubikzentimeter bei Volumenströmen von ca. 6 m<sup>3</sup>/h.

Die Partikeln können mit Farbstoffen oder Radioisotopen dotiert werden, um sie empfindlichen Nachweisverfahren zugänglich zu machen. Ein Gerät, das nach diesem Verfahren arbeitet, ist kommerziell<sup>1)</sup> erhältlich.

### 1 Grundlage des Verfahrens

Die Aerosolsubstanz wird in einem Lösungsmittel gelöst und mit einem konstanten Volumenstrom durch eine Lochblende gefördert. Die Lochblende ist so befestigt, daß sie über eine Piezokeramik axial zum austretenden Flüssigkeitsstrahl in Schwingungen versetzt werden kann. Die dadurch dem Strahl aufgeprägte Instabilität führt unter bestimmten Bedingungen dazu, daß der Strahl in gleich große Tropfen aufbricht. Durch Zuführen trockener Mischluft wird der Lösungsmittelanteil dieser Tropfen verdampft, und es entstehen Partikeln aus der eingesetzten Aerosolsubstanz, deren Größe in weiten Bereichen über das Mischungsverhältnis von Aerosolsubstanz und Lösungsmittel einstellbar ist.

<sup>1)</sup> Bezugsquelle: TSI GmbH, 5100 Aachen

## 2 Beschreibung wichtiger Verfahrensschritte

### 2.1 Festlegung der Betriebsparameter

Um ein optimales Aufbrechen des Flüssigkeitsstrahles zu gewährleisten, muß nach [1; 2] folgende Beziehung zwischen dem Strahldurchmesser  $D_S$  und der Wellenlänge  $\lambda_{opt}$  der aufgeprägten Instabilität bestehen:

$$\lambda_{opt} = 4,508 \cdot D_S \quad (1)$$

Nach experimentellen Ergebnissen [3] ist die Erzeugung gleich großer Tropfen zwischen folgenden Grenzen möglich:

$$3,5 \cdot D_S < \lambda_{opt} < 7 \cdot D_S \quad (2)$$

Der Durchmesser der erzeugten Tropfen läßt sich in diesem Bereich aus dem Flüssigkeitsvolumenstrom und der Blendenfrequenz folgendermaßen berechnen [4]:

$$d_T = \left( \frac{6 \cdot \dot{V}_{F1}}{\pi \cdot f} \right)^{1/3} \quad (3)$$

$d_T$  Tropfendurchmesser

$\dot{V}_{F1}$  Volumenstrom der Flüssigkeit

$f$  Frequenz der Blendenschwingung

Die Masse einer nach dem Verdunsten des Lösungsmittels entstehenden Partikel ergibt sich dann zu:

$$m_p = C_m \cdot V_T = C_m \cdot \frac{\dot{V}_{F1}}{f} \quad (4)$$

$C_m$  Massenkonzentration der Aerosolsubstanz in der Lösung ( $C_m = m_A/V_L$ )

$m_p$  Partikelmasse

$V_T$  Volumen der erzeugten Tropfen

$m_A$  Masse der Aerosolsubstanz in der Lösung

$V_L$  Volumen der Lösung

Sind die entstandenen Partikeln kugelförmig und homogen, so läßt sich bei bekannter Dichte des Partikelmaterials der Durchmesser der erzeugten Partikeln berechnen:

$$d_p = \left( \frac{6 \cdot m_p}{\pi \cdot \rho_p} \right) \quad (5)$$

$d_p$  Partikeldurchmesser

$\rho_p$  Dichte des Partikelmaterials