

## SAA APM 06: Vorgehensweise bei Partikelmessungen mit dem Fast Mobility Particle Sizer (TSI Model 3091)

### Datum

14. Juli 2008

### Version

1.0 Deutsch

### Inhalt

1	Zweck	2
2	Hinweise	2
3	Grundlagen	2
4	Geräte	2
5	Messvorbereitung	2
	5.1 Allgemeines	2
	5.2 Offsetüberprüfung der Elektrometer	3
	5.3 Einstellungen der Software	3
6	Messung	3
7	Auswertung	4
8	Wartung	5
9	Qualitätssicherung	5

# SAA APM 06: Vorgehensweise bei Partikelmessungen mit dem Fast Mobility Particle Sizer (TSI Model 3091)

## 1 Zweck

Zweck dieser Standardarbeitsanweisung ist die Datenerfassung und –sicherung sowie Qualitätskontrolle der mit dem FMPS ermittelten und aufgezeichneten Messdaten. Dies umfasst auch die routinemäßig anfallende Gerätewartung. Ziel dieser Standardarbeitsanweisung ist nicht die Einrichtung der Probenahmestation.

## 2 Hinweise

Diese Standardarbeitsanweisung dient der Sicherstellung der Standardarbeitsanweisung SAA APM 01 *Messung von nano- und ultrafeinen Partikeln an Arbeitsplätzen*.

## 3 Grundlagen

Mit dem FMPS können submikrone Aerosolpartikel im Größenbereich von 5,6-560 nm mit einer Auflösung von 16 Kanälen/Dekade bei einer zeitlichen Auflösung von einer Sekunde vermessen werden. Die zeitliche Auflösung von einer Sekunde wird dadurch erreicht, dass die zuvor aufgeladenen Partikel in einem elektrischen Feld aufgrund ihrer elektrischen Mobilität abgelenkt werden und durch diese Ablenkung auf Elektrometer auftreffen. Die durch die auftreffenden Partikel abfließende Ladung generiert einen Strom, welcher verstärkt, digitalisiert und durch einen Mikrocontroller ausgelesen wird. Über einen Berechnungsalgorithmus wird von einer Software die Partikelgrößenverteilung berechnet. Im FMPS sind 22 Elektrometer untereinander angeordnet und können damit die Größenfraktionen des Aerosols simultan und nicht wie beim SPMS sequentiell vermessen.

## 4 Geräte

Das FMPS enthält folgende Gerätekomponenten:

- Aerosoleinlass mit Zyklon zur Vorabscheidung grober Partikel
- FMPS Plattform Model 3091
- HEPA-Filter zur Offsetüberprüfung der Elektrometer
- PC oder Laptop zur Datenaufzeichnung

## 5 Messvorbereitung

### 5.1 Allgemeines

Zur Vermeidung einer schnellen Verschmutzung der Elektrometer sollte immer der Zyklon zur Vorabscheidung grober Partikel und Fasern verwendet werden. Zur Verbesserung der Abscheideeffizienz sollten die Innenseiten und die Bodenplatte des Zyklons leicht eingefettet werden.

Das FMPS nach Herstellerangaben aufstellen und den Zyklon am Aerosoleinlass auf der Rückseite des FMPS montieren. Zur Messdatenerfassung wird das FMPS mit einem PC oder Laptop mittels Datenkabel über die serielle Schnittstelle RS-232 verbunden. Nach An-

# SAA APM 06: Vorgehensweise bei Partikelmessungen mit dem Fast Mobility Particle Sizer (TSI Model 3091)

schluss an die Stromversorgung werden die Geräte (FMPS, PC) eingeschaltet. Das FMPS benötigt eine Aufwärmphase von 10 Minuten, die in der Statuszeile (gelb) im LCD Display als **Warming Up** mit der entsprechenden Aufwärmzeit angezeigt wird. Nach Beendigung der Aufwärmphase zeigt die Statuszeile (grün) **Normal**.

## 5.2 Offsetüberprüfung der Elektrometer

Nach der Aufwärmphase des FMPS sollte das Offset der Elektrometer überprüft werden. Dazu wird der HEPA-Filter an den Aerosoleinlass montiert und somit partikelfreie Luft zur Verfügung gestellt. Im LCD Display sollten die Histogrammbalken der Partikelverteilung nicht oder nur unterhalb der gelben Kurve (**RMS lower noise limit**) erscheinen. Falls nur geringfügig oberhalb der gelben Kurve angezeigt wird, reicht eine Offsettingstellung der Elektrometer. Falls die Partikelverteilung weit oberhalb der gelben Kurve liegt, ist eine Reinigung der Elektrometer erforderlich (siehe dazu Kapitel 8 Wartung). Zur Offsettingstellung wird das Kontrollrad neben dem LCD Display gedreht, bis **Menu** (dicke Umrandung) ausgewählt ist. Durch Drücken des Kontrollrades erscheint das Menu aus dem durch Drehen und Drücken des Rades die **User Settings** auszuwählen sind. In den User Settings **Zero Electrometer** auswählen und die Abfrage bestätigen. Die Rücksetzung des Offsets dauert 45 Sekunden und wird in der Statuszeile (gelb) des LCD Displays angezeigt. Nach Beendigung der Offsettingstellung HEPA-Filter wieder demontieren.

## 5.3 Einstellungen der Software

Zum Aufzeichnen der Messdaten wird die TSI-Software **fmops** verwendet. Nach dem Öffnen der Software wird über **File – New** eine neue FMPS Datei (Dateinamen eintragen) geöffnet, in der die Daten gespeichert werden. Nach dem Verbindungsaufbau zum FMPS baut sich standardmäßig das **5-Pane Layout** mit den Fenstern **FMPS Run View**, **Particle Table**, **Histogram**, **Total Concentration** und **3D Particle Concentration** auf. Mithilfe der entsprechenden Buttons in der Symbolleiste oder über **Window** in der Menüleiste können je nach Anwendung und Übersichtlichkeit die Ansichten mit nur 4, 3 oder 2 Fenstern (**x-Pane Layout**) auf dem Desktop angeordnet werden. Weiterhin ist die eigenhändige Anordnung der gewünschten Anzeigefenster möglich.

## 6 Messung

- Falls erforderlich, Probenahmeschlauch am Zyklon des Aerosol Einlasses anschließen (Da das FMPS mit einem Probenahmestrom von 10 l/min arbeitet, entstehen bei der Verwendung eines kurzen Probenahmeschlauchs nur geringfügige Diffusionsverluste. Bei der Verwendung von langen Probenahmeschläuchen müssen die Diffusionsverluste evtl. bei der Auswertung der Daten mit berücksichtigt werden).
- In der Software **Run – Start Data Collection** oder in der Symbolleiste den roten runden Button (Record) oder **<F10>** drücken. Daraufhin öffnet sich das **Properties – New Run** Fenster.
- Im **Properties – New Run** Fenster können eingetragen werden:

## SAA APM 06: Vorgehensweise bei Partikelmessungen mit dem Fast Mobility Particle Sizer (TSI Model 3091)

- Title: Titel der Messung
- Run Length: Länge der Messdauer
- Start at Time: Startzeitpunkt der Messung
- Enable External Trigger: nur nötig, falls die Messung ferngesteuert durchgeführt wird
- Run Only Once oder Run Continuous: für einmalige Messung oder kontinuierliche Messungen (Pause zwischen den Messungen eintragen)
- Data Type: Concentration (für Messungen am Arbeitsplatz)
- Falls bei Start at Time kein Startzeitpunkt eingegeben wurde, startet die Messung nach Drücken des **OK Buttons**, sonst zum eingetragenen Startzeitpunkt. Generell ist der Start per vorgegebenem Startzeitpunkt zu bevorzugen, da das FMPS in seiner aktuellen Version (Stand März 2008) bei Sofortstart nur Stunde und Minute der Startzeit registriert und die Sekunden zu Null setzt. Bei der Synchronisation mehrerer Messgeräte kommt es somit zu einer Verschiebung der Zeitskalen.
- In den geöffneten Fenstern des Desktops werden die aufgezeichneten Daten sofort dargestellt.
- Die Messung wird bei Erreichen der vorgewählten Messdauer beendet und gespeichert. Mit **Run – Stop Data Collection** oder dem schwarzen eckigen Button (Stop) in der Symbolleiste kann die Messung jederzeit unterbrochen werden.

### 7 Auswertung

- Erste Analysen der Messdaten können im **5-Pane-Layout** durchgeführt werden.
  - In der Symbolleiste kann die zeitliche Auflösung der Messdaten von 1 sec bis 60 min ausgewählt werden, ebenso der angezeigte Konzentrationsbereich (Auto Scale,  $1e2 \text{ \#/cm}^3$  bis  $1e7 \text{ \#/cm}^3$ ). Außerdem kann die lineare oder logarithmische Darstellung von absoluten oder normierten ( $dN/d\log D_p$ ) Konzentration gewählt werden.
  - Im Fenster **FMPS Run View** wird die Partikelgrößenverteilung zweidimensional über den Zeitverlauf farbig dargestellt. Die Farbskala reicht von blau (niedrige Konz.) bis rot für hohe Konzentrationen. Mit dem Mauszeiger kann ein beliebiger Zeitpunkt innerhalb des Messzeitraums durch Klicken im Fenster markiert werden. Dadurch wird der Zeitpunkt (Start + mm:ss) und die Uhrzeit angegeben.
  - Im Fenster **Particle Table** werden die aufgezeichneten Messdaten für den zuvor ausgewählten Zeitpunkt tabellarisch für jeden Größenkanal aufgeführt.
  - Im Fenster **Concentration oder  $dN/d\log D_p$  Histogram** wird die Partikelgrößenverteilung des zuvor ausgewählten Messzeitpunkts angezeigt. An jedem beliebigen Datenpunkt der Partikelgrößenverteilung (Mauszeiger wird zur Hand) kann durch Drücken der linken Maustaste der Messwert (Durchmesser und Anzahlkonzentration) des Datenpunkts angezeigt werden.
  - Im Fenster **Total Concentration** wird der Partikelkonzentrationsverlauf über der gesamten Messdauer aufgetragen. Der im Run View Fenster ausgewählte Mess-

## SAA APM 06: Vorgehensweise bei Partikelmessungen mit dem Fast Mobility Particle Sizer (TSI Model 3091)

- zeitpunkt ist im Konzentrationsverlauf mit Zeitpunkt und Konzentrationswert markiert.
- Das Fenster **3D Particle Concentration** zeigt eine dreidimensionale Darstellung der Partikelgrößenverteilung über den Zeitverlauf. Der gewählte Messzeitpunkt ist farbig hervorgehoben.
- Zur weiteren Auswertung der Messdaten (mit z. B. einer Tabellenkalkulation) können die Daten in eine Datei exportiert werden.
  - Über **File – Export** die gewünschten Parameter im **Export Data Options Fenster** einstellen. Die Daten werden nach Angabe eines Dateinamens wahlweise in eine Excel- oder Textdatei exportiert und können weiter verarbeitet werden.

### 8 **Wartung**

- Reinigung der Innenflächen des Vorabscheiders (Zyklon) je nach Anwendung und Bedarf, spätestens nach 100 Stunden Betriebsdauer
- Überprüfen/Reinigen der Aufladernadeln alle 100 Stunden, siehe FMPS Operation and Service Manual
- Reinigung der Hochspannungselektrode und der Elektrometerringe, alle 500 Stunden, siehe FMPS Operation and Service Manual
- Wechsel der Sheath Flow HEPA-Filter, je nach Anwendung, bei Dauerbetrieb jährlich, siehe FMPS Operation and Service Manual
- Wechsel der Pumpen-Filter, je nach Anwendung, bei Dauerbetrieb jährlich, siehe FMPS Operation and Service Manual
- Überprüfung der Kalibrierung mit Kalibrierpartikeln halbjährlich oder je nach Bedarf

### 9 **Qualitätssicherung**

Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

- Routinemäßige Dichtigkeitsüberprüfung des FMPS: Messung mit gefilterter Luft (z. B. mit HEPA-Filter) durchführen, FMPS darf dann keine oder nur sehr wenige Partikel detektieren
- Routinemäßige Überprüfung der eingestellten Volumenströme
- Routinemäßige Überprüfung der Gerätekalibrierung mit Kalibrierpartikeln
- Durchführung und Protokollierung der Gerätewartungen
- Protokollierung von Auffälligkeiten bei der Probenahme und Gerätewartung und Mitteilung an den Bereichsleiter