

## Hintergrund **Feinstaub**:

Die Differenzierung der **Partikel** in ihre Größenklassen ergibt Aufschluss über die durch die Atmung in die menschliche Lunge gelangende Menge der Partikel. Über den Kehlkopf (Larynx) strömt die Luft durch die Luftröhre (Trachea), die sich in zwei Hauptäste verzweigt: Bronchien und die kleineren Bronchioli. Beide sind mit feinen Härchen (Cilien) ausgekleidet, die Ablagerungen bis zu einem gewissen Maß wieder heraustransportieren können. Am Ende befinden sich die unzähligen Lungenbläschen (Alveolen), an denen der Gasaustausch stattfindet (Respiration).

Als einatembare Staubanteile, die gesundheitsschädigend sein können, werden Staubpartikel mit einem Durchmesser von weniger als 20 µm bezeichnet. Größere Partikel gelangen kaum über den Kehlkopf hinaus in den Brustkorb, sondern werden in Nasen- und Rachenraum ausgefiltert.

Die Fraktion der Staubteilchen, die über den Kehlkopf hinaus in den Brustkorb gelang, wird als thorakale Fraktion bezeichnet. Die enthaltenen Partikel mit Korngrößen von < 10 µm (**PM<sub>10</sub>**) können sich an den Atemwegen und in der Lunge ablagern und zu gesundheitlichen Problemen führen (Asthma, Bronchitis, Silikose, Lungenkrebs etc.)

Die Fraktion der Staubteilchen, die bis in die Lungenbläschen gelangen können, wird als alveolengängige Fraktion bezeichnet. Es handelt sich um sehr kleine Partikel mit Durchmesser von < 2,5µm (**PM<sub>2,5</sub>**).

Der Massengehalt der in der Probenluft vorhandenen Partikel wird bestimmt. Die Richtlinie des Europäischen Rates 99/30/EG legt fest, dass ab 1. Januar 2005 der 24h-Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit 50 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub> beträgt. Dieser Wert darf nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden. Der Jahresgrenzwert für PM<sub>10</sub> beträgt 40 µg/m<sup>3</sup>.

## **Feinstaubmessungen** und Partikeluntersuchungen

### **Partikelzähler**

Die Messung erfolgt mit einem Aerosolmonitor (GRIMM 1.104) mit Halbleiter-Laser als Lichtquelle für die Streulicht. Über einen radialsymmetrischen Lufteinlass wird die Probenluft mit 1,25 L/Min angesaugt. Die Ansauggeschwindigkeit entspricht der mittleren Ansauggeschwindigkeit im menschlichen Atemtrakt. Partikel mit Durchmesser < 7µm werden zu 99 %, Partikel mit Durchmesser bis 15 µm werden zu 85 % erfasst.

Die in der Probenluft suspendierten Partikel gelangen in die optische Messkammer. Im Laserlicht erzeugen alle Staubpartikel mit Durchmesser von ca. 0,3 µm bis 20 µm ein Streulicht, das im Detektor empfangen und im Vielkanalanalysator gezählt, klassifiziert und gespeichert wird. Die Messung erfolgt alle 5 Sekunden. Ermittelt werden die Anzahl der Partikel sowie der Massengehalt der Partikel, jeweils differenziert nach Größenklassen.

### **Gravimetrische PM10-Bestimmung in Anlehnung an DIN EN 12341**

Die Messungen und Auswertungen erfolgen in Anlehnung an die DIN EN 12341. Ein definiertes Luftvolumen wird mit einer Sammelrate von 2,3 m<sup>3</sup>/h (+/- 5%) mit einem Luftprobenehmer durch einen Impaktor gesogen (Probenahmekopf: ISAP 1050). Die in der Raumluft suspendierten Partikel werden größendifferenziert getrennt, die PM10-Fraktion wird durch Filtration auf einem Glasfaserfilter (Schleicher und Schüll GF 10) abgetrennt. Wahlweise kann zusätzlich die PM2,5-Fraktion gesondert abgetrennt werden. Die Bestimmung der auf dem Filter gesammelten Partikelmasse erfolgt gravimetrisch durch Differenzwägung nach Equilibrierung. Die Probenahmedauer für diese Messungen ist mit 4 bis 8 Stunden anzusetzen.

### **Partikelidentifizierung im Rasterelektronenmikroskop (REM)**

Mit der Untersuchung von Partikeln im Rasterelektronenmikroskop (REM) kann die Identität und die Herkunft von Feinstaubpartikeln ermittelt werden. Die in der Raumluft suspendierten Partikel werden durch Filtration auf goldbedampften Kernporenfilter abgetrennt und angereichert. Die Probenahme kann mit einem Impaktor erfolgen, bei dem die Partikel größenselektiv auf den einzelnen Impaktorstufen abgescheiden werden. Mit dem Berner Impaktor sind bis zu 10 Abscheidestufen möglich. Für die Trennung in die Größenklassen von 2,5 - 10 µm und < 2,5 µm steht der ISAP-Impaktor zur Verfügung. Partikel, die größer als 10 µm sind, werden im ISAP-Impaktor gesondert abgeschieden und bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Die Auswertung erfolgt im Rasterelektronenmikroskop (REM) bei 2000- bis 5000-facher Vergrößerung. Die Bestimmung der Elementzusammensetzung erfolgt mit der EDXA (energiedispersive Röntgenmikroanalyse).

Die Identifikation der mit Filtration bzw. Impaktion gewonnenen Schwebstaubpartikel wird durch Untersuchung der Partikel-Morphologie im REM (inkl. fotografische Dokumentation) und durch Bestimmung der Elementzusammensetzung ausgewählter Partikel mit EDX durchgeführt. Morphologien und EDX-Spektren werden mit denen bekannter Partikel (Dieselruß, Rauch, Abrieb von Reifen und Bremsbelägen oder Partikeln aus anderen anthropogenen oder natürlichen Quellen) verglichen. Die Probenahmedauer für diese Messungen ist mit 1 bis 2 Stunden anzusetzen.

Wartig Chemieberatung  
M. Santen, Dipl.-Chem.