

Feldmesstechnik für Aerosolpartikel

H. Burtscher, Fachhochschule Nordwestschweiz, Windisch/CH

Ein Großteil der zur Charakterisierung von Aerosolen entwickelten Geräte sind für den Einsatz im Labor oder in größeren Messstationen vorgesehen und benötigen speziell ausgebildetes Personal zur Bedienung. Daneben gibt es aber viele Anwendungen, bei denen einfache, robuste Messgeräte erforderlich sind. Dafür können Abstriche an Genauigkeit, Auflösung usw. gemacht werden. Dies ist zum Beispiel beim Monitoring an belasteten Orten (z.B. Betriebe, die Nanopartikel herstellen, Verladeterminals usw.) der Fall. Ein weiterer Bereich ist die Erfassung der Exposition mit sehr kleinen Partikeln (unter 1 μm). Größere Partikel weisen meist geringe örtliche und zeitliche Variationen auf, können also mit wenigen Messstationen erfasst werden. Dagegen sind diese Variationen bei den Submikronen sehr erheblich. So kann zum Beispiel die Partikelkonzentration wenige Meter von einer Straße entfernt bereits um ein Vielfaches kleiner sein als direkt an der Straße. Auch die zeitlichen Änderungen sind sehr groß (z.B. starker Anstieg der Konzentration während der Verkehrsspitzen). Um dies zu erfassen wird ein engmaschiges Messnetz mit guter zeitlicher Auflösung benötigt. Schon aus Kostengründen ist dies mit Labormessgeräten nicht machbar. Hier kommt die Feldmesstechnik zum Zug. Im Folgenden werden einige Verfahren zur physikalischen Charakterisierung von Aerosolpartikeln kurz vorgestellt. Die wesentlichsten Größen, die gemessen werden sollen, sind Massen- und Anzahlkonzentration, wobei die Masse eher für größere Partikel von Bedeutung ist, die Anzahl für kleine. Vorwiegend zum Einsatz kommen optische Verfahren (Lichtstreuung, - Absorption und -Extinktion) und elektrische Verfahren (Aufladung der Partikel und Messung als elektrischer Strom).

Optische Verfahren

Die Lichtstreuung skaliert mit d^6 (d = Partikeldurchmesser), kommt also in erster Linie für größere Partikel in Frage, da bei kleinen die Streulichtintensität schnell sehr gering wird. Häufig werden diese eingesetzt, um Massenmessungen zu machen. Dabei kann die integrale Streuintensität gemessen werden. Das ist das einfachste Verfahren, sehr viele low cost Sensoren aber auch Rauchmelder beruhen darauf. Um die Streuintensität in eine Masse umzurechnen sind Informationen zu

Größenverteilung, optischen Daten (Brechungsindex) und Dichte erforderlich. Mehr Information kann erhalten werden, wenn die Streuintensität von Einzelpartikeln gemessen wird (optischer Partikelzähler). Die Kenntnis des Brechungsindex ist dann immer noch erforderlich, die Größenverteilung kann dann aber aus der Messung bestimmt werden. Sehr kompakte Zähler sind bereits für wenige 100 Euro erhältlich. Die Messung der Lichtabsorption wird vor allem zur Elementarkohlenstoffmessung eingesetzt, da dieser in sehr vielen Fällen die Absorption dominiert. Gängige Verfahren in der Feldmesstechnik sind Messung der Filterschwärzung (Mikro-Aethalometer) und auf der Photoakustik beruhende Technologien. Bei Partikeln viel kleiner als die Lichtwellenlänge (Rayleigh Bereich) skaliert die Absorption mit dem Volumen, die Partikelgröße muss also nicht bekannt sein, um die Masse zu bestimmen.

Elektrische Verfahren

Bei den elektrischen Verfahren werden die Partikel in einem ersten Schritt elektrisch aufgeladen. Dies kann durch Anlagerung von Ionen (unipolare oder bipolare Diffusionsaufladung) oder durch Emission von Elektronen durch Bestrahlung mit UV-Licht (Photoemission) erfolgen. Die Diffusionsaufladung ist im Wesentlichen materialunabhängig und hängt nur von der Partikelgröße und bis zu einem gewissen Grad von der Morphologie ab, bei der Photoemission besteht eine Materialabhängigkeit über die Austrittsarbeit. Bei typischen Umweltaerosolen sind es vor allem Produkte aus unvollständiger Verbrennung, die effizient aufgeladen und so selektiv erfasst werden können.

Sind die Partikel einmal aufgeladen, können sie im elektrischen Feld manipuliert (z.B. kann über ihre Beweglichkeit die Größe bestimmt werden) und schlussendlich als elektrischer Strom gemessen werden.