

Vergleich verschiedener Probenahmegeräte für Schwebestaub

Satish, J., Institut für Hygiene & Arbeitsphysiologie der ETH, 8092 Zürich
 Bonani, G., Laboratorium für Kernphysik, ETH, 8093 Zürich.

Einleitung

Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid sind die klassischen Beispiele für gasförmige Verunreinigungen. Gibt es wohl ähnliche Beispiele für partikuläre Verunreinigungen? Aerosol, Rauch, Russ, Smog, Flugstaub u.s.w. sind mögliche Antworten, es handelt sich aber hier nicht um eindeutige festgelegte, von allen gleich verstandene Begriffe. Schwebestaub ist kein wohldefinierter Fachausdruck wie z.B. CO. Er stellt keine chemische Komponente im üblichen Sinne dar, sondern entspricht einem physikalischen Gemisch von chemischen Stoffen. Dementsprechend ist die Wirkung von Schwebestaub auf die Gesundheit durch physikalische und chemische Eigenschaften der Teilchen bestimmt. Dieses Zusammenspiel von Physik und Chemie verlangt Vorsicht beim Vergleichen von Schwebestaubmessresultaten und führt zur Erkenntnis, dass neben der Analyse die Probenahme eine entscheidende Rolle zu spielen hat. Um eine bessere Einsicht in diese Problematik zu gewinnen, führen wir vergleichende Untersuchungen mit vier verschiedenen Staubsammelgeräten durch:

3. Die folgenden zwei Geräte sammeln Staubproben nach dem Prinzip der "Inertial Separation" oder Impaktion. Der sogenannte DICHOTOMOUS SAMPLER ist ein relativ neues Gerät, welches auch von der amerikanischen Umweltschutzbehörde EPA ausprobiert wird (1). Hier wird der Schwebestaub in zwei Fraktionen separiert und auf zwei Filtern gesammelt; und zwar in einer lungengängigen Fraktion, d.h. kleiner als 3,5 micron (FINE") und in einer nicht lungengängigen Fraktion, d.h. grösser als 3,5 micron ("COARSE").

4. Das vierte Gerät, der ANDERSEN FRACTIONATOR, ist ein Kaskadenimpaktor mit 4 Stufen, welcher sich als Kopf auf die üblichen HiVol Sampler montieren lässt.

Dieser Bericht beschränkt sich auf die ersten drei Geräte, über das vierte Gerät wird in der Arbeit von FAVEZ und DU DUC berichtet (2).

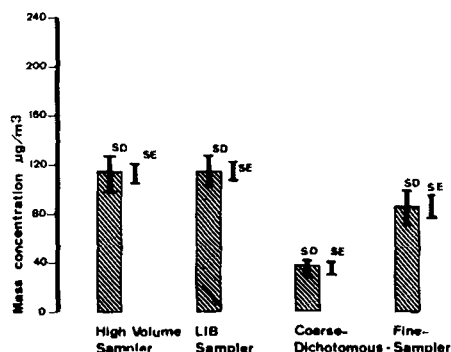
Vorgehen

Mit den drei erwähnten Geräten wurden simultan 24-stündige kumulierte Proben gesammelt und analysiert. Alle 3 Geräte - HiVol, LIB und Dichotomous Sampler mit seinen zwei Filtern - wurden in möglichst gleicher Umgebungsluft auf der grossen Terrasse unseres Institutes plaziert. Es wurden die Masskonzentrationen gravimetrisch bestimmt und Elementanalysen mit der sog. PIXE -Proton Induced X-ray Emission - Methode durchgeführt (2). Diese Methode bietet unter anderem zwei Vorteile: Erstens, wird der langwierige Schritt der Probenvorbereitung erheblich vereinfacht, und zweitens hat man die Möglichkeit, in einem Arbeitsgang Multielementanalysen zu machen. Targetatome auf einem Filterausschnitt werden mit Protonen bombardiert, und diese Atome emittieren dann eine charakteristische Röntgenstrahlung.

Resultate

Abbildung 2 zeigt die Resultate der gravimetrischen Analysen:

COMPARISON OF SAMPLE COLLECTION METHODS
 Average of ten 24-hour concentrations



Sie zeigt die Mittelwerte aus zehn 24-stündigen Proben.

Probenahmegeräte für Schwebestaub

1. Der amerikanische HIGH VOLUME SAMPLER, von WHO oder OMS für die weltweiten Luftverunreinigungs-Messungen empfohlen. Dieses Gerät sammelt den Gesamtstaub durch Filtration.

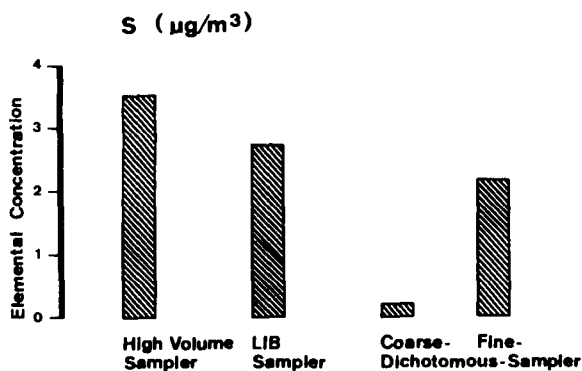
2. Der LIB-SAMPLER, ein deutsches Gerät, welches ebenfalls Gesamtstaub in einer einzigen Fraktion auf einem Filter sammelt. In Deutschland, Holland, sowie in der Schweiz steht dieses Gerät seit langem im Einsatz. Die Luft strömt von unten nach oben. Die Korngrösse des im Filter zurückgehaltenen Staubes muss nicht unbedingt dieselbe sein wie beim amerikanischen HiVol Sampler.

Man sieht, dass der HiVol Sampler und der LIB Sampler fast denselben Gesamtmittelwert haben. Die Einzelwerte weisen jedoch keine gute Korrelation auf. Interessant ist zu bemerken, dass die "FINE" oder lungengängige Fraktion viel grössere Massenkonzentrationen aufweist als die "COARSE" oder nicht lungengängige Fraktion.

Die Abbildungen 3 und 4 geben noch genauere Auskunft:

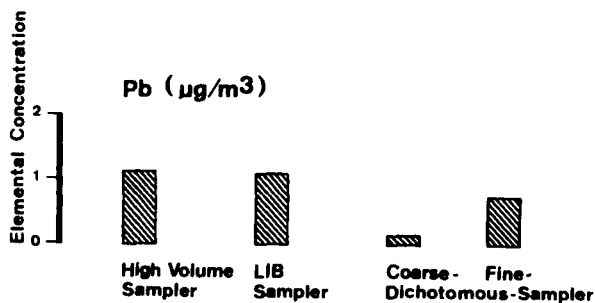
COMPARISON OF SAMPLE COLLECTION METHODS

Average of ten 24-hour concentration



COMPARISON OF SAMPLE COLLECTION METHODS

Average of ten 24-hour concentration



Sie zeigen die Resultate einer Elementenanalyse. Als Beispiel sind die Elemente Schwefel mit Atomnummer 16 und Blei mit Atomnummer 82 gewählt. Es ist bekannt, dass die 2 führenden Emissionsquellen, nämlich die Heizungen und der Motorverkehr die Hauptlieferanten der S-haltigen und Pb-haltigen Verunreinigungen sind.

Obwohl die HiVol Sampler und LIB Sampler fast die gleichen Massenkonzentrationen zeigten, weisen sie unterschiedliche S-Konzentrationen auf. Der Unterschied zwischen lungengängigen und nicht lungengängigen Fraktionen wird noch deutlicher. Diese Feststellung ist umso wichtiger, da Diskussionen über S-haltige Verbindungen und Sulfate im besonderen momentan sehr aktuell sind. Ein ähnliches Verhalten zeigte

der Bleigehalt. Wir erkennen daraus, dass die durch Verbrennungsvorgänge entstandenen Komponenten, wie S und Pb, eher in der feineren Fraktion zu finden sind.

Für die acht weiteren untersuchten Elemente ist folgendes zu bemerken:

1. Trotz gleichen durchschnittlichen Massenkonzentrationen der HiVol und LIB Proben, waren die einzelnen Elemente unterschiedlich vertreten.

2. Verglichen mit den Elementen S und Pb verhielten sich die Elemente wie Ca und Fe gerade umgekehrt: d.h. sie waren vorwiegend in der Coarse- oder nicht lungengängigen Fraktion zu finden. Dies ist wahrscheinlich auf die unterschiedlichen Emissionsquellen dieser Elemente zurückzuführen, die eher aus mechanischen Abnutzungen oder üblichem "Wear and Tear" stammen.

Zusammenfassung

1. Beim Messen von Schwebstaubkonzentrationen spielt die Probenahme eine wichtige Rolle. Darum muss man bei jedem Vergleich von Resultaten die benutzten Probenahmesysteme und die tatsächlich erfassten Korngrößenbereiche berücksichtigen.

2. Für gesundheitsrelevante Messungen soll man sich eher auf die lungengängige Fraktion konzentrieren als auf den Gesamtstaub. Diese Erkenntnis wäre beim Feststellen von Immissionsgrenzwerten für Schwebstaub - im Rahmen unseres vorgesehenen Umweltschutzgesetzes - zu berücksichtigen.

Résumé

Comparaison de trois méthodes d'échantillonnage pour les particules atmosphériques

La mesure des particules atmosphériques se fait en deux étapes, à savoir l'échantillonnage et l'analyse. Dans une étude comparative, trois types d'appareils d'échantillonnage - High Volume Sampler, LIB Sampler, Dichotomous Sampler - ont été testés côte à côte pour dix échantillons de 24 h chacun. Les résultats gravimétriques et l'analyse des éléments sont rapportés.

Summary

Comparison of three methods of sampling for ambient particulate matter

Measuring particulate matter, rather not well-defined term, consists of two basic steps: sampling and analysis. In a comparative study, three types of samplers viz. Hi-Vol Sampler, LIB Sampler, and Dichotomous Sampler were operated side by side for ten 24-hour samples. Results of their gravimetric and elemental analysis are reported.

Referenzen

bei den Autoren erhältlich.