

Luftüberwachung geht auch friedlich

Vollständig automatisiert: Das MARGA-System

Eine der schwerwiegendsten Luftverschmutzungen des Industriezeitalters ereignete sich während des großen London-Smogs im Dezember 1952. Auf Grund einer speziellen Wetterlage und den damit einhergehenden besonders niedrigen Temperaturen haben die Einwohner immer mehr Kohle verheizt, um ihre Häuser warm zu halten. Da diese Kohle qualitativ minderwertig war, wurden große Mengen an SO_2 in die neblige Stadtluft eingetragen, so dass die SO_2 -Konzentration (1) in Spitzenzeiten auf bis zu 0,69 ppm (1,83 mg/m^3) anstieg.

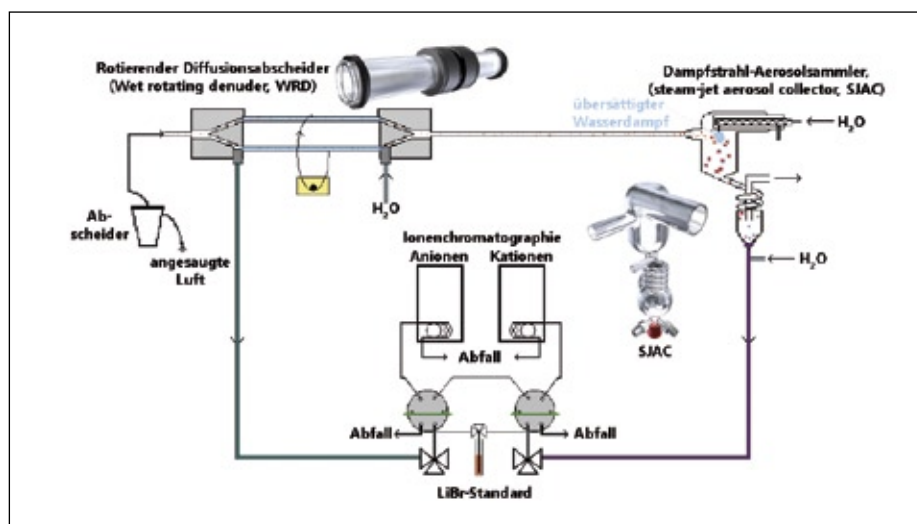


Abb. 1.: Schematischer Aufbau des MARGA-Systems

Einleitung

Obwohl der Wintersmog, bei dem es sich um eine Mischung von Nebel und Rauch/Abgasen handelt, nur vier Tage lang über der Stadt hing, starben in dieser Zeit und in den darauffolgenden Wochen 12000 Menschen als direkte Folge dieser Luftverschmutzung, mehrheitlich an Atemwegserkrankungen. Der Smog mit seinen schwerwiegenden Auswirkungen war Anlass zur Ausarbeitung des „Clean Air Acts“, einer Gesetzesverordnung mit Maßnahmen zur Reduktion der Luftverschmutzung, welche vom britischen Parlament 1956 genehmigt wurde und die ihre Gültigkeit bis 1964 behielt.

Die beschriebene Luftverschmutzung ist sicher ein Extrembeispiel, doch hat Luftverschmutzung nach wie vor gravierende Folgen für die Umwelt und unsere Gesundheit. Die Erforschung und das Verständnis der Einflüsse von Luftverschmutzung und Luftbestandteilen auf das Klima und unsere Gesundheit sind daher von großer Bedeutung.

Luftverschmutzung wird nicht allein durch gasförmige Verbindungen verursacht, sondern auch

durch Aerosole und Schwebstoffteilchen, wobei die kleinere Fraktion dieser Teilchen heute in den Medien als Feinstaub bekannt ist. Diese feinsten Partikel gelangen in die Lunge und schädigen sie; ultrafeine Partikel können sich von dort aus über die Blutkörperchen sogar im ganzen Körper verteilen und zu Entzündungssymptomen führen. Obwohl diese Risiken weltweit diskutiert und erforscht werden, ist immer noch nicht bekannt, welche Verbindungen genau zu Schädigungen führen. Somit besteht ein großer Bedarf an spezifischeren Messdaten und Daten aus Langzeitmessungen. Nur schnelle Messmethoden und Echtzeitmessungen der Konzentrationen der chemischen Verbindungen in der Umgebungsluft können ein besseres Verständnis der Zusammenhänge ermöglichen.

Messmethoden mit Schwächen

Eine Vielzahl der Messmethoden der Luftanalytik basiert auf sogenannten Denudern (Diffusionsabscheider zur Abtrennung von Gasen) und

Filtern. Durch die mit Denudern und Filtern ausgestatteten Messsysteme wird Luft gesogen, wobei Gase auf einem an den Innenwänden des Denuders angebrachten Absorbens absorbieren. Aerosole oder Schwebstoffteilchen hingegen werden erst nach Durchqueren des Denuders mit Filtern gesammelt. Diese Probenahme läuft in der Regel über einen längeren Zeitraum (typischerweise einen Tag oder länger), bevor die Systeme für die eigentliche Analyse ins Labor zurückgebracht werden.

Obwohl mit den traditionellen Messmethoden ein guter Überblick über die Luftbestandteile gewonnen werden kann, gibt es schwerwiegende Nachteile. Der wichtigste Nachteil ist die Mittelung der Daten: Die Analysenergebnisse aus dem Labor geben nur die über den Zeitraum der Probenahme gemittelte Konzentration der jeweiligen Verbindung wieder. Da die Probenahme typischerweise einen Tag oder länger dauert, lassen sich bei kurzzeitig auftretenden Ereignissen keine Aussagen zum

Tagesverlauf der einzelnen Konzentrationen machen.

Ein weiterer Nachteil ist die Handhabung der Denuder und Filter. Es fallen viele manuelle Arbeitsschritte an, die sehr gewissenhaft ausgeführt werden müssen, um Kontamination zu vermeiden. Hinzu kommt, dass die Analysen zeitaufwändig sind und dass Gase und Aerosole in traditionell aufgebauten Systemen nicht gleichzeitig bestimmt werden können.

Kontinuierliche Überwachung der Luftqualität

Mit dem „Monitor for Aerosols & Gases in Ambient Air“ (MARGA)-System zur Überwachung der Luftqualität lässt sich die Gas- und Aerosolzusammensetzung der Umgebungsluft gleichzeitig und kontinuierlich analysieren. Das System entstammt einer Kooperation der niederländischen Metrohm-Tochtergesellschaft Applikon Analytical mit dem Energy Research Center (ECN), dem größten niederländischen Forschungszentrum für erneuerbare Energien. Der analytische Teil des Messgeräts besteht aus zwei Ionenchromatographen für die Bestimmung von Anionen und Kationen.

Gemäß Abbildung 1 wird Luft über einen teilchengrößenselektiven Abscheider (z.B. Zyklon) ins Gerät gesogen. Dadurch lässt sich die Größe der zu analysierenden Teilchen beispielsweise auf einen Durchmesser kleiner als 10 oder 2,5 µm beschränken. Im rotierenden Diffusionsabscheider (Wet Rotating Denuder, WRD) absorbiert eine dünne Wasserschicht die Gase aus der Luft. Vollautomatisch wird die Lösung mit den absorbierten Gasen fortlaufend aus dem Diffusionsabscheider entfernt, gesammelt und dann in zwei Ionenchromatographen überführt, wo stündlich die Kationen- und Anionenkonzentrationen bestimmt werden. Die Menge an Wasser im Diffusionsabscheider wird durch einen kontinuierlichen Wasserfluss konstant gehalten. Die Luft aus dem Diffusionsabscheider, die jetzt frei von Gasen ist, landet in einem Dampfstrahl-Aerosolsammler (Steam Jet Aerosol Collector, SJAC). Dort wird der partikuläre Anteil des Aerosols durch Injektion von Wasserdampf in die flüssige Phase überführt. Bei diesem Vorgang wirken die Aerosolpartikel im übersättigten Dampf als Kondensationskeime, die durch Wasseraufnahme stetig wachsen und schlussendlich in einer Glasspirale (Zyklon) mechanisch abgetrennt werden. Die resultierende Lösung wird gesammelt und deren Anionen- und Kationengehalt stündlich mittels zweier Ionenchromatographen bestimmt.

Das gesamte System läuft autonom und liefert stündlich die detaillierten Gas- und Aerosolkonzentrationen. Lediglich einmal pro Woche müssen neue Lösungen zugegeben werden. MARGA eignet sich somit optimal für den Feldeinsatz auch in entlegenen Regionen.

Die Abbildung 2 zeigt die mit MARGA gemessenen Aerosolkonzentrationen einiger ausgewählter Verbindungen an einem Silvesterabend in den Niederlanden. Um Mitternacht nehmen

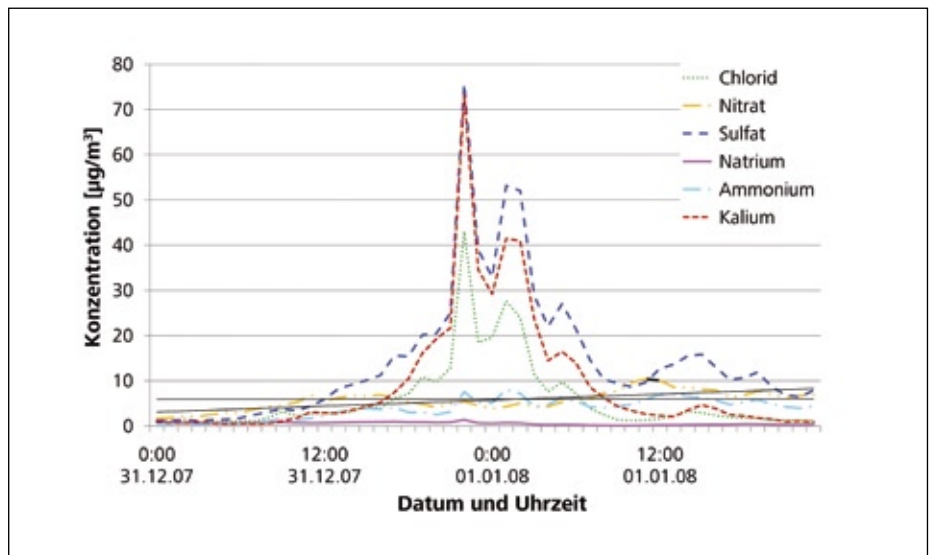


Abb. 2.: Aerosolkonzentration in der Silvesternacht

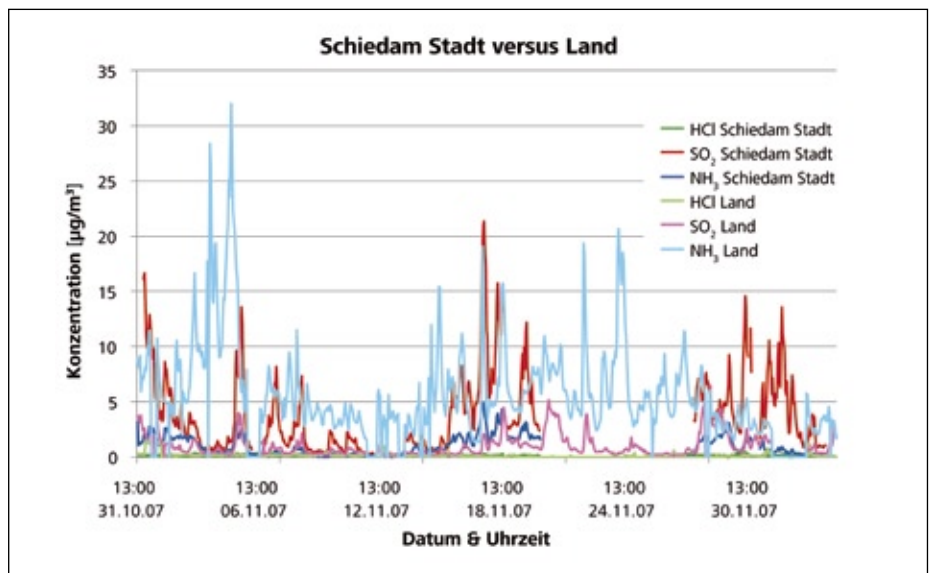


Abb. 3.: Aerosolkonzentration in der Stadt Schiedam und auf dem Land

die Konzentrationen einiger feuerwerkstypischer Ionen deutlich zu. Dies zeigt die gute zeitliche Auflösung des MARGA-Systems.

Auch zum Sammeln von Messdaten über mehrere Monate eignet sich das System. Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse der einmonatigen Luftqualitätsüberwachung an zwei unterschiedlichen Standorten (Stadt und Land). Die Konzentrationen beinahe aller Spezies unterliegen an beiden Standorten starken Schwankungen. Es lassen sich auch Unterschiede zwischen beiden Standorten erkennen; im ländlichen Gebiet ist die NH₃-Konzentration deutlich höher als in der Stadt.

Fazit

Die beiden Beispiele verdeutlichen einige der Vorteile des Luftqualitätsüberwachungssystems MARGA: stündlich ermittelte Resultate, ein vollständig automatisierter Dauerbetrieb sowie die gleichzeitige Bestimmung der Gas- und Aerosolzusammensetzung der Umgebungsluft. Voll-

ständige Systeme sind schon seit einigen Jahren erfolgreich in Korea, Großbritannien, den USA und der Niederlande und seit Kurzem auch in Finnland und Deutschland im Einsatz.

Literatur

- [1] Mortality and Morbidity during the London Fog of December 1952. Reports on Public Health and Medical Subjects No 95. London, Ministry of Health, 1954.

► KONTAKT

Dr. Beni Galliker
 Metrohm AG
 International Headquarters
 Herisau/Switzerland
 Tel.: +41 71 3538634
 Fax: +41 71 3538901
 bg@metrohm.com
 www.metrohm.com