

Air Monitoring

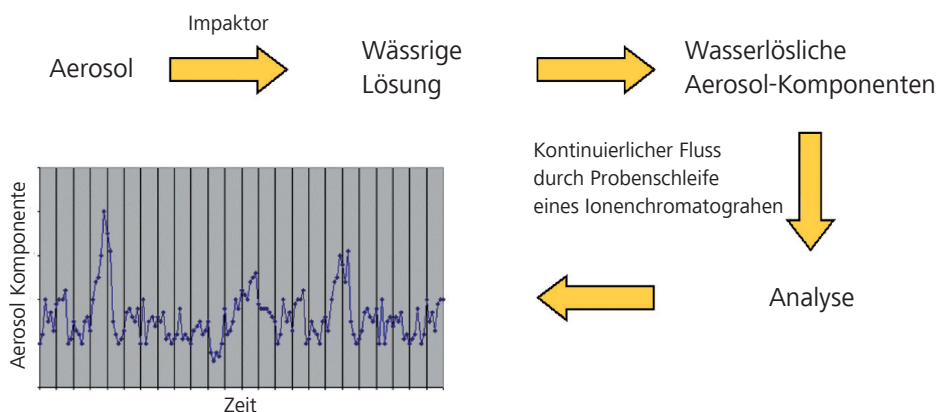


Semikontinuierliche Qualitätsbestimmung von
Umgebungsluft

Der Particle Into Liquid Sampler – die einfache Lösung zur Bestimmung von Ionen in Aerosolpartikeln

Die Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Gewinnung von Energie belastet die Umwelt mit grossen Mengen an Schadstoffen in Form von Gasen oder Aerosolen. Diese Emissionen verursachen Schäden, und zwar nicht nur an der Emissionsquelle, sondern auch in quellenfernen Gebieten. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Emissionen aus anthropogenen wie auch natürlichen Quellen sind von grosser Bedeutung für Klima

und Umwelt. Der Particle Into Liquid Sampler, kurz PILS¹, kann Aerosolpartikel aus einem Luftstrom in die wässrige Phase bringen. Diese lässt sich anschliessend mittels Ionenchromatographie oder Voltammetrie analysieren. Zur Analyse der Gasphase empfiehlt sich das 920 Absorber Module respektive ein MARGA²-System wie es von Metrohm Applikon angeboten wird.

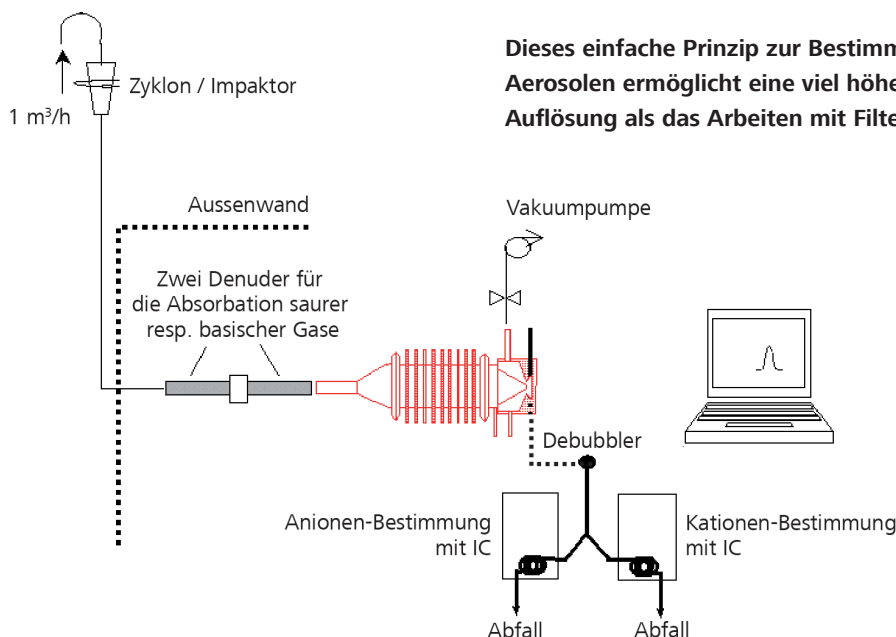


Flussschema des Particle Into Liquid Sample kombiniert mit Ionenchromatographie (PILS-IC)

Wirkungsweise von PILS

PILS lässt Aerosole in einer übersättigten Wasserdampfphase innerhalb kurzer Zeit zu Tröpfchen anwachsen. Diese werden aufgrund ihrer Trägheit abgeschieden und mit einer Hilfsflüssigkeit, welche zur einfachen Quantifizierung einen internen Standard enthält, weitergepumpt. Vorhandene Luftblasen werden in einem so genannten Debubbler entfernt und die wässrige Phase zur Analyse beispielsweise in einen Ionenchromatographen überführt.

Die zu bestimmende Aerosolpartikelgrösse wird durch einen Zyklon oder einen Impaktor am Einlass begrenzt. So können je nach Bedarf beispielsweise Partikel kleiner als 1 μm , 2.5 μm oder 10 μm (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}) analysiert werden. Die Gase werden über Denudersysteme absorbiert, um Interferenzen zu verhindern. Eine Vakuumpumpe erzeugt im System einen Luftstrom mit einer Flussrate von 1 m^3/h .



Dieses einfache Prinzip zur Bestimmung von Aerosolen ermöglicht eine viel höhere zeitliche Auflösung als das Arbeiten mit Filterproben.

¹ PILS ist ein Kooperationsprodukt von Metrohm Applikon und Metrohm.

² Monitor for Aerosols & Gases in ambient Air.

Die Vorteile des PILS

- Zeitlich hoch aufgelöste Bestimmung von Ionen in Aerosolen
- Einfache Anbindung an ein Ionenchromatographie- und Voltammetrie-System
- Hohe Probennahmerate
- Tagesgang-Analyse mit hoher Zeitauflösung
- Direkte Probenanalyse vor Ort
- Kontaminationsfreie Aerosol-Sammeltechnik (Partikel PM_{10} , $PM_{2.5}$, PM_{10})
- Keine Probenaufbewahrung notwendig
- Direkte Analyse ohne weitere Probenvorbereitung

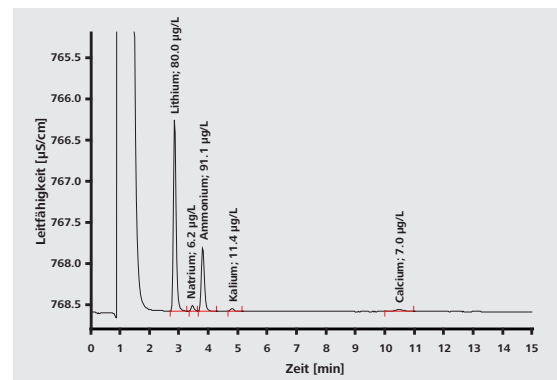
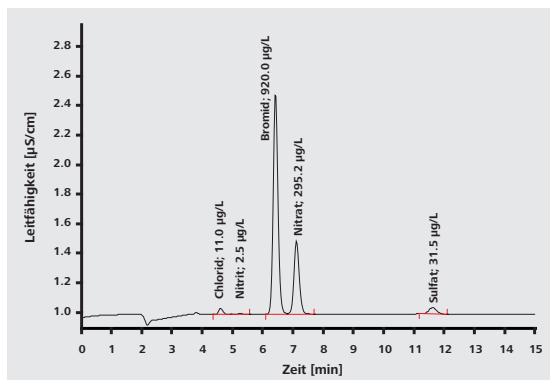
03

Applikationsfelder

PILS kann direkt mit verschiedensten Analysetechniken gekoppelt werden. Mit der Ionenchromatographie lassen sich wasserlösliche Anionen und Kationen gleichzeitig bestimmen. Schwermetalle lassen sich durch den Einsatz eines voltammetrischen Messstandes bestimmen. PILS kann auch zur Offline-Probennahme mit einem Autosampler eingesetzt werden. Als weitere Beispiele seien hier die Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (zusammen mit einem TOC Analyzer; Total Organic Carbon Analyzer) oder die Kopplung mit ICP-Techniken genannt.

Applikationsbereiche für PILS – IC:

- Schadstoffüberwachung innerhalb von Gebäuden
- Emissionskontrolle am Arbeitsplatz zum Schutz von Arbeitenden
- Aussenluft-Monitoring
- Tunnelluft-Messungen
- Schornstein-Emissionsbestimmung
- Mobiler Einsatz beispielsweise in Flugzeugen



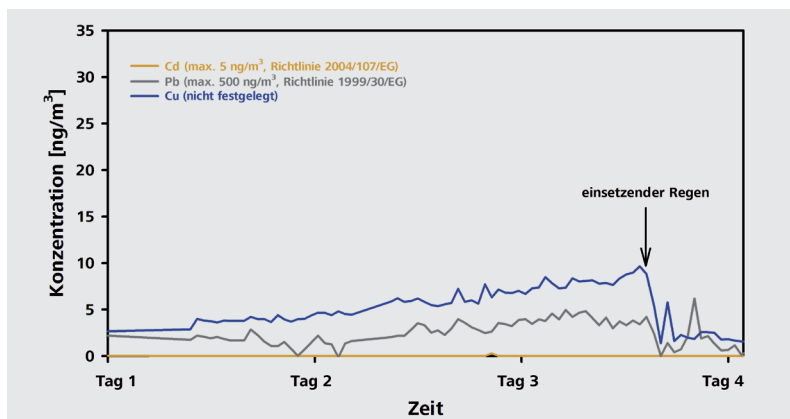
Anionen- und Kationenchromatogramm einer Aussenluftbestimmung und Aerosolpartikelgrösse kleiner als $2.5 \mu m$ ($PM_{2.5}$). Als interner Standard wurde Lithiumbromid eingesetzt.



Schwermetallbestimmung mittels PILS-VA

Die Kombination eines PILS mit einem 884 Professional VA erlaubt die semikontinuierliche Bestimmung verschiedener Schwermetalle (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co etc.) in Feinstaub. Die hohe zeitliche Auflösung erfasst auch geringste Änderungen in der chemischen Zusammensetzung der

Aerosole. Im Analysenbeispiel steigen die Kupfer- und Cadmiumkonzentrationen in der Luft über mehrere Tage stetig an bis der einsetzende Regen einen Grossteil des Kupfers und Cadmiums aus der Luft wäscht (nasse Deposition).

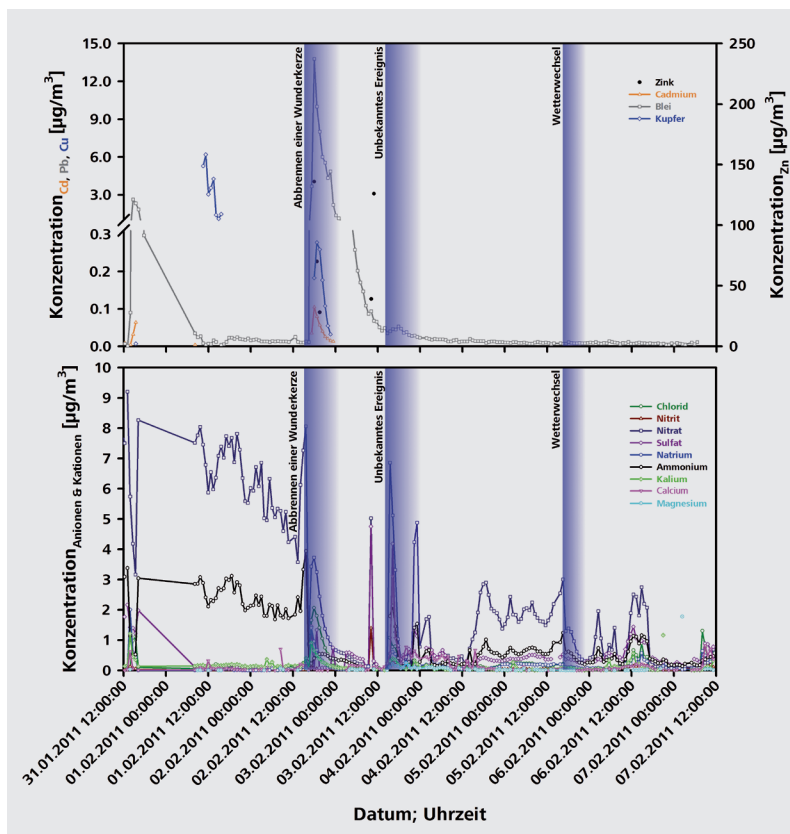


Semikontinuierliche voltammetrische Bestimmung der Schwermetallgehalte (Cd, Pb und Cu) in Aussenluftproben aus Herisau (CH) mittels eines PILS-Probennahmesystems.

Standardionen- und Schwermetallbestimmung mittels PILS-IC-VA

Auch die gleichzeitige Kopplung mit mehreren Analysatoren ist möglich: Im PILS-IC-VA werden die in Lösung gebrachten Partikel in drei Strömen einem Zweikanal-

Ionenchromatographen zur Anionen- und Kationenbestimmung und einem voltammetrischen Messstand zur Bestimmung der Schwermetallkationen zugeführt.



Semikontinuierliche ionenchromatographische Bestimmung der Anionen- und Kationen- sowie der voltammetrischen Bestimmung der Schwermetallgehalte in Aussenluftproben aus Herisau (CH). Zur Simulation von Kontaminationsereignissen wurden Wunderkerzen abgebrannt, die zuvor in Schwermetallsalzlösungen getaucht wurden.

Das 920 Absorber Module – ein automatischer Gasprobensammler

05

Das 920 Absorber Module kann auch als semi-online Sampler eingesetzt werden. Die gasförmigen Verbindungen (NH_3 , HNO_2 , HNO_3 , HCl , SO_2) werden hierbei über einen definierten Zeitraum direkt in einer Lösung absorbiert. Ein externes Gasflussmeter hält den Gassfluss über die gesamte Zeit konstant. Die Wahl des Absorbens sollte eine hohe Löslichkeit für den Gasstrom aufweisen und zugleich kostengünstig sein. Typischerweise wird Reinstwasser verwendet.

Das von der Software MagIC Net kontrollierte Liquid Handling umfasst die Vorlage der Absorptionslösung sowie sämtliche Spülprozeduren. Die gesammelte Probe kann anschliessend beispielsweise direkt in einen Ionenchromatographen für die Analyse überführt werden.

Zudem kann mit der intelligenten Partial Loop Injektionstechnik (MiPT) von Metrohm aus einem einzigen Multiionenstandard eine automatische Kalibrierung des Analysensystems erstellt werden. Da MiPT flexible Injektionsvolumen (4–200 μL) erlaubt, wird ein grosser Konzentrationsbereich abgedeckt.

Für das gesamte Liquid Handling stehen ein 10-Port-Ventil, ein 6-Port-Ventil und zwei 800 Dosinos zur Verfügung.

Auf diese Weise können mit dem 920 Absorber Module beispielsweise flüchtige organische Säuren in Prozessgasen oder in der Umgebungsluft an Arbeitsplätzen überwacht werden.



Das 920 Absorber Module (rechts) kann Proben vollautomatisch sammeln und beispielsweise zur ionenchromatographischen Bestimmung in den 930 Compact IC Flex (links) überführen.

PILS-IC-VA im Überblick

06

Vollautomatische Analysen

Ist die Probentabelle in der MagIC Net Software erst einmal erstellt, arbeitet das PILS-IC-VA System völlig selbstständig. Die voltammetrische Bestimmung wird synchronisiert; die Messergebnisse werden direkt in die MagIC Net Datenbank transferiert.

Keine aufwändige Probenvorbereitung

Die Proben werden durch den Particle Into Liquid Sampler direkt in eine Lösung überführt. Anschliessend kann deshalb ohne weitere aufwändige Probenvorbereitung oder -aufbewahrung, wie beispielsweise bei Filterproben erforderlich, die Analyse mittels Ionenchromatographie respektive Voltammetrie durchgeführt werden.

Analysen im Stundentakt

Die Proben werden im Stundentakt vollautomatisch gesammelt und analysiert. Die semikontinuierliche Analyse erlaubt eine deutlich höhere Zeitauflösung als mit konventionellen Techniken, insbesondere Filtern, möglich.





Multiparameterüberwachung

In der vorgestellten Kombination können sowohl Standardanionen und -kationen als auch Schwermetalle in einer Gesamtbestimmung ermittelt werden. Die Software berechnet automatisch die entsprechenden Konzentrationen in der Luft.

Hohe Flexibilität

Das PILS kann sehr flexibel eingesetzt werden. Es kann beispielsweise auch für Bestimmungen in Kombination mit Massenspektrometrie oder Water Soluble Organic Carbon Analyzern eingesetzt werden. Alternativ können die Proben mit Hilfe eines Autosamplers in Probengefäßen für die Offline-Bestimmung gesammelt werden.

Unbeaufsichtigtes Messen

Durch den Einsatz von Vorratsflaschen und Spülkanistern sind automatische Messungen über einen langen Zeitraum möglich. Fehlerträchtiges, manuelles Hantieren am System gehört der Vergangenheit an. Durch standardisierte Probennahme- und Bestimmungsabläufe ist das höchste Mass an Reproduzierbarkeit gegeben.

Bestellinformationen

Metrohm-Geräte

PILS

- 2.136.0400 Particle Into Liquid Sampler ADI 2081
- 2.136.0500 Schlauchquetschpumpe, 8 Kanäle mit 6 Rollen
- 6.5335.000 Liquid Handling Set zu PILS

IC

- 2.940.2500 940 Professional Vario TWO/Ses/PP
- 6.2832.000 MSM Rotor A
- 6.2842.000 Adapter sleeve for Suppressor Vario
- 2.920.0010 920 Absorber Module
- 6.6059.322 MagIC Net 3.2 Professional

Für dieses Gerätesetup empfiehlt sich zusätzlich ein 941 Eluent Production Module.

Voltammetrie

- 2.884.1110 884 Professional VA semiautomated for MME
- 2.843.0240 843 Membrane Pump Station for Professional VA/CVS systems
- 6.5339.030 VA Electrode equipment with MME pro
- 6.6065.202 viva 2.0

Säulen

- 6.1006.510 Metrosep A Supp 5 - 100/4.0
- 6.1006.500 Metrosep A SUPP 4/5 Guard/4.0
- 6.1050.410 Metrosep C 4 - 100/4.0
- 6.1050.500 Metrosep C 4 Guard/4.0

Weitere applikationsabhängige Ausstattung

Zur Probenzuführung kann eine Vakuumpumpe mit Trocknungssystem der Firma KNF (Vakuumpumpe N860.3FT.40.18) eingesetzt werden. Das Abtrennen der Gasphase erfolgt mit Denudersystemen (z. B. Multi Channel Annular Denuders von URG Model No. URG-2000-30x242-4CSS). Einlasssysteme wie die Zyklone der Firma URG (z. B. PM 2.5 URG Model No. URG-2000-30EH) erlauben die Aerosoldifferenzierung nach Partikelgrösse.



www.metrohm.com

 **Metrohm**