

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft
Messen von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn,
Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, V und Zn als Bestandteil der
atmosphärischen Deposition nach Probenahme mit Bulk- und
Wet-only-Sammlern mittels GF-AAS, ICP-OES und ICP-MS
Determination of suspended matter in ambient air
Measurement of Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg,
Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, V, and Zn as part of the
atmospheric deposition after sampling with bulk and wet-only
collectors using GF-AAS, ICP-OES, and ICP-MS

VDI 2267

Blatt 2 / Part 2

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweise	11
3 Begriffe	11
4 Geräte und Chemikalien	12
4.1 Geräte für die Probenahme	12
4.2 Geräte für die Analyse	13
4.3 Chemikalien und Gase	14
5 Sicherheitshinweise	16
6 Probenahme	16
6.1 Probenahmeort	16
6.2 Anforderungen an die Probenahme	17
7 Probenvorbereitung	18
7.1 Volumenbestimmung	18
7.2 Vorbereitung von Wet-only- und Trichterflasche-Proben	18
7.3 Vorbereitung von Topfsammler- Proben (Bergerhoff-Verfahren)	20
7.4 Probenaufschluss	21
8 Kalibrieren	23
8.1 Überprüfen von Matrixeinflüssen	23
8.2 Standard-Kalibrierverfahren	24
8.3 Kalibrierverfahren mit internem Standard	24
8.4 Standard-Additionsverfahren	26
9 Analyse	26
9.1 GF-AAS	26
9.2 ICP-OES	29
9.3 ICP-MS	34

Contents	Page
Preliminary note	3
Introduction	3
1 Scope	7
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	11
4 Equipment and chemicals	12
4.1 Sampling equipment	12
4.2 Equipment required for analysis	13
4.3 Chemicals and gases	14
5 Safety instructions	16
6 Sampling	16
6.1 Sampling site	16
6.2 Sampling specifications	17
7 Sample preparation	18
7.1 Volume determination	18
7.2 Preparation of wet-only and funnel- and-bottle samples	18
7.3 Preparation of collecting pot samples (Bergerhoff method)	20
7.4 Sample digestion	21
8 Calibration	23
8.1 Checks on the effects of matrices	23
8.2 Standard calibration method	24
8.3 Calibration method with an internal standard	24
8.4 Standard addition method	26
9 Analysis	26
9.1 GF-AAS	26
9.2 ICP-OES	29
9.3 ICP-MS	34

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss

Fachbereich Umweltmesstechnik

Inhalt	Seite
10 Auswertung und Berechnung des Ergebnisses	38
10.1 Auswertung nach dem Standard-Kalibrierverfahren und Kalibrierverfahren mit internem Standard	38
10.2 Auswertung nach dem Standard-Additionsverfahren	38
10.3 Berechnung der Ergebnisse	39
11 Verfahrenskenngrößen	41
11.1 Nachweisgrenzen für die Bestimmung von Elementen nach Probenahme mit Topfsammlern (Bergerhoff-Verfahren)	42
11.2 Nachweisgrenzen für die Bestimmung von Elementen nach Probenahme mit Wet-only-Sammlern und Bulk-Sammlern des Typs Trichterflasche	42
11.3 Abschätzung der Messunsicherheit	43
12 Qualitätssicherung	54
12.1 Allgemeines	54
12.2 Überprüfung auf Blindwerte	54
12.3 Überprüfung der Kalibrierung	55
12.4 Qualitätskontrolllösungen	55
12.5 Überprüfung der Wiederfindungen	57
12.6 Qualitätssicherung bei Probenahme, Transport und Lagerung	57
Schrifttum	58

Contents	Page
10 Analysis and calculation of the result	38
10.1 Analysis using the standard calibration method and the calibration method with an internal standard	38
10.2 Analysis using the standard addition method	38
10.3 Calculation of the result	39
11 Performance characteristics	41
11.1 Limits of detection for the determination of elements after sampling with collecting pots (Bergerhoff method)	42
11.2 Limits of detection for the determination of elements after sampling with wet-only collectors and bulk funnel-and-bottle-type collectors	42
11.3 Estimating measurement uncertainty	43
12 Quality assurance	54
12.1 General information	54
12.2 Checks on blanks	54
12.3 Checks on calibration	55
12.4 Quality control solutions	55
12.5 Checks on recoveries	57
12.6 Quality assurance during sampling, transport, and storage	57
Bibliography	58

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2267.

Einleitung

Der Eintrag von Stoffen aus der Atmosphäre in terrestrische und aquatische Ökosysteme ist ein wichtiger Teil der Stoffbilanz. Grundsätzlich können Stoffeinträge aus der Atmosphäre durch sedimentierende und nicht sedimentierende Partikel sowie aus der Gasphase erfolgen. Die sedimentierenden Partikel können nass oder trocken sein. Grundverständnis und Terminologie zur Beschreibung atmosphärischer Depositionsvorgänge sind ausführlich in VDI 4320 Blatt 1 dargestellt.

Metalle, Halbmetalle und ihre Verbindungen gelangen u.a. aus Feuerungsanlagen (Öl, Kohle, Abfall) sowie bei ihrer Herstellung (Verhüttung) und Verarbeitung in die Atmosphäre. Durch chemische Reaktionen, Anlagerungen und Kondensation wird dabei der überwiegende Teil als anorganische Verbindungen in Partikelform übergeführt oder an Partikel angelagert.

Je nach Partikelgröße können sie als Bestandteile des Schwebstaubs oder der atmosphärischen Deposition erfasst werden.

Die Deposition sedimentierender Partikel lässt sich näherungsweise mit geeigneten Sammlern (Probenahmesystemen) erfassen.

Die vorliegende Richtlinie beschreibt Verfahren zur Bestimmung von Metallen und Halbmetallen als Bestandteil der nassen Deposition und der Bulk-Deposition nach Probenahme mit Wet-only-Sammlern und Bulk-Sammlern. Wet-only-Sammler sind zum Auffangen sedimentierender, Wasser enthaltender nasser Partikel ausgelegt, während Bulk-Sammler zum Auffangen sämtlicher sedimentierender nasser und trockener Partikel ausgelegt sind.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2267.

Introduction

The discharge of compounds from the atmosphere into terrestrial and aquatic ecosystems forms an important part of the mass budget. Compounds can essentially be discharged from the atmosphere through sedimenting and non-sedimenting particles, and from the gas phase. Sedimenting particles can be wet or dry. The basic background and terminology for the description of atmospheric deposition processes are described in detail in VDI 4320 Part 1.

Metals, metalloids, and their compounds enter into the atmosphere from sources including combustion plants (oil, coal, waste) and during their production (smelting) and processing. The majority are inorganic compounds and are converted into particulate matter through chemical reactions, adsorption or condensation.

Depending on the size of the particles, these are either detected as components in airborne dust or in atmospheric deposition.

The deposition of sedimenting particles can be recorded to an approximation using suitable collectors (sampling systems).

The current standard describes methods for the determination of metals and metalloids as components in wet deposition and bulk deposition after sampling with wet-only and bulk collectors. Wet-only collectors are designed to collect sedimenting wet particles containing water, while bulk collectors are designed for the collection of all sedimenting wet and dry particles.