

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft  
Messen der Konzentration  
des gesamten gasförmigen Quecksilbers  
nach manueller Probenahme

VDI 2267  
Blatt 4  
Entwurf

Determination of suspended matter in ambient air – Measurement of the concentration of total gaseous mercury after manual sampling

Einsprüche bis 2022-04-30

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal <http://www.vdi.de/2267-4>
- in Papierform an  
VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft  
Fachbereich Umweltmesstechnik  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	2
<b>2 Abkürzungen</b> .....	3
<b>3 Geräte und Chemikalien</b> .....	3
3.1 Allgemeines .....	3
3.2 Geräte für die Probenahme .....	3
3.3 Geräte für die Analyse .....	3
3.4 Chemikalien und Gase .....	4
<b>4 Konditionierung der Sorptionsröhrchen mit Amalgamfallen</b> .....	5
<b>5 Probenahme</b> .....	6
<b>6 Kalibrierung</b> .....	7
6.1 Allgemeines .....	7
6.2 Kalibrierung des Spektrometers mit direktem Ausheizen der Sorptionsröhrchen .....	7
6.3 Kalibrierung des Spektrometers mit Verbrennungsöfen .....	8
<b>7 Analyse des gesamten gasförmigen Quecksilbers</b> .....	9
7.1 Analyse von Sorptionsröhrchen mit Amalgamfallen mittels Doppel-Amalgamierung .....	9
7.2 Analyse von Sorptionsröhrchen durch Verbrennungsanalyse .....	10

Inhalt	Seite
<b>8 Berechnung von Ergebnissen</b> .....	10
<b>9 Störungen</b> .....	11
<b>10 Verfahrenskenngrößen</b> .....	11
10.1 Nachweisgrenzen .....	11
10.2 Bestimmung der Messunsicherheiten .....	12
<b>11 Qualitätssicherung</b> .....	16
11.1 Allgemeines .....	16
11.2 Überprüfung der Kalibrierung und Gerätedrift .....	16
11.3 Qualitätssicherung bei Probenahme, Transport und Lagerung .....	17
<b>Anhang A</b> Ausführungsbeispiel für die Gas-Stopp-Technik .....	18
<b>Anhang B</b> Manuelles Verfahren zur Bestimmung des partikelgebundenen Quecksilbers nach Filterprobenahme in der Außenluft .....	19
B1 Einleitung .....	19
B2 Probenahme .....	19
B3 Kalibrierung .....	19
B4 Analyse .....	19
B5 Berechnung von Ergebnissen .....	19
B6 Ergebnisse einer Feldkampagne an einer Hintergrundmessstation .....	19
Schrifttum .....	20

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

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft Band 4: Analysen- und Messverfahren I

## Vorbemerkung

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

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2267](http://www.vdi.de/2267).

## Einleitung

Quecksilber liegt in der Außenluft sowohl gasförmig als elementares Quecksilber, in Form gasförmiger Quecksilberverbindungen sowie gebunden an Staubpartikeln vor. Das elementare gasförmige Quecksilber ist nahezu wasserunlöslich. Dadurch wird es weiträumig verteilt und verbleibt über lange Zeiträume in der Erdatmosphäre.

Die mittlere Hintergrundkonzentration des gesamten gasförmigen Quecksilbers (TGM) in der Außenluft auf der Nordhalbkugel liegt bei  $1,7 \text{ ng/m}^3$  [1]. Das bestätigen unter anderem die Messungen des Umweltbundesamts an der Hintergrundmessstation Waldhof in den Jahren 2009 bis 2011. Der Tagesmedian variierte zwischen  $1,4 \text{ ng/m}^3$  und  $2,0 \text{ ng/m}^3$  TGM, der Dreijahresmedian betrug  $1,6 \text{ ng/m}^3$ . Die mittlere Konzentration des partikelgebundenen Quecksilbers (PBM<sub>2,5</sub>) an der UBA-Hintergrundmessstation Waldhof lag im Messzeitraum 2009 bis 2011 bei ca.  $7 \text{ pg/m}^3$  und hat damit einen Anteil von  $< 1 \%$  am gesamten Quecksilber in der Außenluft [2].

Im Einflussbereich von Quecksilberemittenten können an einzelnen Tagen auch Konzentrationen von deutlich über  $100 \text{ ng/m}^3$  gemessen werden.

Der gasförmige Anteil besteht zum größten Teil aus elementarem Quecksilber. Daneben können in geringen Mengen auch Methylquecksilberchlorid (MMC), Dimethylquecksilber (DMM) und Quecksilber(II)chlorid (MC) als flüchtige Quecksilberverbindungen vorliegen [3 bis 5].

Mit der Umsetzung der EU-Tochtrichtlinie 2004/107/EG in nationales Recht (39. BImSchV) wurden Messungen von Quecksilber in der Außen-

luft verbindlich. Referenzmethode für die Messung des gesamten gasförmigen Quecksilbers in der Luft sind die in der DIN EN 15852 beschriebenen automatisierten Verfahren.

Bei Messungen im Umfeld von Industriebetrieben und Verbrennungsanlagen oder für Messkampagnen in der Fläche besteht oftmals nicht die Möglichkeit, automatisierte Verfahren einzusetzen, da hierfür Messcontainer installiert werden müssen. In solchen Fällen können die in dieser Richtlinie beschriebenen Verfahren mit manueller Probenahme eingesetzt werden.

In der Richtlinienreihe VDI 2267 werden Methoden zur Bestimmung der Immissionskonzentration von Metallen und Halbmetallen beschrieben. Hierzu gehört auch das in dieser Richtlinie behandelte Metall Quecksilber. Aufgrund chemischer Reaktionen, Anlagerung oder Kondensation wird der überwiegende Teil der in den weiteren Blättern der Richtlinienreihe VDI 2267 behandelten Metalle und Halbmetalle als anorganische Verbindung in Partikelform überführt oder an Staubpartikeln angelagert, was der Richtlinienreihe auch ihren Titel „Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft“ gibt. Obgleich dies für Quecksilber mit einem partikelgebundenen Anteil von nur wenigen Prozent (siehe oben sowie Anhang B) so nicht gilt, wird diese Richtlinie dennoch aus systematischen Erwägungen in der Richtlinienreihe VDI 2267 veröffentlicht.

Diese Richtlinie ersetzt die Richtlinien VDI 2267 Blatt 8:2000-03 und Blatt 9:2002-07.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt ein manuelles Verfahren zur Bestimmung der Konzentration des gesamten gasförmigen Quecksilbers. Eine Unterscheidung in elementares, anorganisch oder organisch gebundenes Quecksilber erfolgt nicht. Wegen der niedrigen Konzentrationen von TGM wird eine anreichernde Probenahme verwendet. Zur Bestimmung des gesamten gasförmigen Quecksilbers (TGM) wird die Luft durch Glasröhrchen mit einer Amalgamfalle oder Glasröhrchen mit einem Mischkatalysator als Sorbens gesaugt. Das partikelgebundene Quecksilber wird durch einen vorgeschalteten Filter zurückgehalten. Die analytische Bestimmung erfolgt durch thermische Desorption des Quecksilbers, Amalgamierung und anschließender Analyse mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) oder Atomfluoreszenzspektrometrie (AFS).

Das Verfahren ist zur Bestimmung von Wochen- bis Monatsmittelwerten geeignet.

Ergänzend wird in Anhang B ein manuelles Verfahren zur Bestimmung des partikelgebundenen Quecksilbers nach Filterprobenahme in der Außenluft beschrieben.