

# Differenzierende Bestimmung von Gesamt-Quecksilber und Quecksilber(II)chlorid („Sublimat“) in der Raumluft

Verfasser: Dr. Wigbert Maraun<sup>1</sup> und Steffen Ulrichson<sup>2</sup>; im April 2017

<sup>1</sup>ARGUK-Umweltlabor GmbH, Oberursel

<sup>2</sup>Institut für Angewandte Umweltforschung e.V., Oberursel

Korrespondenzautor: Dr. Wigbert Maraun, Krebsmühle 1, 61440 Oberursel, 06171 / 71817, [www.arguk.de](http://www.arguk.de)

## 1. Einleitung

Quecksilber kann in der Umwelt in verschiedenen Substanzformen vorliegen. Neben metallischem Quecksilber können auch anorganische Verbindungen wie Quecksilber(II)chlorid („Sublimat“) oder organische wie Phenylquecksilber vorkommen.

Die Auftretenserwartung von Quecksilber oder einer seiner Verbindungen wird bestimmt von der möglichen technischen Anwendung oder dem Ereignis für den gegebenen Raum.

Als Möglichkeiten einer Quecksilber-Belastung der Raumluft können Schadensfälle mit quecksilberhaltigen Alltagsgegenständen wie das Zerbrechen eines (alten) Thermometer oder einer Energiesparlampe, alte Spiegel, Anwendungen von Holzschutzmitteln oder Ausbringen von Desinfektionsmitteln wie Sublimat vorkommen. Neben dem metallischem Quecksilber wird daher vorwiegend Sublimat aus der Anwendung als Biozid in einem Innenraum zu erwarten sein.

## 2. Analytik

Die Bestimmung des Quecksilbergehaltes in der Raumluft wird üblicherweise nach der VDI-Norm 2267, Bl. 9, durchgeführt. Dieses Verfahren kann jedoch bei Vorliegen von nicht-metallischen Quecksilberverbindungen zu irregulären Befunden für die Raumluftkonzentrationen führen (s. dazu unsere Studie: „Irreguläre Prozesse bei der Anreicherung von Quecksilber an Gold nach der VDI-Norm 2267, Bl. 9“ (Studienreihe: Quecksilber in der Raumluft, Teil 1). Bei Raumluftbelastungen mit einer möglichen Mischexposition sollten metallisches Quecksilber, Sublimat-Quecksilber und andere Quecksilber-Verbindungen differenzierend beurteilt werden. Zur Differenzierung zwischen Gesamt-Quecksilber und Sublimat-Quecksilber wird eine Anreicherung von Quecksilber(II)chlorid aus der Raumluft an Adsorberharz mit nachgeschalteter Kartusche mit graphitisierter Aktivkohle durchgeführt. Parallel dazu werden zwei in Reihe geschaltete Kartuschen mit graphitisierter Aktivkohle eingesetzt. Die Sammler werden über ein Atomabsorptionsspektrometer (AAS) auf den Quecksilber-Gehalt der Probe analysiert.

### 3. Material und Methode

Die zur Ermittlung des Raumlufthaltens an Quecksilber durchgeführte Probenahme erfolgte in Anlehnung an die VDI 4300 - Blatt 1 „Messen von Innenraumluftverunreinigungen“ und wurde nicht unter Nutzungsbedingungen durchgeführt. Nach einer intensiven Lüftung über 10-15 min wurde der zu beprobenden Räumlichkeit für einen Zeitraum von mindestens 8 Stunden keine Außenluft zugeführt. Die Fenster und die Innentüren waren bis zum Beginn der Probenahme geschlossen zu halten. Es waren möglichst nutzungsübliche raumklimatische Bedingungen zu schaffen.

Die Sammelgeschwindigkeit betrug 1,0 L/min, das Probenahmenvolumen lag zwischen 50 und 64 L. Als Pumpe wurde der BiVOC2 (Umweltanalytik Holbach, Wadern) eingesetzt. Die zweikanalige Probenahmepumpe ermöglicht eine simultane Entnahme zweier Luftproben. Der Volumenstrom kann für jeden Kanal im Bereich zwischen 0,1 und 1,9 l/min individuell eingestellt werden, da jeder Kanal mit einem Massensensorsensor und einer Volumenstromregeleinheit ausgestattet ist.

Die Analyse der belegten Sammelröhrchen erfolgte mittels Atomabsorption nach der VDI 2267 - Blatt 9 „Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen der Massenkonzentration von Quecksilber - Probenahme durch Sorption als Amalgam und Bestimmung mittels Atomfluoreszenzspektrometrie (AFS) mit Kaltdampftechnik“. Normgemäß wurden die Sammler durch Vorbehandlung blindwertfrei gestellt.

Die Bestimmungsgrenze des Verfahrens liegt bei 0,01 ng absolut pro Sammler, woraus sich bei einem Sammelvolumen von 30 L eine Bestimmungsgrenze für den Gehalt an Quecksilber in der Raumlufthalt von 0,7 ng/m<sup>3</sup> (bei zwei Sammlern) errechnet.

### 4. Ergebnisse

Es wurde in einem Gebäude mit bekannter Grundbelastung durch Quecksilber eine Probenahme zur differenzierenden Bestimmung von Gesamt-Quecksilber und Quecksilber(II)chlorid („Sublimat“) durchgeführt.

Quecksilber	Raum 1	Raum 2	Raum 3	Raum 4	Raum 5
Gesamt-Quecksilber	11	13	18	7,9	4,3
Quecksilber(II)chlorid („Sublimat“)	6,1	7,6	11	2,5	0,5
Differenzwert (angenommen metallisches Quecksilber)	4,9	5,4	7	5,4	3,8

Konzentrationen in ng/m<sup>3</sup>

Bestimmungsgrenze bei 60 l Sammelvolumen: 0,4 ng/m<sup>3</sup>

Tab. 1: Gehalte an Gesamt-Quecksilber, „Sublimat“-Quecksilber und metallisches Quecksilber in Raumlufthaltproben

Es wurden für die fünf Raumluftproben Gehalte an Gesamt-Quecksilber in einer Spanne von 4,3 bis 18 ng/m<sup>3</sup> festgestellt. Für den Anteil an „Sublimat“-Quecksilber beträgt die Spanne 0,5 bis 11 ng/m<sup>3</sup>.

Interessanterweise steigt der Sublimat-Anteil mit steigender Gesamt-Konzentration: Beim niedrigsten Gesamtgehalt an Quecksilber von 4,3 ng/m<sup>3</sup> in Raum 5 liegt der Sublimat-Anteil bei 12%, bei dem höchsten Gesamtgehalt von 18 ng/m<sup>3</sup> für den Raum 2 beträgt er 61%.

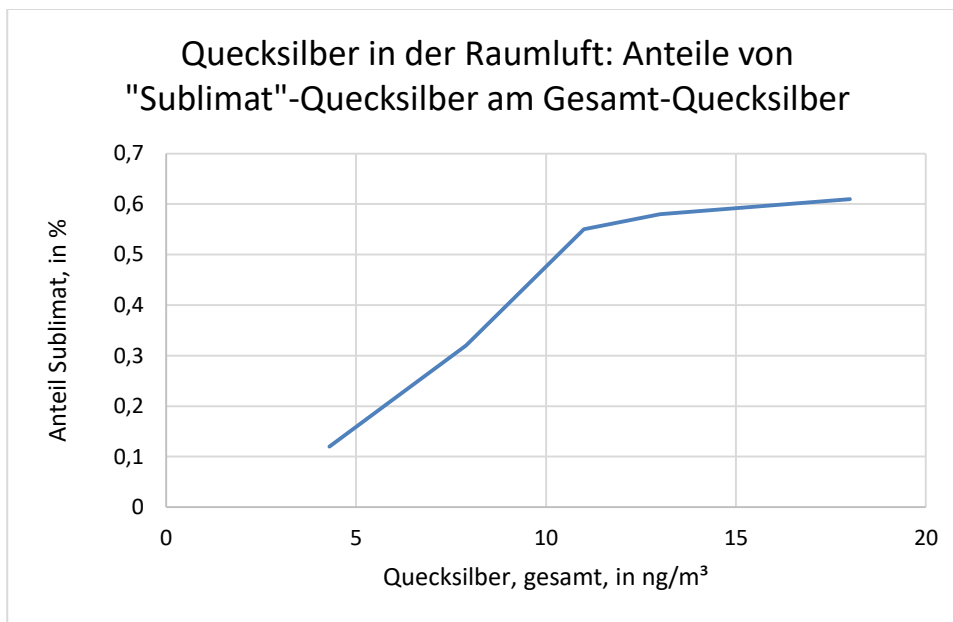


Abb. 1: Zusammenhang zwischen dem Sublimat-Anteil (in %) und dem Gesamt-Gehalt an Quecksilber (in ng/m<sup>3</sup>)

Es zeigt sich, dass für die beprobten Räume als Gesamtheit eine Grundbelastung an metallischem Quecksilber (als Differenzwert zwischen dem Gesamtgehalt und dem „Sublimat“-Gehalt) von 3,8 bis 7 ng/m<sup>3</sup> besteht. Der zusätzliche Beitrag an „Sublimat“-Quecksilber beträgt dann zwischen 0,5 und 11 ng/m<sup>3</sup>.

## 5. Diskussion

Mit der vorgestellten Methode kann bei paralleler Probenahme eine differenzierende Aussage zum Vorkommen von Quecksilber als Gesamtgehalt und an „Sublimat“-Quecksilber als ein toxikologisch kritischer Vertreter der Quecksilber-Spezies abgeleitet werden.

Wie das geschilderte Fallbeispiel zeigt, kann auch ein gleichzeitiges Vorliegen von „Sublimat“-Quecksilber und anderen Quecksilberspezies, vor allem metallisches Quecksilber, gegeben sein. Für eine Probenahme nach VDI 2267, Bl. 9 hätten sich dabei unklare Befunde ergeben, da sich mittels Amalgam die nicht-metallischen Spezies nicht vollständig anreichern lassen.

Aus der bekannten Nutzung des beprobten Gebäudes als Lazarett in den Kriegs- und Nachkriegstagen des Zweiten Weltkrieges kann abgeleitet werden, dass neben metallischem Quecksilber z.B. aus Thermometern auch „Sublimat-Quecksilber als Desinfektionsmittel als Quellen angenommen werden können.

Eine ähnliche Konstellation beider Quecksilberformen kann auch für Museumsräume bestehen, in denen quecksilberbedampfte Spiegel oder „Sublimat“-ausgerüstete Textilien als Langzeit-Emittenten fungieren. Daneben kommen dort auch organische Quecksilber-Verbindungen wie Quecksilber-Naphthenate als Biozide in Betracht.

Autoren:

**Maraun, Wigbert, Dr.**, Dipl.-Chem., ARGUK-Umweltlabor GmbH, Labor für Innenraum-Diagnostik und Umweltanalytik, Krebsmühle 1, 61440 Oberursel

**Ulrichson, Steffen**, Dipl.-Chem., Institut für Angewandte Umweltforschung e.V., Krebsmühle 1, 61440 Oberursel

Kontakt:

Dr. W. Maraun, [info@arguk.de](mailto:info@arguk.de)

## Literaturverzeichnis

VDI-Richtlinie 2267, Blatt 9 (2002): Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen der Massenkonzentration von Quecksilber Probenahme durch Sorption als Amalgam und Bestimmung mittels Atomfluoreszenzspektrometrie (AFS) mit Kaltdampftechnik Aspekte der Meßstrategie, Beuth-Verlag, Berlin