

DIN EN ISO 23320



ICS 13.040.30

Entwurf

Einsprüche bis 2021-05-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 838:2010-05

**Luft am Arbeitsplatz –
Gase und Dämpfe –
Anforderungen an die Evaluierung von Messverfahren mit
Diffusionssammlern (ISO/DIS 23320:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 23320:2021**

Workplace air –
Gases and vapours –
Requirements for evaluation of measuring procedures using diffusive samplers
(ISO/DIS 23320:2021);
German and English version prEN ISO 23320:2021

Air des lieux de travail –
Gazes et vapeurs –
Exigences pour l'évaluation des procédures pour le mesurage à l'aide de dispositifs de
prélèvement par diffusion (ISO/DIS 23320:2021);
Version allemande et anglaise prEN ISO 23320:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-03-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nasg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im
Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG), 10772 Berlin
oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 97 Seiten

DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 23320:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Air quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 137 „Bewertung der chemischen und biologischen Stoffbelastung am Arbeitsplatz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 095-03-01 AA „Messstrategien und Anforderungen an Messverfahren“ im DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3534-1:2006	siehe	DIN ISO 3534-1:2008-02
ISO 6141	siehe	DIN EN ISO 6141
ISO 6143	siehe	DIN EN ISO 6143
ISO 6144	siehe	DIN EN ISO 6144
ISO 6145-1	siehe	DIN EN ISO 6145-1
ISO 6145-4	siehe	DIN EN ISO 6145-4
ISO 6145-6	siehe	DIN EN ISO 6145-6
ISO 6145-10	siehe	DIN EN ISO 6145-10
ISO 8655-2:2002	siehe	DIN EN ISO 8655-2:2002-12
ISO 8655-6:2002	siehe	DIN EN ISO 8655-6:2002-12
ISO 16017-2	siehe	DIN EN ISO 16017-2
ISO 22065	siehe	DIN EN ISO 22065

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 838:2010-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normtitel geringfügig geändert;
- b) Hinweis, dass das Dokument Anforderungen an Verfahrensentwickler und/oder -hersteller behandelt in den Anwendungsbereich aufgenommen;
- c) Spezifikation des Typ-A-Sammlers in Abschnitt 5 geändert;
- d) Anforderung an die Ausrichtung des Sammlers zur Untersuchung des Einflusses der Luftgeschwindigkeit auf die festgestellte Massenkonzentration des Analyten in 8.2.2 modifiziert;
- e) Berechnungsgrundlage für die Bestimmungsgrenze in 8.3.2.1 abgeändert
- f) Berechnung der Aufnahmeraten anhand von Diffusionskoeffizienten aus dem normativen Text in einen neuen informativen Anhang C verschoben
- g) Normtemperatur für Prüfverfahren für Sammler von $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ auf $20 ^\circ\text{C}$ bis $25 ^\circ\text{C}$ geändert;
- h) Norm redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6141, *Gasanalyse — Inhalte von Zertifikaten für Kalibrierungsgemische*

DIN EN ISO 6143, *Gasanalyse — Vergleichsverfahren zur Bestimmung und Überprüfung der Zusammensetzung von Kalibrierungsgemischen*

DIN EN ISO 6144, *Gasanalyse — Herstellung von Prüfgasen — Volumetrisch-statistisches Verfahren*

DIN EN ISO 6145-1, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrierungsgemischen mit Hilfe von dynamischen Verfahren — Teil 1: Allgemeine Aspekte*

DIN EN ISO 6145-4, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrierungsgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 4: Kontinuierliches Spritzen-Injektionsverfahren*

DIN EN ISO 6145-6, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrierungsgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 6: Kritische Düsen*

DIN EN ISO 6145-10, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrierungsgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 10: Permeationsverfahren*

DIN EN ISO 8655-2:2002-12, *Volumenmessgeräte mit Hubkolben — Teil 2: Kolbenhubpipetten (ISO 8655-2:2002); Deutsche Fassung EN ISO 8655-2:2002*

DIN EN ISO 8655-6:2002-12, *Volumenmessgeräte mit Hubkolben — Teil 6: Gravimetrische Prüfverfahren zur Bestimmung der Messabweichung (ISO 8655-6:2002); Deutsche Fassung EN ISO 8655-6:2002*

DIN EN ISO 16017-2, *Innenraumluft, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillargaschromatographie — Teil 2: Probenahme mit Passivsammlern*

DIN EN ISO 22065, *Luft am Arbeitsplatz — Gase und Dämpfe — Anforderungen an die Evaluierung von Messverfahren mit pumpenbetriebenen Probenahmeeinrichtungen*

DIN ISO 3534-1:2008-02, *Statistik - Begriffe und Formelzeichen — Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine statistische Begriffe (ISO 3534-1:2006); Text Deutsch und Englisch*

<i>Titel de:</i>	Luft am Arbeitsplatz — Gase und Dämpfe — Anforderungen an die Evaluierung von Messverfahren mit Diffusionssammlern (ISO/DIS 23320:2021)
<i>Titel en:</i>	Workplace air — Gases and vapours — Requirements for evaluation of measuring procedures using diffusive samplers (ISO/DIS 23320:2021)
<i>Titel fr:</i>	Air des lieux de travail — Gazes et vapeurs — Exigences pour l'évaluation des procédures pour le mesurage à l'aide de dispositifs de prélèvement par diffusion (ISO/DIS 23320:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Typen von Sammlern	10
6 Anforderungen	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Anforderungen an die Sammler	11
6.2.1 Nennaufnahmerate	11
6.2.2 Luftgeschwindigkeit/Ausrichtung des Sammlers	11
6.2.3 Dichtigkeitsprüfung des Sammlers	11
6.2.4 Lagerbeständigkeit	11
6.2.5 Sammlerbezeichnung (für handelsübliche Diffusionssammler)	11
6.2.6 Kennzeichnung	11
6.2.7 Gebrauchsanleitung	12
6.3 Anforderungen an das Messverfahren	12
6.3.1 Anforderungen an das Probenahmeverfahren	12
6.3.1.1 Probenahmedauer	12
6.3.1.2 Systematische Abweichung durch die Auswahl eines nicht-idealen Sorptionsmittels (Rückdiffusion)	12
6.3.1.3 Aufnahmerate	12
6.3.1.4 Lagerungsbedingungen nach der Probenahme	12
6.3.2 Anforderungen an das Analyseverfahren	13
6.3.2.1 Bestimmungsgrenze	13
6.3.2.2 Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens	13
6.3.2.3 Blindwert	13
6.3.3 Erweiterte Messunsicherheit	13
6.3.4 Beschreibung des Verfahrens	14
6.3.4.1 Anwendungsbereich des Messverfahrens	14
6.3.4.2 Leistungsfähigkeit des Verfahrens	14
6.3.4.3 Geräte und Reagenzien	14
6.3.4.4 Sicherheitshinweise	14
7 Allgemeine Prüfbedingungen	15
7.1 Reagenzien	15
7.2 Geräte	15
7.3 Unabhängiges Verfahren	15
7.4 Herstellung eines Prüfgasgemischs	15
7.4.1 Allgemeines	15
7.4.2 Bestimmung der Massenkonzentration	16
8 Prüfverfahren	17

8.1	Allgemeines	17
8.2	Prüfverfahren für Sammler	17
8.2.1	Bestimmung der (Nenn-)Aufnahmerate	17
8.2.2	Luftgeschwindigkeit.....	18
8.2.3	Sammler-Dichtigkeitsprüfung.....	19
8.2.4	Lagerbeständigkeit (für Typ A-Sammler mit imprägnierten Trägermaterialien).....	19
8.2.5	Sammlerbezeichnung	20
8.2.6	Kennzeichnung.....	20
8.2.7	Gebrauchsanleitung	20
8.3	Prüfverfahren des Messverfahrens	20
8.3.1	Bestimmung der Probenahmebedingungen	20
8.3.1.1	Systematische Abweichung durch die Auswahl eines nicht idealen Sorptionsmittels.....	20
8.3.1.2	Bestimmung der Aufnahmeraten	20
8.3.1.3	Lagerung nach der Probenahme.....	20
8.3.2	Prüfverfahren des Analyseverfahrens	21
8.3.2.1	Analytische Bestimmungsgrenze.....	21
8.3.2.2	Bestimmung der Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens	22
8.3.2.3	Bestimmung des Blindwerts.....	23
8.3.3	Wiederfindungsrate des Verfahrens und Präzision des Verfahrens.....	23
8.3.3.1	Allgemeines.....	23
8.3.3.2	Einfluss der Expositionsdauer	24
8.3.3.3	Einfluss der Expositionskonzentration	25
8.3.3.4	Einfluss der relativen Luftfeuchte der Prüfatmosphäre	25
8.3.3.5	Einfluss der Temperatur der Prüfatmosphäre	26
8.4	Messunsicherheit	26
8.4.1	Identifizierung der zufälligen und nicht zufälligen Unsicherheitskomponenten	26
8.4.2	Abschätzung der individuellen Unsicherheitskomponenten	26
8.4.2.1	Allgemeines.....	26
8.4.2.2	Unsicherheit in Zusammenhang mit dem Probeluftvolumen.....	26
8.4.2.3	Unsicherheit in Zusammenhang mit der Lagerung und dem Transport der Probe.....	27
8.4.2.4	Unsicherheit in Zusammenhang mit der Wiederfindungsrate des Verfahrens.....	27
8.4.2.5	Unsicherheit in Zusammenhang mit der Variabilität des Verfahrens	27
8.4.2.6	Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit	27
8.4.3	Berechnung der erweiterten Messunsicherheit	28
9	Prüfbericht.....	28
Anhang A (informativ)	Grundlagen der Probenahme mit Diffusionssammlern.....	29
A.1	Grundsätze.....	29
A.2	Maßangaben für die Aufnahmerate.....	30
A.3	Systematische Abweichung infolge der Auswahl eines nicht idealen Sorptionsmittels	31
Anhang B (informativ)	Abschätzung der Messunsicherheit.....	32
B.1	Allgemeines	32
B.2	Unsicherheit in Zusammenhang mit der Massenaufnahme	32
B.2.1	Unsicherheitsquellen	32
B.2.2	Aufnahmerate	32
B.2.3	Probenahmedauer	33
B.3	Unsicherheit in Zusammenhang mit dem Probenahmewirkungsgrad	33
B.3.1	Rückdiffusion	33
B.3.2	Expositionsdauer.....	34
B.4	Unsicherheit in Zusammenhang mit der Lagerung und dem Transport der Probe	34
B.5	Unsicherheit in Zusammenhang mit der Wiederfindungsrate des Verfahrens	34
B.5.1	Allgemeines	34
B.5.2	Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens.....	35
B.5.3	Systematische Abweichung des Verfahrens.....	36
B.5.4	Referenzkonzentration	37

B.5.5	Einfluss der relativen Luftfeuchte	37
B.5.6	Einfluss der Temperatur	37
B.6	Unsicherheit in Zusammenhang mit der Variabilität des Verfahrens	38
B.6.1	Allgemeines	38
B.6.2	Präzision des Verfahrens	38
B.6.3	Konzentration der Kalibrierlösungen	40
B.6.4	Kalibrierfunktion	40
B.6.5	Verdünnung der Probenlösungen (sofern zutreffend)	41
B.6.6	Messgerätedrift der Anzeige	41
B.6.7	Analytische Präzision	41
B.7	Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit	42
B.7.1	Zufällige und nicht zufällige Komponenten der Unsicherheit bei der Probenahme und der Unsicherheit bei der Analyse	42
B.7.2	Kombinierte Standardunsicherheit und erweiterte Messunsicherheit	43
Anhang C (informativ) Berechnung der Aufnahmeraten anhand der Diffusionskoeffizienten		44
C.1	Allgemeines	44
C.2	Berechnung der Aufnahmeraten anhand der Diffusionskoeffizienten	44
Anhang D (informativ) Beispiel für die Abschätzung der erweiterten Messunsicherheit		46
Literaturhinweise		49

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 23320:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Air quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 137 „Bewertung der chemischen und biologischen Stoffbelastung am Arbeitsplatz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 838:2010 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 23320:2021 wurde von CEN als prEN ISO 23320:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146, *Air quality*, Unterkomitee SC 2, *Workplace atmospheres* erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Dieses Dokument bietet einen Rahmen für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Messung von Gasen und Dämpfen anhand der allgemeinen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Messung chemischer Arbeitsstoffe in Arbeitsplatzatmosphären nach ISO 20581. Diese Leistungskriterien umfassen Höchstwerte für die unter vorgegebenen Laborbedingungen erreichbare erweiterte Messunsicherheit der anzuwendenden Verfahren.

Dieses Dokument ermöglicht Herstellern und Anwendern von Diffusionssammlern und Entwicklern und Anwendern der Messverfahren für Gase und Dämpfe eine einheitliche Herangehensweise an die Verfahrensvalidierung.

Dieses Dokument basiert auf EN 838:2010, die vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) veröffentlicht wurde und ergänzt gleichermaßen ISO 16107.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Prüfverfahren für die Evaluierung von Diffusionssammlern („Passivsammlern“) unter vorgegebenen Laborbedingungen fest, sowie Verfahren, die diese Sammler zur Bestimmung von Gasen und Dämpfen in der Arbeitsplatzatmosphäre verwenden.

Dieses Dokument gilt für Diffusionssammler und Messverfahren, wie ISO 16200-2 und ISO 16017-2, die diese Sammler, bei denen Probenahme und Analyse in getrennten Schritten vorgenommen werden, verwenden.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für

- Diffusionssammler, die zur direkten Konzentrationsbestimmung verwendet werden, und
- Diffusionssammler, deren Funktionsweise auf Sorption in einer Flüssigkeit beruht.

Dieses Dokument behandelt Anforderungen an Verfahrensentwickler und/oder -hersteller.

ANMERKUNG Für die Anwendung dieses Dokuments kann ein Hersteller jede kommerzielle oder nicht kommerzielle Einrichtung sein.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 20581, *Workplace atmospheres — General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents*

ISO 22065, *Workplace exposure — Gases and vapours — Requirements for evaluation of measuring procedures using pumped samplers*

ISO 18158, *Workplace atmospheres — Terminology*

ISO 8655-2:2002, *Piston-operated volumetric apparatus — Part 2: Piston pipettes*

ISO 8655-6:2002, *Piston-operated volumetric apparatus — Part 6: Gravimetric methods for the determination of measurement error*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 18158 und ISO 20581.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

4 Symbole und Abkürzungen

ANMERKUNG Siehe 8.4 und Anhang C für Symbole, die nur in Verbindung mit der Messunsicherheit verwendet werden.

A Querschnittsbereich der Sorptionsoberfläche, in Quadratzentimeter (cm^2)

CRM zertifiziertes Referenzmaterial

D_a Diffusionskoeffizient eines Analyten, in Quadratzentimeter je Minute ($\text{cm}^2 \cdot \text{min}^{-1}$)

D_{a1} Diffusionskoeffizient des Analyten 1, in Quadratzentimeter je Minute ($\text{cm}^2 \cdot \text{min}^{-1}$)

D_{a2} Diffusionskoeffizient des Analyten 2, in Quadratzentimeter je Minute ($\text{cm}^2 \cdot \text{min}^{-1}$)

l Länge der ruhenden Luftschicht im Sammler (bzw. deren Entsprechung im Sammler vom Permeationstyp), in Zentimeter (cm)

m_b Masse des Analyten, die vom unbenutzten Sammler desorbiert wurde, in Nanogramm (ng)

m_d Masse des Analyten, die desorbiert wurde, in Nanogramm (ng)

m_s Masse des Analyten, die innerhalb einer bestimmten Zeit zu einem geeigneten Sorptionsmittel diffundieren kann, d. h. die Massenaufnahme eines Diffusionssammlers, in Nanogramm (ng)

$\dot{m}_1$ Masseverlust des Permeationsröhrchens, in Mikrogramm je Minute ($\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1}$)

M_a Molmasse des Analyten, in Gramm je Mol ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

n Anzahl an Wiederholprobe

OELV Arbeitsplatzgrenzwert (en: occupational exposure limit value)

p_{at} tatsächlicher Druck der beprobten Prüfatmosphäre, in Kilopascal (kPa)

R Wiederfindungsrate

R_{an} analytische Wiederfindungsrate

RH relative Luftfeuchte der beprobten Prüfatmosphäre, in Prozent t (%)

t_e Expositionsdauer, in Minuten (min)

T_{at} Temperatur der beprobten Prüfatmosphäre, in Kelvin (K)

$\dot{U}_d$ Aufnahmerate, in Kubikzentimeter je Minute ($\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)

$(\dot{U}_d)'$ Aufnahmerate, in Nanogramm je 10^{-6} (Volumenanteil) je Minute ($\text{ng} \cdot \text{ppm}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)

$\dot{U}_{d1}$ Aufnahmerate des Analyten 1, in Kubikzentimeter je Minute ($\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)

$\dot{U}_{d2}$ Aufnahmerate des Analyten 2, in Kubikzentimeter je Minute ($\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$)

$\dot{v}$ Durchfluss in die Expositionskammer, z. B. in Liter je Minute ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$)

β_a Massenkonzentration des Analyten in der Prüfatmosphäre, in Milligramm je Kubikmeter ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)

$(\beta_a)'$ Massenkonzentration als Zahlenwert 10^{-6} (ppm);

β_{a1} Massenkonzentration des ausgesuchten Analyten am Beginn der Diffusionsschicht (d.h. in der Entfernung l von der Sorptionsoberfläche), in Milligramm je Kubikmeter ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)

β_{a2} Massenkonzentration des ausgesuchten Analyten am Ende der Diffusionsschicht (d.h. an der Sorptionsoberfläche), in Milligramm je Kubikmeter ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)

$\bar{\beta}_{a,R}$ mittlere Massenkonzentration des in der Prüfatmosphäre wiedergefundenen Analyten, in Milligramm je Kubikmeter ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$);

β_{cg} Massenkonzentration des Prüfgases, in Milligramm je Kubikmeter ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)

ϑ_{at} Temperatur der beprobten Prüfatmosphäre, in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

K_v Variationskoeffizient (CV)¹

$\varnothing_a$ Volumenanteil des Analyten, in Mikroliter je Liter ($\mu\text{l} \cdot \text{l}^{-1}$)

5 Typen von Sammlern

Sammler für Gase und Dämpfe können in Typ A- und Typ B-Sammler unterteilt werden.

Typ A-Sammler basieren auf der Sorption an einer festen Phase oder auf einem mit einem Reagens imprägnierten Trägermaterial, der Desorption durch ein Lösemittel und einer anschließenden Analyse des Desorbats. Sie sind üblicherweise aus Polypropylen oder Glas und bestehen aus einer oder mehreren Schichten von Sorptionsmitteln und enthalten ein aktives Sorptionsmittel (z. B. Aktivkohle) oder ein mit einem Reagens imprägniertes Trägermaterial.

Typ B-Sammler beruhen auf der Sorption an einer festen Phase oder auf einem mit einem Reagens imprägnierten Trägermaterial, der thermischen Desorption und einer anschließenden Analyse des Desorbats. Sie sind üblicherweise aus Glas oder Metall, sind mit abnehmbaren Verschlusskappen abgedichtet und bestehen aus einer oder mehreren Schichten eines aktiven Sorptionsmittels (z. B. poröses Kunstharz).

6 Anforderungen

6.1 Allgemeines

Einige Anforderungen (siehe 6.2) müssen vom Hersteller zunächst einmal für jeden Sammlertyp verifiziert werden. Andere Anforderungen (siehe 6.3) müssen für jede Kombination von Sammler und chemischem Arbeitsstoff verifiziert werden.

Die Messverfahren müssen den Anforderungen an die Messverfahren nach 6.3 entsprechen. Wird die Verwendung eines Sammlers zur Messung eines bestimmten Gases oder Dampfes gefordert, muss der Sammler die in 6.2 genannten Anforderungen erfüllen.

¹ Der Vorgängerbegriff „relative Standardabweichung“ ist veraltet und wurde durch den Begriff „Variationskoeffizient“ ersetzt. Siehe auch ISO 3534-1:2006, 2.38, Anmerkung 2.

ANMERKUNG 1 Für den Einfluss von störenden Komponenten (mit Ausnahme von relativer Luftfeuchte) können keine sinnvollen Leistungsanforderungen angegeben werden. Der Einfluss von störenden Komponenten lässt sich bei einem nicht idealen Sorptionsmittel ohne die Daten der Adsorptionsisotherme bei Mischsystemen nur schwer vorhersagen. Die Daten sind in der Regel nicht verfügbar. Der Anwender von Diffusionssammlern wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Adsorption von Wasserdampf an bestimmte Sorptionsmittel, z. B. Aktivkohle und Quarzgel, die Kapazität des Sammlers und die Wiederfindungsrate nachhaltig beeinflussen kann.

ANMERKUNG 2 Da der Druckeinfluss auf die Diffusionskoeffizienten bekannt ist, ist keine Druckprüfung erforderlich.

6.2 Anforderungen an die Sammler

6.2.1 Nennaufnahmerate

Die Nennaufnahmerate und der Variationskoeffizient müssen vom Hersteller mitgeteilt werden.

6.2.2 Luftgeschwindigkeit/Ausrichtung des Sammlers

Der Hersteller muss den Arbeitsbereich für die Luftgeschwindigkeit und den Einfluss auf die Ausrichtung des Sammlers nach 8.2.2 prüfen.

6.2.3 Dichtigkeitsprüfung des Sammlers

Bei der Prüfung nach 8.2.3 muss die Massenaufnahme für einen oberhalb des Blindwerts bestimmten zusätzlichen Analyten (siehe 6.3.2.3) kleiner sein als ein Drittel der berechneten Massenaufnahme durch den Sammler bei einer Expositionsdauer von 30 min und einer Expositionskonzentration von einem Zehntel des OELVs.

6.2.4 Lagerbeständigkeit

Der Hersteller muss die Lagerbeständigkeit des Diffusionssammlers festlegen, sofern dieser in der Originalverpackung gelagert wird. Während dieser Zeit muss der Sammler alle Anforderungen erfüllen.

6.2.5 Sammlerbezeichnung (für handelsübliche Diffusionssammler)

Sammler müssen eindeutig bezeichnet werden.

6.2.6 Kennzeichnung

Sammler müssen mindestens mit dem Folgenden gekennzeichnet werden:

- a) Name des Herstellers;
- b) Produktbezeichnung;
- c) Chargenkennung;
- d) Lagerbeständigkeit (falls zutreffend);
- e) Nummer dieses Dokuments.

Falls dies aus Platzgründen nicht anders möglich ist, darf die Kennzeichnung auf der Verpackung des Diffusionssammlers angebracht werden. Der Name des Herstellers und die Produktbezeichnung müssen jedoch auf dem Diffusionssammler angegeben werden.

6.2.7 Gebrauchsanleitung

Die Gebrauchsanleitung, die mit dem Diffusionssammler geliefert wird, muss in der Hauptsprache/den Hauptsprachen der Länder abgefasst sein, in denen der Diffusionssammler vermarktet wird. Sofern zweckmäßig, muss die Gebrauchsanleitung mindestens die folgenden Angaben unmittelbar sowie durch Verweisung auf ein Onlinedokument enthalten:

- a) vorgesehene Anwendung (allgemeiner Zweck für eine Anzahl von Gasen und Dämpfen oder speziell für ein bestimmtes Gas oder einen bestimmten Dampf, siehe 6.1);
- b) Blindwert (nur falls für ein bestimmtes Gas oder einen bestimmten Dampf verwendet, siehe 6.1);
- c) Nennaufnahme rate für jene Substanzen, für welche die Verwendung des Diffusionssammlers vorgesehen ist;
- d) Angaben zur korrekten Handhabung des Diffusionssammlers, einschließlich Angaben zum Öffnen und Verschließen;
- e) allgemeine Angaben zum Anwendungsprinzip, z. B. zum Typ des Sorptionsmittels, zur Reaktion der festen Phase mit dem Reagens, zum Desorptionsverfahren;
- f) Angaben zu Lagerung und Transport;
- g) Bereich der Luftgeschwindigkeit, innerhalb dessen der Sammler verwendet werden kann;
- h) Ausrichtung;
- i) Angaben zu Gesundheits- oder Umweltrisiken und zum Entsorgungsverfahren.

Die allgemeinen Ausführungen zum Anwendungsprinzip können in ergänzender Dokumentation enthalten sein.

6.3 Anforderungen an das Messverfahren

6.3.1 Anforderungen an das Probenahmeverfahren

6.3.1.1 Probenahmedauer

Die Probenahmedauer ist entsprechend dem Konzentrationsbereich der zu untersuchenden Verbindungen festzulegen, über den Messungen durchzuführen sind, d. h. bis zum doppelten OELV (siehe ISO 20581) sowie unter Berücksichtigung der Nennaufnahme rate oder theoretischen Aufnahme rate.

6.3.1.2 Systematische Abweichung durch die Auswahl eines nicht-idealen Sorptionsmittels (Rückdiffusion)

Bei der Prüfung nach 8.3.1.1 muss die systematische Abweichung $\leq 10\%$ sein.

6.3.1.3 Aufnahme rate

Falls es möglich ist, den theoretischen Sollwert nach 8.2.1 zu berechnen, muss die nach 8.2.1 bestimmte Nennaufnahme rate innerhalb von $\pm 25\%$ dieses Sollwertes liegen.

6.3.1.4 Lagerungsbedingungen nach der Probenahme

Die Lagerungsbedingungen nach der Probenahme müssen festgelegt werden. Bei der Prüfung nach 8.3.1.3 darf der Mittelwert der Wiederfindungsrate des Verfahrens um nicht mehr als 10 % von dem Wert vor der Lagerung abweichen.

6.3.2 Anforderungen an das Analyseverfahren

6.3.2.1 Bestimmungsgrenze

Die nach 8.3.2.1 bestimmte Bestimmungsgrenze für Langzeit-OELVs muss geringer sein als die vom Sammler bei einer Konzentration von 0,1 OELV in 8 h gesammelte Masse.

Die Bestimmungsgrenze für Kurzzeit-OELVs muss geringer sein als die vom Sammler bei einer Konzentration von 0,5 OELV innerhalb von 15 min gesammelte Masse.

Falls der Sammler für kürzere Referenzzeitspannen verwendet werden soll, muss die Bestimmungsgrenze auch während dieser Zeitspannen gemessen werden können.

6.3.2.2 Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens

Bei der Prüfung nach 8.3.2.2 muss die Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens R_{an}

— für Typ A-Sammler, $R_{an} \geq 75 \%$ mit $K_v \leq 10 \%$ für jede Beladung, und

— für Typ B-Sammler, $R_{an} \geq 95 \%$ mit $K_v \leq 10 \%$ für jede Beladung sein.

Wenn die Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens nicht erreicht werden kann, muss der Anwender sicherstellen, dass das Messverfahren alle anderen Anforderungen dieses Dokuments sowie von ISO 20581 erfüllt.

6.3.2.3 Blindwert

Um annehmbare Werte für die Bestimmungsgrenze des Verfahrens zu erhalten, sollte der Blindwert des Probenahmemediums so niedrig wie technisch möglich sein.

Der nach 8.3.2.3 geprüfte Blindwert muss kleiner sein als die nach 8.3.2.1 ermittelte Bestimmungsgrenze, oder dieser kann andernfalls vom Ergebnis abgezogen werden, jedoch trägt die Standardabweichung des Blindwerts zur erweiterten Unsicherheit des Messverfahrens bei.

Ist bekannt, dass der Blindwert signifikant ist und zwischen den Chargen der Sammler variiert, so muss dieser bei jeder Charge von Sammlern überprüft werden.

Um jede Kontamination zu vermeiden, die während der Lagerung vor Gebrauch auftreten könnte, sollten Typ B-Sammler vor der Probenahme über ein thermales Desorptionsverfahren gereinigt werden.

Dieser Reinigungsvorgang sollte so zeitnah wie möglich zum Gebrauchszeitpunkt der Sammler durchgeführt werden.

6.3.3 Erweiterte Messunsicherheit

Bei der Prüfung nach 8.3 muss die nach 8.4 berechnete erweiterte Messunsicherheit den in ISO 20581 angegebenen Anforderungen entsprechen.

Die Anforderung der erweiterten Messunsicherheit muss bei 10 °C bis 40 °C und bei relativen Luftfeuchten von 20 % bis 80 % erfüllt sein. Oberhalb von 30 °C ist es zulässig, Korrekturfaktoren zu verwenden, um diese Anforderung zu erfüllen.

Darüber hinaus sollten die Leistungskriterien auch über einen weiten Bereich von Umwelteinflüssen einzuhalten sein, die für die Bedingungen am Arbeitsplatz als repräsentativ anzusehen sind.

6.3.4 Beschreibung des Verfahrens

6.3.4.1 Anwendungsbereich des Messverfahrens

Der Anwendungsbereich des Messverfahrens muss Angaben zu Folgendem enthalten:

- a) Prinzip des Verfahrens;
- b) durch das Messverfahren abgedeckte chemische Arbeitsstoffe;
- c) angewandte Analystechnik;
- d) Arbeitsbereiche;
- e) chemische Arbeitsstoffe, für die das Messverfahren geeignet ist, aber noch keine vollständige Validierung nach diesem Dokument vorliegt, insbesondere für Verbindungen aus der gleichen chemischen Familie oder homologen Reihe;
- f) chemische Arbeitsstoffe, für die das Messverfahren nachweislich ungeeignet ist;
- g) alle bekannten Störeinflüsse.

6.3.4.2 Leistungsfähigkeit des Verfahrens

Das Messverfahren muss Angaben zur Leistungsfähigkeit des Verfahrens umfassen, einschließlich Folgendem:

- a) die chemischen Arbeitsstoffe, für die sich das Messverfahren als effektiv erwiesen hat;
- b) die Konzentrationsbereiche der chemischen Arbeitsstoffe in der Luft, das Probenvolumen, die Aufnahmeraten, die Expositionsdauer sowie der Bereich der Umgebungsbedingungen, bei denen das Messverfahren den in ISO 20581 festgelegten Leistungskriterien für die erweiterte Messunsicherheit entspricht;
- c) die Bestimmungsgrenze des Messverfahrens für die zu prüfenden chemischen Arbeitsstoffe;
- d) sämtliche Einzelheiten über bekannte Störeinflüsse, einschließlich geeigneter und ausreichender Angaben, wie deren Auswirkungen zu verringern sind.

6.3.4.3 Geräte und Reagenzien

Im Hinblick auf Geräte und Reagenzien muss das Messverfahren

- a) festlegen, dass der verwendete Diffusionssammler den Anforderungen dieses Dokuments entspricht,
- b) die Leistungsmerkmale der zu verwendenden Geräte und Prüfeinrichtungen festlegen,
- c) die Qualität der zu verwendenden Reagenzien festlegen.

6.3.4.4 Sicherheitshinweise

Das Messverfahren muss geeignete und ausreichende Angaben über die Sicherheitsrisiken liefern, die mit den verwendeten Reagenzien und der Ausrüstung verbunden sind.

7 Allgemeine Prüfbedingungen

7.1 Reagenzien

Soweit möglich, sind Reagenzien von analytischer Qualität zu verwenden

7.2 Geräte

Übliche Laborgeräte und die folgenden:

7.2.1 Ein dynamisch arbeitendes System zur Herstellung, Mischung und Bereitstellung einer bekannten Prüfgaskonzentration (siehe ISO 6145-1, ISO 6145-4, ISO 6145-6 und ISO 6145-10), einschließlich mindestens:

- einer Expositions-kammer aus inerten Materialien wie Glas oder Polytetrafluorethylen (PTFE), durch welche die entstandene Prüfatmosphäre geleitet wird. Die Expositions-kammer muss über ein ausreichendes Volumen verfügen, um gleichzeitig sechs Prüfsammler und sechs weitere Sammler aufzunehmen, die nach einem unabhängigen Verfahren arbeiten (siehe 7.3), letztere sollten so positioniert werden, dass diese sich nicht gegenseitig stören;
- Vorkehrungen zur Messung, Regelung und Änderung des Luftdurchflusses sowie der Konzentration, Temperatur und relativen Luftfeuchte des Prüfgasgemischs.

ANMERKUNG Es ist ebenso möglich, eine kleinere Expositions-kammer zu verwenden und Wiederholexperimente durchzuführen, um mindestens sechs Datenpaare zu erhalten.

7.2.2 Mikropipetten oder Injektionsspritzen für die Dosierung bekannter Volumina der Standardlösungen entsprechend den Anforderungen nach ISO 8655-2 und mit einer nach ISO 8655-6 überprüften Kalibrierung.

7.2.3 Geräte zur Analyse des Gases, Dampfes oder charakteristischen Reaktionsprodukts, das entweder von einem Prüfsammler oder durch ein unabhängiges Probenahmeverfahren gesammelt wurde.

7.3 Unabhängiges Verfahren

Die Konzentration des in der Expositions-kammer hergestellten Prüfgasgemischs muss wie folgt überprüft werden:

- e) durch ein unabhängiges Verfahren, das mit einem etablierten Verfahren validiert wurde, z. B. einem Verfahren mit pumpenbetriebener Probenahmeeinrichtung, einem Gaswaschflaschen-Verfahren oder einem anderen Verfahren mit Diffusionssammlern; oder
- f) durch Verwendung eines unabhängig kalibrierten direktanzeigenden Messgeräts, z. B. eines Flammen-ionisationsdetektors oder eines Infrarot-Spektrometers.

Falls ein Verfahren mit pumpenbetriebener Probenahmeeinrichtung als unabhängiges Verfahren zur Anwendung kommt, muss dieses sämtliche Anforderungen nach ISO 22065 erfüllen.

7.4 Herstellung eines Prüfgasgemischs

7.4.1 Allgemeines

Ein Prüfgasgemisch (siehe [8], [9], [10], [11] und [12]) wird mit der Konzentration, der Temperatur, der relativen Luftfeuchte usw., wie in den geeigneten Prüfverfahren nach Abschnitt 8 festgelegt, erstellt.

Es ist sicherzustellen, dass der Durchfluss durch die Expositions-kammer die kombinierte Sammelrate sämtlicher Sammler um mindestens 25 % überschreitet.

7.4.2 Bestimmung der Massenkonzentration

7.4.2.1 Die Massenkonzentration des Prüfgasgemischs, β_{cg} , angegeben in Milligramm je Kubikmeter ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$), wird aus den Herstellparametern der Prüfatmosphäre berechnet.

Zum Beispiel wird die für ein Permeationsröhrchen-System gelieferte Massenkonzentration wie folgt berechnet:

$$\beta_{cg} = \frac{\dot{m}_1}{\dot{v}} \quad (1)$$

Dabei ist

$\dot{m}_1$ der Masseverlust des Permeationsröhrchens, in Mikrogramm je Minute ($\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1}$);

$\dot{v}$ der Durchfluss in die Expositions-kammer, z. B. in Litern je Minute ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$).

ANMERKUNG 1 Das Beispiel räumt dem Permeationsröhrchen-System keinen Vorrang zur Herstellung des Prüfgasgemischs aus Gasen und Dämpfen ein.

ANMERKUNG 2 Dieser Wert entspricht dem berechneten Einlasswert der Konzentration in der Expositions-kammer.

7.4.2.2 Die Massenkonzentrationen am Einlass und Auslass der Expositions-kammer werden durch Verwendung des in 7.3 beschriebenen unabhängigen Verfahrens, unter Berücksichtigung der Arbeitsweise sowohl des Prüfverfahrens als auch des unabhängigen Verfahrens, mit sämtlichen Sammlern innerhalb der Prüfkammer gemessen.

Es wird bestimmt, ob die am Auslass gemessene Massenkonzentration um mehr als 5 % von der am Einlass gemessenen Massenkonzentration abweicht. Falls dies der Fall ist, wird das System zur Herstellung des Prüfgasgemischs verändert bis die Differenz weniger als 5 % beträgt, z. B. durch Erhöhen des Volumendurchflusses oder durch Vergrößern der Expositions-kammer.

Falls die Differenz weniger als 5 % beträgt, wird die mittlere Massenkonzentration in der Prüfatmosphäre innerhalb der Expositions-kammer entweder anhand des Mittelwerts der am Einlass und Auslass ermittelten Massenkonzentrationen berechnet oder anhand des Mittelwerts der am Einlass ermittelten Massenkonzentration, korrigiert um die Hälfte der experimentell bestimmten Konzentrationsabnahme.

7.4.2.3 Die mittlere Massenkonzentration der Prüfatmosphäre in der Expositions-kammer wird experimentell bestimmt, indem die Ergebnisse des in 7.3 beschriebenen unabhängigen Verfahrens verwendet werden. Für jede bekannte systematische Abweichung des unabhängigen Verfahrens darf eine Korrektur angewandt werden.

Die experimentell bestimmte Massenkonzentration wird mit dem berechneten Wert verglichen (siehe 7.4.2.2). Falls der experimentell bestimmte Wert nicht mehr als höchstens ± 10 % vom berechneten Wert der Massenkonzentration der gelieferten Prüfatmosphäre abweicht, wird der berechnete Wert als der wahre Wert angenommen. Falls diese Anforderung nicht erfüllt ist, müssen Korrekturen vorgenommen werden oder es muss ein alternatives Herstellungsverfahren angewendet werden oder das unabhängige Verfahren ist zu überprüfen.

Falls es nicht möglich ist, die Massenkonzentration des Prüfgasgemischs zu berechnen, z. B. bei reaktiven Gasen, muss der Wert, der durch das unabhängige Verfahren bestimmt wurde, als wahrer Wert verwendet werden.

8 Prüfverfahren

8.1 Allgemeines

Wenn von vornherein bekannt ist, dass ein bestimmter Typ von Diffusionssammlern von einem Umweltfaktor nicht beeinträchtigt wird, dürfen die betreffenden Prüfungen nach 8.3.3.1 bis 8.3.3.5 so modifiziert werden, dass nur die Faktoren geprüft werden, die wahrscheinlich einen Einfluss haben.

Falls im Prüfverfahren nicht anders festgelegt, muss die Ausrichtung des Sammlers so sein, wie vom Hersteller festgelegt.

Es gibt unterschiedliche Bewertungsklassen. Diese Klassen werden wie folgt festgelegt:

- a) Klasse 1: Ein Messverfahren, das für den zu untersuchenden Analyten in Übereinstimmung mit dem normativen Teil dieses Dokuments evaluiert ist;
- b) Klasse 2: Ein Messverfahren, das mit dem normativen Teil dieses Dokuments soweit übereinstimmt, dass der Analyt als analoge Substanz innerhalb einer homologen Reihe anzusehen ist, von der sowohl die oberen als auch die unteren (Ketten)glieder geprüft wurden und gezeigt haben, dass diese der Klasse 1 entsprechen. Diese Bewertung muss mindestens die Bestimmung der Nennaufnahmerate nach 8.2.1 und die Bestimmung der Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens nach 8.3.2.2 umfassen.

ANMERKUNG 1 Einige besondere Substanzgruppen (zum Beispiel Toluol, Xylol), üblicherweise Isomere, können wie Homologe behandelt werden, sofern bekannt ist, dass deren chemische und physikalische Eigenschaften sehr ähnlich sind.

ANMERKUNG 2 Um die Anzahl an Experimenten zu verringern, kann ein Faktorschema zur Anwendung kommen, siehe [23] bis [26].

8.2 Prüfverfahren für Sammler

8.2.1 Bestimmung der (Nenn-)Aufnahmerate

Eine Reihe von sechs Diffusionssammlern wird unter folgenden Expositionsbedingungen einer Prüfatmosphäre ausgesetzt:

- Konzentration: 1 OELV;
- Dauer: 4 h;
- relative Luftfeuchte: $(50 \pm 5) \%$;
- Temperatur: 20 °C bis 25 °C;
- Luftgeschwindigkeit: $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Die Diffusionssammler werden im Vergleich zu Standardlösungen oder Sammlern, die mit bekannten Mengen an Analyt dotiert wurden, analysiert.

Die (Nenn-)Aufnahmerate wird nach Gleichung (2) berechnet:

$$\dot{U}_d = \frac{m_d - m_b}{R_{an} \times \beta_a \times t_e} \quad (2)$$

Dabei ist

- $\dot{U}_d$ die (Nenn-)Aufnahmerate, in Kubikzentimeter je Minute ($\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$);
- m_d die Masse des Analyten, die desorbiert wurde, in Nanogramm (ng);
- m_b die Masse des Analyten, die vom unbenutzten Sammler desorbiert wurde, in Nanogramm (ng)
- R_{an} die analytische Wiederfindungsrate;
- β_a die Massenkonzentration des Analyten im Prüfgasgemisch, in Milligramm je Kubikmeter ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$);
- t_e die Expositionsdauer, in Minuten (min).

ANMERKUNG 1 Falls die Massenkonzentration als Zahlenwert 10^{-6} (parts per million) angegeben wird, werden $(\beta_a)'$ und $(\dot{U}_d)'$ anstelle von β_a und $\dot{U}_d$ verwendet.

Die mittlere (Nenn-)Aufnahmerate und der Variationskoeffizient werden berechnet.

ANMERKUNG 2 Für die Berechnung der Aufnahmeraten anhand von Diffusionskoeffizienten siehe Anhang C.

8.2.2 Luftgeschwindigkeit

Der Hersteller ist dafür verantwortlich sicher zu stellen, dass diese Prüfung für mindestens einen chemischen Arbeitsstoff durchgeführt wird.

Eine Reihe von sechs Diffusionssammlern wird unter den folgenden Expositionsbedingungen einer Prüfatmosphäre ausgesetzt:

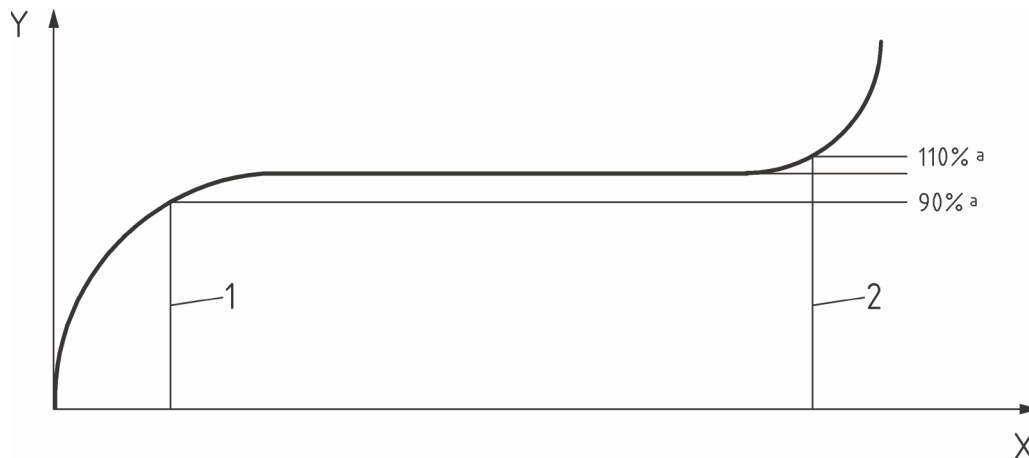
- Konzentration: 1 OELV;
- Dauer: 4 h;
- relative Luftfeuchte: $(50 \pm 5) \%$;
- Temperatur: 20 °C bis 25 °C;
- Luftgeschwindigkeit: $0,01 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ bis $4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
- Sammlerausrichtung: parallel und senkrecht zur Strömungsrichtung zu prüfen.

Die Diffusionssammler werden im Vergleich zu Standardlösungen oder Sammlern, die mit bekannten Mengen an Analyt dotiert wurden, untersucht.

Die festgestellte Massenkonzentration wird berechnet (siehe 8.3.3.1) und der Mittelwert unter Annahme linearer Strömungsverhältnisse graphisch gegen die Luftgeschwindigkeit aufgetragen. Die Luftgeschwindigkeit, die einer festgestellten Massenkonzentration von etwa 90 % und 110 % des Höchstwerts (Plateau) entspricht, wird für jede Ausrichtung der Sammler bestimmt (siehe Bild 1). Die Sammler werden geprüft und unter Bedingungen verwendet, bei denen die Luftgeschwindigkeiten in der Größenordnung des Plateaubereichs liegen.

Da der Einfluss der Luftbewegung auf die Leistungsfähigkeit des Diffusionssammlers von der Geometrie des Sammlers und nicht vom ausgewählten Analyten abhängig ist, braucht diese Prüfung für einen vorgegebenen Diffusionssammler mit nur einem repräsentativen chemischen Arbeitsstoff durchgeführt zu werden.

Sammler, die ausschließlich für die personenbezogene Überwachung vorgesehen sind, brauchen nur im Luftgeschwindigkeitsbereich von $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ bis $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (nur Innenraum-Arbeitsplätze) bzw. von $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ bis $4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Innenraum-Arbeitsplätze oder Arbeitsplätze im Freien) geprüft zu werden.



Legende

X	Luftgeschwindigkeit um den Diffusionssammler	1	Mindestluftgeschwindigkeit
Y	festgestellte Massenkonzentration des Analyten	2	Höchstluftgeschwindigkeit
a	β_a am Plateau		

Bild 1 - Typische Beziehung zwischen Luftgeschwindigkeit und festgestellter Massenkonzentration bei Diffusionssammlern

8.2.3 Sammler-Dichtigkeitsprüfung

Eine Reihe von sechs versiegelten Diffusionssammlern wird unter Verwendung eines repräsentativen chemischen Arbeitsstoffs unter den folgenden Expositionsbedingungen einer Prüfatmosphäre ausgesetzt:

- Konzentration: 2 OELV;
- Dauer: 4 h;
- relative Luftfeuchte: $(50 \pm 5) \%$;
- Temperatur: $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ to $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Luftgeschwindigkeit: etwa $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;

Zur Bestimmung der Undichtheit wird die Reihe analysiert.

8.2.4 Lagerbeständigkeit (für Typ A-Sammler mit imprägnierten Trägermaterialien)

Der Diffusionssammler wird im Grenzbereich der vom Hersteller bzw. im Messverfahren festgelegten Umgebungsbedingungen aufbewahrt. Am Ende der vorgegebenen Lagerzeit wird der Sammler unter Verwendung eines repräsentativen chemischen Arbeitsstoffs unter den folgenden Expositionsbedingungen geprüft:

- Konzentration: 2 OELV;
- Dauer: 8 h;
- relative Luftfeuchte: $(80 \pm 5) \%$;
- Temperatur: $(40 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$;

— Luftgeschwindigkeit: über dem in 8.2.2 festgelegten Mindestwert.

Es wird mit der Anforderung nach 6.2.4 verglichen.

8.2.5 Sammlerbezeichnung

Eine Sichtprüfung wird durchgeführt.

8.2.6 Kennzeichnung

Eine Sichtprüfung wird durchgeführt.

8.2.7 Gebrauchsanleitung

Eine Sichtprüfung wird durchgeführt.

8.3 Prüfverfahren des Messverfahrens

8.3.1 Bestimmung der Probenahmebedingungen

8.3.1.1 Systematische Abweichung durch die Auswahl eines nicht idealen Sorptionsmittels

Zwei Reihen von jeweils mindestens sechs Diffusionssammlern werden über 30 min einer Atmosphäre des volatilsten chemischen Arbeitsstoffs ausgesetzt, für den der Sammler bei zweifachem OELV und $(80 \pm 5) \%$ RH eingesetzt werden kann. Danach wird eine Reihe verschlossen, während die andere Reihe für weitere 7,5 h reiner Luft (ebenfalls mit 80 % RH) ausgesetzt wird.

ANMERKUNG 1 Da Diffusionssammler mit einem Prüfgasgemisch kalibriert werden, sind diese üblicherweise nicht mit einer systematischen Abweichung behaftet. Jedoch kann eine systematische Abweichung daraus resultieren, dass nicht ideale Sorptionsmittel (siehe Anhang A) verwendet werden oder auf Effekte durch Umgebungseinflüsse, wie Temperatur und relative Luftfeuchte, zurückzuführen sein. Diese Prüfung bestimmt die Größenordnung jeder systematischen Abweichung, die durch Rückdiffusion verursacht werden kann. Für beide Reihen von Sammlern wird davon ausgegangen, dass diese über 8 h einer mittleren zeitbezogenen Konzentration von 0,125 OELV ausgesetzt worden sind. Die Prüfung repräsentiert die „Worst case“-Situation, bei der eine 30-minütige Exposition entweder zu Beginn oder am Ende der 8-h-Zeitspanne erfolgt. Die durch Rückdiffusion verursachte Differenz zwischen den Massenaufnahmen der beiden Reihen von Sammlern repräsentiert die maximale systematische Abweichung, die in einer nicht konstanten Atmosphäre auftreten kann.

ANMERKUNG 2 Falls der Sammler dafür vorgesehen ist, bei höheren Temperaturen als der Normtemperatur eingesetzt zu werden, kann für diese Prüfung die höhere Temperatur verwendet werden.

Für beide Reihen von Sammlern werden die mittleren Massenaufnahmeraten und die Differenz der Mittelwerte, jeweils in Prozent (%), berechnet und mit der Anforderung nach 6.3.1.2 verglichen.

8.3.1.2 Bestimmung der Aufnahmeraten

Die Aufnahmerate wird experimentell nach 8.2.1 bestimmt oder die vom Hersteller mitgeteilte Nenn-Aufnahmerate wird verwendet.

8.3.1.3 Lagerung nach der Probenahme

8.3.1.3.1 Direktes Verfahren

Zwei Reihen von jeweils mindestens sechs Diffusionssammlern werden verwendet und unter den folgenden Expositionsbedingungen Proben aus der Prüfatmosphäre entnommen:

— Konzentration: 0,1 OELV und 2 OELV;

- Dauer: 8 h;
- relative Feuchte: $(80 \pm 5) \%$;
- Temperatur: 20 °C bis 25 °C;
- Luftgeschwindigkeit: über dem in 8.2.2 festgelegten Mindestwert.

Die eine Reihe wird innerhalb eines Tages und die andere nach zwei Wochen Lagerung bei Raumtemperatur, oder wie sonst vom Hersteller angegeben, analysiert.

Der Mittelwert der Prüfergebnisse jeder der beiden Reihen und die Differenz zwischen den Mittelwerten, in Prozent (%), werden berechnet. Mit der Anforderung nach 6.3.1.4 wird verglichen. Falls diese Anforderung nicht erfüllt wird, wird die Prüfung mit einer kürzeren Lagerzeit oder unter anderen Lagerungsbedingungen wiederholt.

ANMERKUNG Eine alternative Vorgehensweise kann darin bestehen, die Wiederfindungsrate anhand einer umfangreicheren Prüfreihe auf der Grundlage verschieden langer Lagerzeiten zu bestimmen, z. B. nach einem Tag, nach drei Tagen, sieben Tagen, zehn Tagen und nach zwei Wochen.

8.3.1.3.2 Dotierungsverfahren des Probenahmemediums

Zwei Reihen von jeweils mindestens sechs Diffusionssammlern werden verwendet, um das Probenahmemedium mit einer Beladung zu dotieren, welche derjenigen nach 8.3.1.3.1 entspricht. Für eine angemessene Zeit wird so viel Wasser hinzugefügt, wie dies einer achtstündigen Exposition gegenüber Luft mit $(80 \pm 5) \%$ RH und einer Temperatur von 20 °C entspricht. Die hinzuzufügende Wassermenge kann anhand der vom Hersteller bereitgestellten Daten für die Feuchtigkeitsaufnahme berechnet werden. Falls solche Daten nicht verfügbar sind, werden die Sammler reiner Luft von 20 °C bis 25 °C und $(80 \pm 5) \%$ RH ausgesetzt, bevor diese mit dem Analyten beaufschlagt werden. Die eine Reihe von Diffusionssammlern wird innerhalb eines Tages und die andere Reihe nach zwei Wochen Lagerung bei Raumtemperatur, oder wie sonst vom Hersteller angegeben, analysiert.

Der Mittelwert der Prüfergebnisse jeder der beiden Reihen und die Differenz zwischen den Mittelwerten, in Prozent (%), werden berechnet. Mit der Anforderung nach 6.3.1.4 wird verglichen. Falls diese Anforderung nicht erfüllt wird, wird die Prüfung mit einer kürzeren Lagerzeit oder unter anderen Lagerungsbedingungen wiederholt.

8.3.2 Prüfverfahren des Analyseverfahrens

8.3.2.1 Analytische Bestimmungsgrenze

Bei Typ A-Sammlern werden zehn unbenutzte Diffusionssammler in der Weise mit geeigneten Massen des zu untersuchenden Analyten dotiert und unter Wiederholbedingungen analysiert, dass die daraus hergestellten Prüflösungen Massenkonzentrationen nahe der zu erwartenden Bestimmungsgrenze aufweisen.

Bei Typ B-Sammlern werden zehn unbenutzte Diffusionssammler mit geeigneten Massen des zu untersuchenden Analyten nahe dessen zu erwartender Bestimmungsgrenze dotiert und unter Wiederholbedingungen analysiert.

Die Bestimmungsgrenze wird für jeden zu untersuchenden Analyten als Summe aus dem mittleren Ergebnis und der zehnfachen Standardabweichung des mittleren Ergebnisses abgeschätzt. Mit der Anforderung nach 6.3.2.1 wird verglichen.

8.3.2.2 Bestimmung der Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens

8.3.2.2.1 Dotierungsverfahren für das Probenahmemedium aus der flüssigen Phase

Die Bestimmung wird bei vier verschiedenen Beladungen über einen Bereich von der niedrigsten bis zur höchsten Beladung, wie in Tabelle 1 angegeben, durchgeführt. Für jede Beladung wird eine bekannte Analytmasse mit einer Mikropipette oder Injektionsspritze (siehe 7.2.5) auf mindestens sechs Probenahmemedien gegeben und, falls erforderlich, mit einem nicht störenden Lösemittel verdünnt. Der Analyt darf entweder direkt auf das Sorptionsmittel aufgebracht werden oder innerhalb eines geschlossenen Systems von einem dotierten Glasfaserfilter auf das Sorptionsmittel diffundieren. Der Analyt oder, falls geeignet, ein Reaktionsprodukt wird desorbiert. Die Proben werden durch Vergleich mit direkt hergestellten flüssigen Standards analysiert.

Tabelle 1 — Probenbeladungen zur Bestimmung der Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens

Konzentration	Probenahmedauer	Beladung der Probe
0,1 OELV	30 min	niedrigste (0,1 OELV × Aufnahmerate × 30 min)
2 OELV	8 h	höchste (2 OELV × Aufnahmerate × 8 h)

Die Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens wird berechnet, indem für jede Beladung die mittlere wiedergefundene Masse durch die aufgebrachte Masse dividiert wird, und der Variationskoeffizient der Wiederholproben wird berechnet. Die Ergebnisse werden mit der Anforderung nach 6.3.2.2 verglichen.

8.3.2.2.2 Phasen-Gleichgewichts-Verfahren (für nicht imprägnierte Diffusionssammler vom Typ A)

Mindestens sechs Reihen zu jeweils vier Paaren von Lösungen werden entsprechend den vier verschiedenen Probenbeladungen innerhalb des in Tabelle 1 angegebenen Bereichs mit dem gleichen Volumen an Lösemittel hergestellt, das für die Desorption der Sammler verwendet wurde. Jeweils eine Lösung jedes Paares wird mit dem Sorptionsmittel aus einem unbenutzten Diffusionssammler versetzt und das System zur Einstellung eines Gleichgewichts mindestens 30 min gelagert. Anschließend werden alle Lösungen analysiert.

Die Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens wird berechnet, indem die Konzentrationen der Lösungen, die mit dem Sorptionsmittel versetzt wurden, durch die Konzentrationen der entsprechenden Lösungen ohne Zusatz des Sorptionsmittels dividiert werden. Der Mittelwert und der Variationskoeffizient der Wiederholproben werden ebenso berechnet. Die Ergebnisse werden mit den Anforderungen nach 6.3.2 verglichen.

Falls der nach dem Phasen-Gleichgewichts-Verfahren gemessene Mittelwert der Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens unter 95 % liegt oder die bei irgendeiner Stufe gemessene Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens unter 90 % liegt, muss nur die Prüfung nach 8.3.2.2.1 angewendet werden.

8.3.2.2.3 Dotierungsverfahren für das Probenahmemedium (für Typ B-Sammler)

Für jede Beladung nach 8.3.2.2.1 wird eine bekannte Analytmasse auf mindestens sechs Probenahmemedien nach dem in 8.3.2.2.1 angegebenen Verfahren aufgebracht.

Die Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens wird berechnet, indem die mittlere Masse für jede Beladung durch die aufgebrachte Masse dividiert wird, und der Variationskoeffizient der Wiederholproben wird berechnet. Die Ergebnisse werden mit der Anforderung nach 6.3.2.2 verglichen.

Typ B-Sammler sind Teil des Injektionssystems von im Handel erhältlichen Geräten für die thermische Desorption. Ein direktes Verfahren besteht darin, die Wiederfindung des eingesetzten dotierten Sammlers mit der Wiederfindung der direkten Aufgabe des Analyten auf die Säule des Gaschromatographen zu vergleichen. Die absolute Wiederfindungsrate kann üblicherweise nicht auf diese Weise für Typ B-Sammler bestimmt werden, es sei denn, der Hersteller des thermischen Desorbers stellt eine direkte Injektionseinrichtung zur Verfügung, die den Gasvolumendurchfluss mit dem in Reihe geschalteten Sammler nicht stört. Falls keine direkte Injektionseinrichtung verfügbar ist, darf das folgende Verfahren angewendet werden:

Der Analyt wird zusammen mit einem internen Standard auf das Probenahmemedium aufgebracht, von dem bekannt ist, dass dieser unter den angewendeten Desorptionsbedingungen eine Wiederfindungsrate von 100 % aufweist. Dafür sind n-Pentan oder n-Hexan geeignet. Die mit der Thermodesorption erhaltene relative Detektoranzeige wird mit der relativen Anzeige verglichen, die bei Flüssiginjektion des Analyten mit dem internen Standard erhalten wurde.

ANMERKUNG Bei der thermischen Desorption eines Analyten von einem Typ B-Sammler handelt es sich nicht um einen Gleichgewichtsprozess. Die Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens beträgt annähernd 100 %, es sei denn, die Desorptionszeit ist unter den zur Anwendung kommenden Bedingungen für Temperatur und Trägergasgeschwindigkeit zu kurz oder die Desorptionstemperatur zu gering oder der Analyt unterliegt infolge einer chemischen Reaktion mit dem Sorptionsmittel einem teilweisen Abbau, zum Beispiel aufgrund von dessen katalytisch oder oxidierend wirkender Verunreinigungen oder infolge einer Reaktion mit anderen Materialien in den Leitungen.

8.3.2.3 Bestimmung des Blindwerts

Sechs unbenutzte Sammler werden analysiert. Der Mittelwert und die Standardabweichung werden berechnet. Die Ergebnisse werden mit den Anforderungen nach 6.3.2.3 verglichen.

Bei der Prüfung nach 8.3.2.3 muss der Blindwert vernachlässigbar oder hinreichend konstant sein, damit eine Korrektur vorgenommen werden kann.

ANMERKUNG Die Streuung bei einem nicht vernachlässigbaren Blindwert trägt zur erweiterten Messunsicherheit des Messverfahrens bei.

8.3.3 Wiederfindungsrate des Verfahrens und Präzision des Verfahrens

8.3.3.1 Allgemeines

Die in 8.3.3.2 bis 8.3.3.5 angegebenen Prüfungen der Wiederfindungsrate des Verfahrens und der Präzision des Verfahrens erfordern die Berechnung der Massenkonzentration des Analyten, β_a , aus der Masse des Analyten, die von den Sammlern zurückbehalten wurde und dem Volumen der beprobten Prüfatmosphäre anhand des Nennwertes der Aufnahmezeit nach Gleichung (3):

$$\beta_a = \frac{m_d - m_b}{\dot{U}_d \times t_e \times R_{an}} \quad (3)$$

Dabei ist

m_d die Masse des Analyten, die desorbiert wurde, in Nanogramm (ng);

m_b die Masse des Analyten, die vom unbenutzten Sammler desorbiert wurde, in Nanogramm (ng);

$\dot{U}_d$ der Nennwert der Aufnahmezeit, in Kubikzentimeter je Minute ($\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$);

t_e die Expositionsdauer, in Minuten (min);

R_{an} die Wiederfindungsrate des Analyseverfahrens.

ANMERKUNG 1 Falls die Massenkonzentration als Zahlenwert 10^{-6} (en: ppm, parts per million) angegeben wurde, werden $(\beta_a)'$ und $(\dot{U}_d)'$ anstelle von β_a und $\dot{U}_d$ verwendet.

ANMERKUNG 2 Anstelle des experimentell für die Nenn-Aufnahmerate bestimmten Werts (siehe Anhang C) kann ein vom Hersteller mitgeteilter Wert oder ein berechneter Wert (siehe 8.2.1) verwendet werden.

ANMERKUNG 3 Die an besondere Bedingungen angepasste Massenkonzentration, $\beta_{a,corr}$, zum Beispiel für 20 °C (= 293 K) und 101,3 kPa, kann nach Gleichung (4) berechnet werden:

$$\beta_{a,corr} = \beta_a \frac{101,3}{p_{at}} \times \frac{T_{at}}{293} \quad (4)$$

Dabei ist

p_{at} der tatsächliche Druck der beprobten Prüfatmosphäre, in Kilopascal (kPa);

T_{at} die Temperatur der beprobten Prüfatmosphäre, in Kelvin (K).

Die als Volumenanteil, $\varnothing_a$, angegebene Konzentration des Analyten kann nach Gleichung (5) berechnet werden:

$$\varnothing_a = \beta_{a,corr} \frac{24,05}{M_a} \quad (5)$$

Dabei ist

$\varnothing_a$ der Volumenanteil des Analyten, in Mikroliter je Liter ($\mu\text{l} \cdot \text{l}^{-1}$);

24,05 das Molvolumen bei 293 K und 101,3 kPa, in Liter je Mol (l/mol);

M_a die Molmasse des Analyten, in Gramm je Mol ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

Für Typprüfungen muss der vom Hersteller mitgeteilte Wert der Aufnahmerate verwendet werden.

8.3.3.2 Einfluss der Expositionsdauer

Mit mindestens sechs Diffusionssammlern werden unter den folgenden Expositionsbedingungen Proben aus der Prüfatmosphäre entnommen:

- Konzentration: 1 OELV;
- Dauer: 0,5 h, 4 h, 8 h;
- relative Luftfeuchte: $(50 \pm 5) \%$;
- Temperatur: 20 °C bis 25 °C;
- Luftgeschwindigkeit: über dem in 8.2.2 festgelegten Mindestwert.

ANMERKUNG Diese Prüfung kann Teil der Prüfung nach 8.3.3.3 sein.

Die Diffusionssammler werden im Vergleich zu Standardlösungen oder Sammlern, die mit bekannten Mengen an Analyt dotiert wurden, untersucht. Für jeden der (mindestens) sechs Diffusionssammler wird die gemessene Konzentration (siehe 8.3.3.1) für jede Expositions Kombination berechnet. Das Ergebnis wird jeweils durch die Referenzkonzentration der Prüfatmosphäre (siehe 7.4) dividiert. Für jede Probendotierung werden die mittlere Wiederfindungsrate des Verfahrens und der Variationskoeffizient der Wiederholproben berechnet. Ebenso werden die Gesamtwiederfindungsrate des Verfahrens und der Variationskoeffizient der Mittelwerte berechnet.

8.3.3.3 Einfluss der Expositionskonzentration

Für jede Konzentration werden mit mindestens sechs Diffusionssammlern unter den folgenden Expositionsbedingungen Proben aus der Prüfatmosphäre entnommen:

- Konzentration: 0,1 OELV, 0,5 OELV, 1 OELV und 2 OELV;
- Dauer: 4 h;
- relative Luftfeuchte: $(50 \pm 5) \%$;
- Temperatur: 20 °C bis 25 °C;
- Luftgeschwindigkeit: über dem in 8.2.2 festgelegten Mindestwert.

Die Diffusionssammler werden im Vergleich zu Standardlösungen oder Sammlern, die mit bekannten Mengen an Analyt dotiert wurden, untersucht. Für jeden der (mindestens) sechs Diffusionssammler wird die gemessene Konzentration (siehe 8.3.3.1) für jede Expositionskombination berechnet. Das Ergebnis wird jeweils durch die Referenzkonzentration der Prüfatmosphäre (siehe 7.4) dividiert. Für jede Probendotierung werden die mittlere Wiederfindungsrate des Verfahrens und der Variationskoeffizient der Wiederholproben berechnet. Ebenso werden die Gesamtwiederfindungsrate des Verfahrens und der Variationskoeffizient der Mittelwerte berechnet.

8.3.3.4 Einfluss der relativen Luftfeuchte der Prüfatmosphäre

Für jede Kombination von Konzentration und relativer Luftfeuchte werden mit mindestens sechs Diffusionssammlern unter den folgenden Expositionsbedingungen Proben aus der Prüfatmosphäre entnommen:

- Konzentration: 0,1 LV und 2 LV;
- Dauer: 4 h;
- relative Luftfeuchte: $(20 \pm 5) \%$ und $(80 \pm 5) \%$;
- Temperatur: 20 °C bis 25 °C;
- Luftgeschwindigkeit: über dem in 8.2.2 festgelegten Mindestwert.

ANMERKUNG Die hohen und die niedrigen Werte der relativen Luftfeuchte sind nur zur Orientierung angegeben. Falls bekannt ist, dass die Sammler in weiter gefassten oder engeren Bereichen relativer Luftfeuchte verwendet werden müssen, können die Werte entsprechend angepasst werden.

Die Diffusionssammler werden im Vergleich zu Standardlösungen oder Sammlern, die mit bekannten Mengen an Analyt dotiert wurden, untersucht. Für jeden der (mindestens) sechs Diffusionssammler wird die gemessene Konzentration (siehe 8.3.3.1) für jede Expositionskombination berechnet. Das Ergebnis wird jeweils durch die Referenzkonzentration der Prüfatmosphäre (siehe 7.4) dividiert. Für jede Kombination von Konzentration und relativer Luftfeuchte werden die Mittelwerte berechnet. Um den Einfluss der relativen Luftfeuchte auf die Wiederfindungsrate des Verfahrens abzuschätzen, werden für jede Konzentration die Differenzen der Mittelwerte bei relativen Luftfeuchten von $(80 \pm 5) \%$ und $(20 \pm 5) \%$ berechnet.

8.3.3.5 Einfluss der Temperatur der Prüfatmosphäre

Für jede Temperatur werden mit mindestens sechs Diffusionssammlern unter den folgenden Expositionsbedingungen Proben aus der Prüfatmosphäre entnommen:

- Konzentration: 2 OELV;
- Dauer: 4 h;
- relative Luftfeuchte: $(50 \pm 5) \%$;
- Temperatur: $(10 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- Luftgeschwindigkeit: über dem in 8.2.2 festgelegten Mindestwert.

Der Mindesttemperaturbereich beträgt $(10 \pm 2) ^\circ\text{C}$ bis $(30 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Falls der Diffusionssammler außerhalb dieses Bereichs geprüft wird, können die Anforderungen nach 6.3.3 unter Verwendung von Korrekturfaktoren erfüllt werden.

ANMERKUNG Die hohen und die niedrigen Temperaturwerte sind nur zur Orientierung angegeben. Falls bekannt ist, dass die Sammler in weiter gefassten oder engeren Temperaturbereichen verwendet werden müssen, können die Werte entsprechend angepasst werden.

Die Diffusionssammler werden im Vergleich zu Standardlösungen oder Sammlern, die mit bekannten Mengen an Analyt dotiert wurden, untersucht. Für jeden der (mindestens) sechs Diffusionssammler wird die gemessene Konzentration (siehe 8.3.3.1) für jede Expositions Kombination berechnet. Das Ergebnis wird jeweils durch die Referenzkonzentration der Prüfatmosphäre (siehe 7.4) dividiert. Um den Einfluss der Temperatur auf die Wiederfindungsrate des Verfahrens abzuschätzen, werden die Mittelwerte für jede Temperatur und die mittlere Differenz berechnet.

8.4 Messunsicherheit

8.4.1 Identifizierung der zufälligen und nicht zufälligen Unsicherheitskomponenten

Alle zufälligen und nicht zufälligen Unsicherheitskomponenten des Messverfahrens werden, z. B. durch Erstellen eines Ursache-Wirkungs-Diagramms (siehe ISO/IEC Guide 98-3 sowie Literaturhinweise [15], [16] und [17]), identifiziert.

ANMERKUNG Siehe B.1 für eine Aufstellung der zufälligen und nicht zufälligen Unsicherheitskomponenten, die üblicherweise berücksichtigt werden müssen.

8.4.2 Abschätzung der individuellen Unsicherheitskomponenten

8.4.2.1 Allgemeines

Für jede der in 8.4.1 identifizierten signifikanten Unsicherheitskomponenten werden die individuellen Unsicherheiten abgeschätzt oder nach Maßgabe der Anleitung in Anhang B aus den in 8.4.2.2 bis 8.4.2.5 beschriebenen Prüfdaten berechnet.

8.4.2.2 Unsicherheit in Zusammenhang mit dem Probeluftvolumen

Die zufälligen und nicht zufälligen Unsicherheitskomponenten in Zusammenhang mit dem Probeluftvolumen werden nach Maßgabe der Anleitung in B.2 abgeschätzt.

Falls die Messunsicherheit für die allgemeine Anwendung eines veröffentlichten Verfahrens abgeschätzt wird, wird eine Abschätzung der betreffenden Unsicherheitskomponenten für den ungünstigsten Fall („worst case“) vorgenommen.