

DIN EN ISO 21877

Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 5

ICS 13.040.40

**Emissionen aus stationären Quellen –
Ermittlung der Massenkonzentration von Ammoniak –
Manuelles Verfahren (ISO 21877:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 21877:2019**

Stationary source emissions –

Determination of the mass concentration of ammonia –

Manual method (ISO 21877:2019);

German version EN ISO 21877:2019

Émissions de sources fixes –

Détermination de la concentration en masse de l'ammoniac dans les gaz de combustion –

Méthode manuelle (ISO 21877:2019);

Version allemande EN ISO 21877:2019

Gesamtumfang 54 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 21877:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Air quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird. Die Erarbeitung erfolgte unter Mitwirkung deutscher Experten, die von der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss – benannt worden sind.

Das zuständige deutsche/nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 134-04-01 AA „Emissionsmessverfahren“ der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss.

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

ISO 11732	siehe DIN EN ISO 11732
ISO 14911	siehe DIN EN ISO 14911
ISO 14956	siehe DIN EN ISO 14956
ISO 20988	siehe DIN EN ISO 20988

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 11732, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von Ammoniumstickstoff — Verfahren mittels Fließanalytik (CFA und FIA) und spektrometrischer Detektion (ISO 11732)*

DIN EN ISO 14911, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der gelösten Kationen Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , MN^{2+} , CA^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} und BA^{2+} mittels Ionenchromatographie — Verfahren für Wasser und Abwasser (ISO 14911)*

DIN EN ISO 14956, *Luftbeschaffenheit — Beurteilung der Eignung eines Messverfahrens durch Vergleich mit einer geforderten Messunsicherheit (ISO 14956)*

DIN EN ISO 20988, *Luftbeschaffenheit — Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit (ISO 20988)*

Deutsche Fassung

Emissionen aus stationären Quellen -
Ermittlung der Massenkonzentration von Ammoniak -
Manuelles Verfahren (ISO 21877:2019)

Stationary source emissions -
Determination of the mass concentration of ammonia -
Manual method (ISO 21877:2019)

Émissions de sources fixes -
Détermination de la concentration en masse de
l'ammoniac dans les gaz de combustion -
Méthode manuelle (ISO 21877:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. Juli 2019 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Kurzbeschreibung des Messverfahrens	11
6 Probenahmeeinrichtung	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Probenahmeeinrichtung	13
6.2.1 Nicht isokinetische Probenahme	13
6.2.2 Isokinetische Probenahme	13
6.3 Andere Geräte	15
7 Verfahrenskenngrößen	15
7.1 Allgemeines	15
7.2 Verfahrenskenngrößen der Probenahmeeinrichtung	16
7.3 Verfahrenskenngrößen des Analyseverfahrens	16
7.3.1 Unsicherheitsquellen	16
7.3.2 Mindestanforderungen an die Analyse	17
7.4 Aufstellen der Unsicherheitsbilanz	17
8 Feldbetrieb	18
8.1 Messplanung	18
8.2 Probenahmestrategie	18
8.3 Feldblindprobe	18
8.4 Dichtheitsprüfung	19
8.5 Probenahme	19
8.6 Transport und Lagerung der Proben	20
9 Analytische Bestimmung	20
10 Berechnung der Ergebnisse	20
11 Messbericht	21
Anhang A (informativ) Validierung des Messverfahrens im Feld	23
Anhang B (informativ) Beschreibung des Analyseverfahrens — Spektralphotometrie	28
B.1 Allgemeines	28
B.2 Reagenzien	28
B.2.1 Allgemeines	28
B.2.2 Kalibrierlösungen	28
B.2.3 Reagenzien für die Analyse	28
B.3 Analysegeräte	29
B.4 Analyse	29
B.5 Kalibrierung	29

B.6	Berechnung.....	30
Anhang C (informativ) Beschreibung des Analyseverfahrens — Kontinuierliche		
	Durchflussanalyse (CFA).....	32
C.1	Allgemeines	32
C.2	Reagenzien.....	32
C.2.1	Allgemeines	32
C.2.2	Kalibrierlösungen	32
C.2.3	Reagenzien für die Analyse.....	32
C.3	Analysegeräte	33
C.4	Probenvorbereitung.....	33
C.5	Kalibrierung.....	33
C.6	Berechnung.....	33
Anhang D (informativ) Beschreibung des Analyseverfahrens — Ionenchromatographie		
D.1	Allgemeines	35
D.2	Reagenzien.....	35
D.2.1	Allgemeines	35
D.2.2	Kalibrierlösungen	35
D.2.3	Reagenzien für die Analyse.....	35
D.3	Analysegeräte	35
D.4	Vorbereitungen.....	36
D.5	Messung	37
D.6	Kalibrierung und Prüfungen der Kalibrierung	38
D.7	Berechnung.....	38
Anhang E (informativ) Beispiel für die Berechnung der Unsicherheitsbilanz		
E.1	Allgemeines	39
E.2	Elemente der Unsicherheitsbestimmung.....	39
E.3	Beispiel einer Unsicherheitsberechnung.....	39
E.3.1	Bedingungen am Messort.....	39
E.3.2	Verfahrenskenngrößen.....	40
E.3.3	Modellgleichung und Anwendung des Unsicherheitsfortpflanzungsgesetzes.....	42
E.3.4	Schätzung der kombinierten Unsicherheit.....	47
Anhang F (informativ) Berechnung der Unsicherheit auf Grund der Angabe der		
	Massenkonzentration für trockenes Gas und für Sauerstoffbezugsbedingungen	48
F.1	Unsicherheit auf Grund der Angabe der Konzentration für trockenes Gas.....	48
F.2	Unsicherheit auf Grund der Angabe der Massenkonzentration für	
	Sauerstoffbezugsbedingungen	50
Literaturhinweise.....		52

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 21877:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Air quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2020 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, die Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 21877:2019 wurde von CEN als EN ISO 21877:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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 1, *Stationary source emissions* 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

Ammoniak-Emissionen entstehen zu einem großen Teil durch die Landwirtschaft. Industrien, in denen chemische Herstellungsprozesse stattfinden (z. B. Düngemittelproduktionsanlagen), stoßen Ammoniak ebenso aus wie Kraftwerke, Zementfabriken und Müllverbrennungsanlagen mit SCR- und Nicht-SCR-Reaktoren mit Ammoniakschlupf. Ammoniak-Emissionen werden gemessen und unterliegen oftmals gesetzlichen Regelungen.

Dieses Dokument legt ein unabhängiges Messverfahren für die wiederkehrende Überwachung von Ammoniak-Emissionen sowie für die Kalibrierung und Validierung automatischer Ammoniak-Messeinrichtungen fest.

Dieses Dokument kann in Verbindung mit ISO 17179 verwendet werden, die die Verfahrenskenngrößen automatischer Messeinrichtungen (AMS, en: automated measuring systems) zur Bestimmung der Massenkonzentration von Ammoniak im Abgas festlegt. Dauerhaft eingebaute AMS für die kontinuierliche Überwachung von Ammoniak-Emissionen werden nach ISO 17179 durch Vergleich mit einem unabhängigen Messverfahren kalibriert und validiert. Die Messunsicherheit der mit einer dauerhaft eingebauten AMS für die kontinuierliche Überwachung gemessenen Werte wird durch Vergleichsmessungen mit einem unabhängigen Messverfahren als Teil der Kalibrierung und Validierung der AMS bestimmt. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Messunsicherheit für die Emission einer bestimmten Anlage repräsentativ ist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein manuelles Messverfahren einschließlich der Probenahme und verschiedener Analyseverfahren zur Bestimmung der Massenkonzentration von Ammoniak (NH_3) im Abgas von Industrieanlagen wie etwa Verbrennungsanlagen oder landwirtschaftlichen Anlagen fest. Alle Stoffe, die bei der Probenahmetemperatur flüchtig sind und bei der Zersetzung während der Probenahme in der Absorptionslösung Ammoniumionen bilden, werden mit diesem Verfahren gemessen, das daher den flüchtigen Ammoniakgehalt im Abgas bestimmt.

Dieses Dokument legt ein unabhängiges Messverfahren fest, das in Feldversuchen einem NH_3 -Konzentrationsbereich von ungefähr 8 mg/m^3 bis 65 mg/m^3 unter Normbedingungen validiert wurde. Die untere Grenze des Validierungsbereichs wurde durch die Betriebsbedingungen der untersuchten Anlage bestimmt. Das Messverfahren kann auch bei geringeren Werten in Abhängigkeit beispielsweise von der Probenahmedauer, des Probenvolumens und der Nachweisgrenze des Analyseverfahrens eingesetzt werden.

ANMERKUNG 1 Die Anlage, die Bedingungen der Feldversuche und die im Rahmen der Feldversuche ermittelten Verfahrenskenngrößen sind in Anhang A angegeben.

Dieses Messverfahren kann für die wiederkehrende Überwachung von Ammoniak-Emissionen sowie die Kalibrierung und Validierung dauerhaft eingebauter automatischer Ammoniak-Messeinrichtungen verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Ein unabhängiges Messverfahren wird in EN 14181 als Standardreferenzverfahren (SRM, engl. standard reference method) bezeichnet.

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 7150-1, *Water quality — Determination of ammonium — Part 1: Manual spectrometric method*

ISO 11732, *Water quality — Determination of ammonium nitrogen — Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection*

ISO 14911, *Water quality — Determination of dissolved Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , and Ba^{2+} using ion chromatography — Method for water and waste water*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

Massenkonzentration

Masse einer Substanz in einem emittierten Abgas geteilt durch das Volumen des emittierten Abgases

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Massenkonzentration wird oftmals in Milligramm je Kubikmeter (mg/m^3) angegeben.

3.2

Messplatz

Ort am Abgaskanal im Bereich des *Messquerschnitts* oder der *Messquerschnitte* (3.3), bestehend aus baulichen und technischen Einrichtungen, beispielsweise Messbühnen, *Messöffnungen* (3.4), Energieversorgung

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Messplatz wird auch als Probenahmestelle bezeichnet.

3.3

Messquerschnitt

zur Mittelachse des Abgaskanals senkrechte Fläche am Ort der Probenahme

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Messquerschnitt wird auch als Probenahmeebene bezeichnet.

3.4

Messöffnung

Öffnung im Abgaskanal in der Verlängerung der *Messachse* (3.5), durch die das Abgas erreicht werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messöffnung wird auch als Probenahmeöffnung oder Zugangsöffnung bezeichnet.

3.5

Messachse

durch die Innenwand des Abgaskanals begrenzte Linie im *Messquerschnitt* (3.3), auf der die *Messpunkte* (3.6) liegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messachse wird auch als Probenahmeachse bezeichnet.

3.6

Messpunkt

Stelle im *Messquerschnitt* (3.3), an der der Teilvolumenstrom entnommen wird oder an der Messdaten direkt gewonnen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Messpunkt wird auch als Probenahmepunkt bezeichnet.

3.7

isokinetische Probenahme

Probenahme mit einer Rate, bei der die Geschwindigkeit und Richtung des in die Probenahmedüse eintretenden Gases und des Gases im Kanal an dem *Messpunkt* (3.6) gleich sind

3.8

Feldblindprobe

nach dem Feldblindprobenverfahren erhaltene Probe

3.9

Feldblindwert

Ergebnis einer Messung, die an der Anlage und im Labor nach dem Feldblindprobenverfahren durchgeführt wird

3.10

Messunsicherheit

mit dem Messergebnis verknüpfter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die sinnvollerweise der Messgröße zugeordnet werden könnte

3.11

Standardunsicherheit

u

Unsicherheit des Messergebnisses, ausgedrückt als Standardabweichung

3.12

kombinierte Unsicherheit

u_c

Standardunsicherheit (3.11) eines Messergebnisses, berechnet durch Zusammenfassen mehrerer Standardunsicherheiten auf Basis der in ISO/IEC Guide 98-3 (GUM) festgelegten Grundlagen

3.13

erweiterte Unsicherheit

U

Kennwert, der einen Bereich um das Messergebnis kennzeichnet, von dem erwartet werden kann, dass er einen großen Anteil der Verteilung der Werte umfasst, die der Messgröße vernünftigerweise zugeordnet werden könnten

$$U = k \times u_c$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Wert des Erweiterungsfaktors k richtet sich nach der Anzahl der Freiheitsgrade und dem Vertrauensniveau. In diesem Dokument wird ein Vertrauensniveau von 95 % verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Manchmal wird der Ausdruck Gesamtunsicherheit verwendet, um die erweiterte Unsicherheit anzugeben.

3.14

Unsicherheitsbilanz

tabellarische Aufstellung aller Unsicherheitsquellen nach ISO 14956 oder ISO/IEC Guide 98-3 zur Berechnung der kombinierten Unsicherheit des Verfahrens bei einem vorgegebenen Wert

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

a	Achsenabschnitt der Kalibrierfunktion
A	Peakfläche
b	Steigung der Kalibrierfunktion
c	Steigung zweiter Ordnung der Kalibrierfunktion
c_m	NH ₃ -Massenkonzentration bei Normbedingungen
c_{corr}	auf den Bezugssauerstoffgehalt korrigierte NH ₃ -Massenkonzentration
c_{dry}	Massenkonzentration für trockenes Gas
c_{wet}	Massenkonzentration für feuchtes Gas

E_{λ}	Extinktion bei der Wellenlänge λ
f	messgerätspezifischer Faktor zur Umrechnung des für NH_4^+ bestimmten Ergebnisses in ein Ergebnis für NH_3 und die Maßeinheit mg/ml
f_{N}	Faktor zur Umrechnung von NH_4^+ in NH_3 ($f_{\text{N}} = 0,944$)
h_{m}	Volumenanteil des Wasserdampfs im Probengas
k	Erweiterungsfaktor
$k_{0,95}$	Erweiterungsfaktor für eine Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 %
m_{s}	NH_3 -Masse in der Probe
o_{m}	gemessener Sauerstoffvolumenanteil im Kanal
o_{ref}	Bezugssauerstoffgehalt
p_{atm}	Luftdruck am Messplatz
p_{m}	Absolutdruck am Gasvolumenmessgerät
p_{ref}	Normdruck, 101,3 kPa
p_{rel}	relativer Druck gemessen am Gasvolumenmessgerät
P	Überdeckungswahrscheinlichkeit
$R_{2,1}$	Peakauflösung für Peakpaar (2,1)
t_{R1}	Retentionszeit für Peak 1
t_{R2}	Retentionszeit für Peak 2
T_{m}	Temperatur des Probengases am Gasvolumenmessgerät
T_{ref}	Normtemperatur, 273 K
u	Standardunsicherheit
u_{c}	kombinierte Unsicherheit
u_{cal}	Unsicherheitsbeitrag durch die Kalibrierung
u_{dr}	Unsicherheitsbeitrag durch Drift
u_{mean}	Unsicherheitsbeitrag durch Berechnung des Mittelwerts
u_{read}	Unsicherheitsbeitrag durch Ablesen
u_{rel}	relative Standardunsicherheit
u_{rep}	Unsicherheitsbeitrag durch die Standardabweichung der Wiederholpräzision

u_{res}	Unsicherheitsbeitrag durch Auflösung
u_{tol}	Unsicherheitsbeitrag durch Toleranz des Zylinders
U	erweiterte Messunsicherheit
$U_{0,95}$	erweiterte Messunsicherheit für eine Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 %
$U_{\text{rel},0,95}$	relative erweiterte Messunsicherheit für eine Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 %
v_s	Volumen der Probenabsorptionslösung
V_m	gemessenes Probengasvolumen bei Betriebsbedingungen
$V_{m,\text{ref}}$	gemessenes Probengasvolumen bei Normbedingungen
w_1	Peakbreite für Peak 1
w_2	Peakbreite für Peak 2
y	Messwert in der jeweiligen Einheit des Messgeräts
Z	Verdünnungsfaktor
$\beta(\text{NH}_4^+)$	NH_4^+ -Massenkonzentration in der Kalibrierlösung
$\beta_s(\text{NH}_4^+)$	NH_4^+ -Massenkonzentration in der Probenabsorptionslösung
λ	Wellenlänge
ν	Anzahl der Freiheitsgrade

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

AMS	automatische Messeinrichtung (en: automated measuring system)
DM-Wasser	vollentsalztes Wasser (en: demineralized water)
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
SRM	Standardreferenzverfahren (en: standard reference method)

5 Kurzbeschreibung des Messverfahrens

Eine repräsentative Probe wird aus dem Abgasfluss der Anlage für eine festgelegte Probenahmedauer und bei einem festgelegten Probengasdurchfluss entnommen. Eine isokinetische Probenahme ist erforderlich, wenn das Gas Tröpfchen enthält. Die Probenahmesonde wird auf eine Temperatur beheizt, die die Verdampfung von Tröpfchen und die Vermeidung der Kondensation von Wasserdampf im Probengas sicherstellt. Partikel, die bei dieser Temperatur abgeschieden werden können, werden auf einem festgelegten Partikelfilter abgeschieden. Für eine nicht isokinetische Probenahme wird die Verwendung eines Partikelfilters in dem Abgaskanal bevorzugt, da hierbei eine separate Beheizung nicht erforderlich ist.

Wenn ein Partikelfilter außerhalb des Abgaskanals verwendet wird, muss der Partikelfilter auf eine festgelegte Temperatur beheizt werden, um repräsentative Bedingungen zu schaffen und eine Kondensation von Wasserdampf im Probengas zu verhindern.

Alle Stoffe, die bei der Probenahmetemperatur flüchtig sind und bei der Zersetzung während der Probenahme in der Absorptionslösung Ammonium-Ionen bilden, werden mit diesem Verfahren gemessen, das daher den flüchtigen Ammoniakgehalt im Abgas liefert.

ANMERKUNG 1 Falls halbflüchtige Ammoniumsalze vorhanden sind, kann die Wahl der Probenahmetemperatur einen Einfluss auf das Gas-Feststoff-Verhältnis des flüchtigen Ammoniakgehalts haben.

Das durch den Filter gehende Ammoniak (NH_3) in dem Probengas wird in einem mit H_2SO_4 gesäuerten Absorptionssystem gesammelt. Die Masse von NH_4^+ wird nach der Probenahme unter Verwendung eines der in Abschnitt 9 festgelegten Analyseverfahren bestimmt.

ANMERKUNG 2 Für die Bestimmung des Gesamtammoniakgehalts werden die partikelförmigen Stoffe und das Gas analysiert. Die Analyse der partikelförmigen Stoffe ist nicht Teil dieses Dokuments.

Das Volumen des Probengases wird während der Probenahme beispielsweise mithilfe eines Gasvolumenmessgeräts bestimmt. Die Massenkonzentration wird berechnet als Quotient aus der in der Absorptionslösung gesammelten Ammoniakmasse in Milligramm (mg) und dem Volumen des Probengases in Kubikmeter (m^3) und angegeben in Milligramm je Kubikmeter (mg/m^3) Ammoniak (NH_3).

6 Probenahmeeinrichtung

6.1 Allgemeines

6.1.1 Die Probenahmeeinrichtung muss die Extraktion des Probengases aus dem Abgaskanal ermöglichen. Sie besteht hauptsächlich aus:

- der Probenahmesonde;
- dem Partikelfilter;
- der Absorptionseinheit bestehend aus zwei Absorbern;
- der Absaugeinheit.

Die Probenahmeeinrichtung muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

- die Probenahmesonde muss aus einem beheizten Rohr mit einem Einlass aus Titan, Quarzglas, Borosilikatglas oder PTFE bestehen;
- der Partikelfilter muss ein Quarzglasfaser-Planfilter sein, der bei Verwendung außerhalb des Abgaskanals zu beheizen ist;
- die Absorber müssen aus Frittenwaschflaschen (Frittenporosität: D1 oder feiner) für die Probenahme bei geringem Durchfluss oder Impingern für die Probenahme bei hohem Durchfluss bestehen;
- die Absaugeinheit muss aus einer Pumpe, einem Volumenstromregler, einem Gasvolumenmessgerät mit Thermometer und Druckmessanzeige und gegebenenfalls einem Trockenturm bestehen;
- alle Komponenten der Probenahmeeinrichtung, die mit dem Abgas in Kontakt kommen, müssen aus korrosionsbeständigem Material bestehen.

Die Probenahmeeinrichtung muss so gestaltet sein, dass die Verweilzeit des Probengases zwischen dem Einlass der Probenahmesonde und den zwei Absorbern minimiert wird.

Die Beheizung der Probengasleitung zu der Absorptionseinheit muss mindestens 15 K über dem Taupunkt des Abgases gehalten werden, um jede Kondensation von Wasserdampf zu verhindern.

6.1.2 Die folgenden Absorptionsmaterialien werden für die Probenahme benötigt:

6.1.2.1 Absorptionslösung: 0,05 M H₂SO₄-Lösung (Analysequalität).

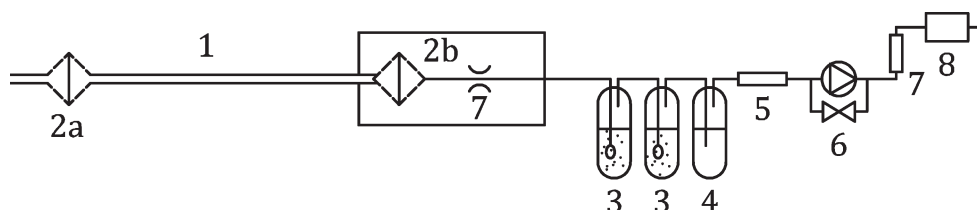
Anmerkung Die Konzentration kann bei hohen NH₃-Konzentrationen erhöht werden, um die Mindestsammelleffizienz zu erreichen.

6.1.2.2 Vollentsalztes Wasser (DM-Wasser).

6.2 Probenahmeeinrichtung

6.2.1 Nicht isokinetische Probenahme

Die nicht isokinetische Probenahme darf mit einer beheizten Sonde ohne Düse durchgeführt werden. Bild 1 zeigt ein Beispiel einer Probenahmeeinrichtung für die nicht isokinetische Probenahme. Die Verwendung eines Partikelfilters in dem Abgaskanal wird bevorzugt, da hierbei eine separate Beheizung nicht erforderlich ist. Falls ein Partikelfilter außerhalb des Abgaskanals verwendet wird, ist eine Beheizung des Partikelfilters auf eine festgelegte Temperatur erforderlich, um repräsentative Bedingungen sicherzustellen und die Kondensation von Wasserdampf im Probengas und auf dem Filter zu vermeiden.



Legende

- 1 beheizte Probenahmesonde
- 2a Partikelfilter im Abgaskanal oder
- 2b beheizter Partikelfilter
- 3 Absorber
- 4 Schutzflasche (optional)
- 5 Trockenturm (nur für Trockengasvolumenmessgeräte)
- 6 Pumpe
- 7 Durchflussmessgerät hinter dem Filter oder vor dem Gasvolumenmessgerät
- 8 Gasvolumenmessgerät

Bild 1 — Beispiel einer nicht isokinetischen Probenahmeeinrichtung

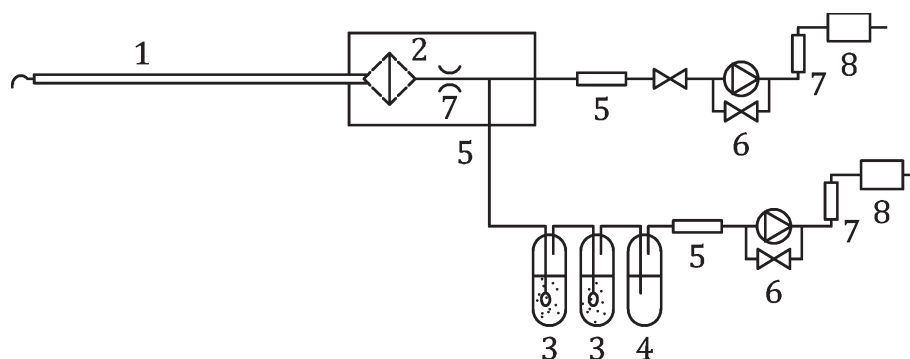
6.2.2 Isokinetische Probenahme

6.2.2.1 Allgemeines

Eine isokinetische Probenahme ist notwendig, falls das Abgas Tröpfchen enthält. Die Probenahmesonde muss auf eine festgelegte Temperatur beheizt werden, die die Verdampfung von Tröpfchen und die Vermeidung der Kondensation von Wasserdampf im Probengas sicherstellt. Das Partikelfilter außerhalb des Abgaskanals muss auf dieselbe Temperatur beheizt werden, um repräsentative Bedingungen sicherzustellen und die Kondensation von Wasserdampf auf dem Filter zu vermeiden.

6.2.2.2 Isokinetische Probenahme mit Nebenstrom

Die isokinetische Probenahme erfordert oftmals sehr viel höhere Volumenströme als für Absorber, die zur Sammlung gasförmiger Verbindungen eingesetzt werden, verträglich ist. Aus diesem Grund wird hinter dem Filter nur ein Teil des Gases durch eine Nebenleitung durch den/die Absorber gezogen. Die Hauptleitung und die Nebenleitung sind mit eigenen Gasmesseinrichtungen und Saugvorrichtungen ausgestattet. Die Messung des Durchflusses in der Hauptleitung kann entweder durch eine Messblende oder durch jede andere geeignete Messeinrichtung, die hinter dem Filter und vor dem T-Stück oder dem Gasvolumenmessgerät platziert wird (siehe Bild 2), erfolgen.



Legende

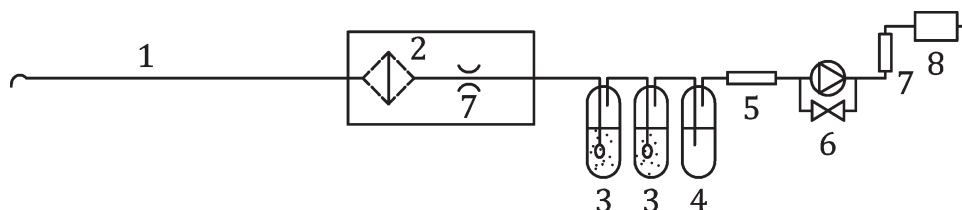
- 1 beheizte Probenahmesonde mit Düse
- 2 beheizter Partikelfilter
- 3 Absorber
- 4 Schutzflasche (optional)
- 5 Trockenturm (nur für Trockengasvolumenmessgeräte)
- 6 Pumpe
- 7 Durchflussmessgerät hinter dem Filter oder vor dem Gasvolumenmessgerät
- 8 Gasvolumenmessgerät

Bild 2 — Beispiel einer isokinetischen Probenahmeeinrichtung mit Nebenstrom

6.2.2.3 Isokinetische Probenahme ohne Nebenstrom

Eine Probenahmeeinrichtung ohne Nebenleitung (Nebenstrom) kann für die isokinetische Probenahme verwendet werden, wie in Bild 3 dargestellt.

ANMERKUNG Ein Vorteil der isokinetischen Probenahme ohne einen Nebenstrom besteht darin, dass die Durchflussrate proportional zur lokalen Geschwindigkeit an jedem Messpunkt leichter aufrechterhalten werden kann, wenn eine Nichthomogenität in der Messstrecke erkannt wird.



Legende

- 1 beheizte Probenahmesonde mit Düse
- 2 beheizter Partikelfilter
- 3 Absorber
- 4 Schutzflasche (optional)
- 5 Trockenturm (nur für Trockengasvolumenmessgeräte)
- 6 Pumpe
- 7 Durchflussmessgerät hinter dem Filter oder vor dem Gasvolumenmessgerät
- 8 Gasvolumenmessgerät

Bild 3 — Beispiel einer isokinetischen Probenahmeeinrichtung ohne Nebenstrom

6.3 Andere Geräte

Weiterhin werden die folgenden Geräte benötigt:

6.3.1 Geräte zur Ermittlung der isokinetischen Probenahme, beispielsweise Geräte zur Messung von Druck, Temperatur und Gaszusammensetzung.

6.3.2 Behälter für den Probentransport, beispielsweise Flaschen aus Glas, PP, PE oder anderen inerten Materialien.

6.3.3 Pipetten mit geeigneten Volumen.

6.3.4 Messkolben mit Nennvolumen von beispielsweise 50 ml, 100 ml und 1 000 ml.

7 Verfahrenskenngrößen

7.1 Allgemeines

Tabelle 1 und Tabelle 2 geben einen Überblick über die Verfahrenskenngrößen und die zugehörigen Mindestanforderungen des Messverfahrens.

Das Prüflaboratorium, das das Messverfahren anwendet, muss nachweisen, dass:

- die Verfahrenskenngrößen der verwendeten Probenahmeeinrichtung die in Tabelle 1 und Tabelle 2 angegebenen Mindestanforderungen erfüllen;
- die durch Kombination der Werte ausgewählter Verfahrenskenngrößen mithilfe der Unsicherheitsbilanz berechnete relative erweiterte Unsicherheit höchstens 20 % des anzuwendenden Beurteilungsmaßstabs beträgt, z. B. des Emissionsgrenzwerts für den Tagesmittelwert oder des von der zuständigen Behörde für die Anlage festgelegten niedrigsten Grenzwerts. Diese erweiterte Unsicherheit wird für trockenes Gas und vor der Korrektur auf den Sauerstoffbezugswert berechnet.