

DIN EN ISO 13833

Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 5.
ICS 13.040.40

**Emissionen aus stationären Quellen –
Bestimmung des Verhältnisses von Kohlendioxid aus Biomasse
(biogen) und aus fossilen Quellen –
Probenahme und Bestimmung des radioaktiven Kohlenstoffs
(ISO 13833:2013);
Deutsche Fassung EN ISO 13833:2013**

Stationary source emissions –
Determination of the ratio of biomass (biogenic) and fossil-derived carbon dioxide –
Radiocarbon sampling and determination (ISO 13833:2013);
German version EN ISO 13833:2013

Émissions de sources fixes –
Détermination du rapport du dioxyde de carbone de la biomasse (biogénique) et des
dérivés fossiles –
Échantillonnage et détermination du radiocarbone (ISO 13833:2013);
Version allemande EN ISO 13833:2013

Gesamtumfang 44 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13833:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Air quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 134-04-01-04 UA im Normenausschuss KRdL (Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN) im DIN.

Deutsche Fassung

Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung des
Verhältnisses von Kohlendioxid aus Biomasse (biogen) und aus
fossilen Quellen - Probenahme und Bestimmung des
radioaktiven Kohlenstoffs (ISO 13833:2013)

Stationary source emissions - Determination of the ratio of
biomass (biogenic) and fossil-derived carbon dioxide -
Radiocarbon sampling and determination (ISO 13833:2013)

Émissions de sources fixes - Détermination du rapport du
dioxyde de carbone de la biomasse (biogénique) et des
dérivés fossiles - Échantillonnage et détermination du
radiocarbone (ISO 13833:2013)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. März 2013 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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, 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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	6
4.1 Symbole	6
4.2 Abkürzungen	7
5 Kurzbeschreibung	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Grundlagen der Probenahme	8
5.3 Verfahren zur ¹⁴ C-Messung	9
6 Reagenzien, Materialien und Geräte	9
6.1 Reagenzien	9
6.2 Materialien und Geräte	10
6.3 Mindestanforderungen für die Probenahmeeinrichtung	12
6.4 Störkomponenten	13
7 Analyse	13
8 Berechnung der Ergebnisse	13
9 Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Qualitätslenkung	15
10 Prüfbericht	16
Anhang A (normativ) ¹⁴C-Bestimmung mit Beschleuniger-Massenspektrometrie	17
Anhang B (normativ) ¹⁴C-Bestimmung mit dem Flüssigszintillationszählverfahren	20
Anhang C (normativ) ¹⁴C-Bestimmung mit Beta-Ionisation	25
Anhang D (informativ) Leistungskenngrößen der ¹⁴C-Verfahren	28
Anhang E (informativ) Definitionen und Berechnungsgleichungen für ¹⁴C-Verfahren	32
Literaturhinweise	41

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13833:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Air quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind 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, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 13833:2013 wurde vom CEN als EN ISO 13833:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Für den Kohlenstoff-Emissionshandel und zur Bereitstellung genauer Emissionsinventare werden zuverlässige Daten über Emissionen von biogenem Kohlendioxid (CO₂) benötigt.

Bei der Verbrennung von Gemischen von Brennstoffen fossilen und biogenen Ursprungs ist es oft schwierig, das Verhältnis von biogenem und fossilem CO₂ im mit dem Abgas emittierten CO₂ zu bestimmen, da die Zusammensetzung der Brennstoffe hinsichtlich der biogenen und fossilen Anteile nicht immer bekannt ist oder nicht mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn feste Sekundärbrennstoffe (SRF, en: solid recovered fuels) verwendet werden.

Der Einsatz von festen, flüssigen und gasförmigen Biobrennstoffen zur Energieerzeugung wird weiter zunehmen. Er kann durch ein robustes Verfahren zur Bestimmung des Verhältnisses von fossilem und biogenem CO₂ im emittierten CO₂ gefördert werden, da dann zuverlässige Daten für den Kohlenstoff-Emissionshandel zur Verfügung gestellt werden können.

Zur Bestimmung des Verhältnisses von fossilem und biogenem CO₂ in Abgasen stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Das Radiokarbonverfahren (¹⁴C-Bestimmung) wurde seit den 1950er Jahren an einer Vielzahl von Proben unterschiedlicher Herkunft, z. B. Lebensmittel, Brennstoffe, Polymere, CO₂ aus der Atmosphäre und aus Verbrennungsprozessen, angewendet, um das Verhältnis von biogenem und fossilem Kohlenstoff zu bestimmen [18]. Biogener und fossiler Kohlenstoff können anhand des in der Probe gemessenen Gehalts des ¹⁴C-Isotops unterschieden werden. Ein relativ neues Verfahren ist das „Bilanzverfahren“, bei dem die bekannten Daten zur chemischen Zusammensetzung von biogener und fossiler organischer Substanz mit routinemäßig an Anlagen gemessenen Betriebsdaten kombiniert werden [10]. Es können z. B. auch stöchiometrische Verfahren eingesetzt werden.

Diese Norm beschreibt auf dem Radiokarbonverfahren (¹⁴C-Bestimmung) basierende Probenahme- und Analysenverfahren zur Bestimmung des Verhältnisses des aus Biomasse und fossilen Brennstoffen stammenden CO₂ im gesamten, mit den Abgasen stationärer Quellen emittierten CO₂. Die Probenahmedauer reicht von 1 Stunde bis zu 1 Monat. Die Analyse erfolgt mit Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS), Beta-lonisations- (BI) oder Flüssigszintillationsmessung (LS).

Die Internationale Organisation für Normung (ISO) weist auf die Tatsache hin, dass für die Einhaltung dieser Norm die Nutzung von Patenten hinsichtlich der Verwendung des Radiocarbon-Isotops als biogener Marker erforderlich sein kann: a) *Method for determining the relationship of renewable to non-renewable sources of energy*; b) *Method for determining the fossil fuel content in a fuel stream, as well as in an incineration furnace*.

ISO bezieht keine Stellung in Bezug auf Nachweis, Gültigkeit und Geltungsbereich dieses Patentrechts.

Die Inhaber dieser Patentrechte haben der ISO zugesichert, dass sie bereit sind, die Lizenzen zu vernünftigen und nicht diskriminierenden Geschäftsbedingungen mit Antragstellern in der ganzen Welt zu verhandeln. Dazu ist die Erklärung der Inhaber der Patentrechte bei ISO registriert. Informationen können bezogen werden bei:

a) European Cement Research Academy (ECRA)

Tannenstrasse 2, D-40476, DÜSSELDORF. Tel.: +49 211 23 98 38 0; E-mail: info@ecra-online.org

b) Energy Research Centre of the Netherlands

Westerduinweg 3, PO Box 1, NL-1755 ZG PETTEN. Tel.: +31 224 56 4475; E-mail: denuijl@ecm.nl

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments andere als die vorstehend identifizierten Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

ISO (www.iso.org/patents) unterhält Online-Datenbanken zu den für seine Dokumente relevanten Patenten. Anwender sind aufgefordert, sich dort die aktuellsten Informationen zu diesen Patenten zu beschaffen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt auf dem Radiokarbonverfahren (^{14}C -Bestimmung) basierende Probenahme- und Analysenverfahren zur Bestimmung des Verhältnisses des aus Biomasse und fossilen Brennstoffen stammenden Kohlendioxids (CO_2) im CO_2 des Abgases stationärer Quellen fest. Die untere Grenze des Anwendungsbereichs liegt bei einem Anteil des biogenen am gesamten CO_2 von 0,02. Der Arbeitsbereich für den Anteil des biogenen am gesamten CO_2 reicht von 0,02 bis 1,0.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 7934, *Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of sulfur dioxide — Hydrogen peroxide/barium perchlorate/Thorin method*

ISO 10396, *Stationary source emissions — Sampling for the automated determination of gas emission concentrations for permanently-installed monitoring systems*

ISO 15713, *Stationary source emissions — Sampling and determination of gaseous fluoride content*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

biogen

von lebenden Organismen in natürlichen Prozessen produziert, jedoch nicht fossilisiert oder von fossilen Ressourcen abgeleitet

3.2

Biomasse

Material biologischer Herkunft, ausgenommen in geologische Formationen eingeschlossenes oder in Fossilien umgewandeltes Material

3.3

Isotopenhäufigkeit

Anteil der Atome eines bestimmten Isotops eines Elementes

3.4

organischer Kohlenstoff

in organischem Material gebundener Kohlenstoff

3.5

prozentualer Anteil von modernem Kohlenstoff (pmC)

normierter und standardisierter Wert für den Gehalt des ^{14}C -Isotops in einer Probe, berechnet in Bezug zur standardisierten und normierten ^{14}C -Isotopmenge im Standardreferenzmaterial Oxalsäure, SRM 4990c¹⁾

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Jahr 2009 wurde der Wert von 100 % biobasiertem Kohlenstoff auf 105 pmC festgesetzt.

¹ SRM 4990c ist die Herstellerbezeichnung des Produktes, geliefert vom US Institute of Standards and Technology. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieser Norm und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produktes durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu identischen Ergebnissen führen.

3.6

verhältnisgleiche Probenahme

Probenahme aus strömendem Abgas, bei der der Volumenstrom des feuchten oder trockenen Probengases direkt proportional zum Massenstrom, zum Volumenstrom oder zur Geschwindigkeit des Abgases im Abgaskanal ist

3.7

Radiokarbon

radioaktives Isotop des Elements Kohlenstoff, ^{14}C , mit 8 Neutronen, 6 Protonen und 6 Elektronen

Anmerkung 1 zum Begriff: 1×10^{-10} % des Gesamtkohlenstoffs auf der Erde ist ^{14}C . Es zerfällt exponentiell mit einer Halbwertszeit von 5 730 Jahren und ist deshalb in fossilen Materialien, die aus Erdöl, Kohle, Erdgas oder anderen Quellen stammen, die älter als 50 000 Jahre sind, nicht messbar.

3.8

Probe

repräsentative Menge eines Materials, dessen Eigenschaften zu bestimmen sind

3.9

Probenvorbereitung

alle Tätigkeiten zum Erhalt von repräsentativen Analysenproben oder Prüfmengen aus der Ausgangsprobe

3.10

Prüfmenge

Menge an Material aus der Prüfprobe (oder aus der Laborprobe, sofern beide identisch sind), an der die Prüfung tatsächlich durchgeführt wird

3.11

Beta-Teilchen

Elektron oder Positron, das von einem Atomkern oder Neutron bei einer Kernumwandlung emittiert wurde

[ISO 921:1997 [1], Begriff 81]

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

A	Zerfälle je Sekunde
b	festgelegter ^{14}C -Gehalt (in pmC) für 100 % Biomasse, die im Jahre 2011 produziert und geerntet wurde
E	Zählrate
C_V	Variationskoeffizient
$E(R_0)$	Zählrate der Blindprobe
$E(R_{n,LLD})$	untere Nachweisgrenze
i	Inkrementnummer
$k_{1-\alpha} + k_{1-\beta}$	Erweiterungsfaktor (typischer Wert: 1,645)
m	gemessener ^{14}C -Gehalt in der Probe

m_{CO_2}	CO ₂ -Masse
M_{CO_2}	44,01 kg/kmol
n	Anzahl der Inkremente
r	aus dem gemessenen pmC abgeleitetes Verhältnis des biogenen und des gesamten CO ₂
t	Betriebszeit
t_b	Zählzeit für die Probe
t_0	Zählzeit für den Blindwert
V	gesamtes Volumen des emittierten Abgases
V_{CO_2}	Volumen von CO ₂
$\dot{V}_i$	tatsächlicher Abgasvolumenstrom zum Zeitpunkt i
V_m	22,41 m ³ /kmol (bei 273 K und 1013 hPa)
β^-	Beta-Teilchen (beim radioaktiven Zerfall emittiertes Elektron)
φ_{CO_2}	mittlere Konzentration von CO ₂
$\varphi_{\text{CO}_2,i}$	tatsächliche Konzentration von CO ₂
η	Zählwirkungsgrad des Geräts ($0 < \eta < 1$)

4.2 Abkürzungen

AMS	Beschleuniger-Massenspektrometer
BI	Beta-Ionisationsmessung, Gasproportionalzähler, Proportionalgaszähler
cpm	Zählungen je Minute
cps	Zählungen je Sekunde
dpm	Zerfälle je Minute
dps	Zerfälle je Sekunde, entspricht Becquerel
GM	Geiger-Müller
LLD	untere Nachweisgrenze
LSC	Flüssigszintillationszähler; Flüssigszintillationszählung
pmC	prozentualer Anteil von modernem Kohlenstoff
SRF	fester Sekundärbrennstoff

5 Kurzbeschreibung

5.1 Allgemeines

Die ^{14}C -Messung im Abgas ermöglicht die Bestimmung der biogenen und fossilen Anteile am emittierten CO_2 . Die Bestimmung des Anteils an biogenem CO_2 im Abgas besteht aus:

- der repräsentativen Probenahme von CO_2 ;
- der Messung des in der Probe enthaltenen ^{14}C ;
- der Berechnung des Anteils von biogenem CO_2 im während der Probenahmedauer emittierten Abgas.

Nachfolgend werden Verfahren zur Entnahme von Gasproben und zur Absorption von CO_2 in flüssigen und festen alkalischen Medien angegeben. Drei Verfahren zur ^{14}C -Bestimmung werden beschrieben. Der biogene Anteil wird anhand des gemessenen ^{14}C -Wertes bestimmt. Aus dem ermittelten Anteil von biogenem CO_2 kann die emittierte Menge von biogenem und fossilem CO_2 berechnet werden. Beispiele werden angegeben.

5.2 Grundlagen der Probenahme

5.2.1 Allgemeines

Die Probenahme von CO_2 im Abgas unterscheidet sich im Prinzip nicht von der Probenahme anderer saurer, gasförmiger Substanzen wie Schwefeldioxid (SO_2) oder Chlorwasserstoff (HCl). Das in einer repräsentativen Abgasprobe enthaltene CO_2 wird in einem alkalischen Medium absorbiert oder in einen Gasbeutel oder eine Druckgasflasche überführt. Nach der Probenahme wird das gesammelte CO_2 zur ^{14}C -Analyse vorbereitet.

Es kann die für andere gasförmige Komponenten übliche Probenahmeausrüstung verwendet werden. Da CO_2 verglichen mit anderen sauren, gasförmigen Substanzen in relative hoher Konzentration vorhanden ist, ist auf ausreichende Kapazität der verwendeten Absorptionsmedien zu achten. Ein Überschuss an alkalischem Medium ist einzusetzen, um die vollständige Absorption während der Probenahmedauer sicherzustellen.

Die Probenahme ist nach den einschlägigen Normen durchzuführen.

ANMERKUNG Probenahme und Probenahmestrategien zur kontinuierlichen und diskontinuierlichen Messung von Emissionen aus stationären Quellen sind z. B. in ISO 10396 und EN 15259 [4] beschrieben. Im Gegensatz zur Konzentrationsbestimmung bei anderen Komponenten wird bei dem in dieser Norm beschriebenen Verfahren das Verhältnis des biogenen zum gesamten CO_2 bestimmt. Viele Unsicherheitskomponenten der Konzentrationsbestimmung können bei der Isotopenmessung ausgeschlossen werden, da sich die verschiedenen Isotope der Messkomponente CO_2 chemisch gleich verhalten. Jedoch können einige für spektroskopische Messungen spezifische Unsicherheiten das hier bevorzugte CO_2 -Messgerät mit verhältnismäßiger Probenahme beeinflussen.

5.2.2 Stichproben

Zur Probenahme des Abgases in Gasbeuteln, Kanistern oder Gasflaschen sind anerkannte Verfahren anzuwenden.

Es dürfen nur für CO_2 undurchlässige Gasbeutel verwendet werden. Mit Aluminium beschichtete Gasbeutel erfüllen üblicherweise diese Anforderung.

5.2.3 Absorptionsproben

Bei Verwendung von Flüssig- oder Feststoffabsorbern wird CO_2 in einem alkalischen Medium gebunden. Als Flüssigabsorber sind alkalische Lösungen mit z. B. 2 mol/l bis 4 mol/l Kaliumhydroxid (KOH) oder Natriumhydroxid (NaOH), geeignet. Für Feststoffabsorber stehen handelsübliche Produkte zur Verfügung.

Nach der Probenahme sind die Absorber zu verschließen und gasdicht aufzubewahren, um das Eindringen von atmosphärischem CO_2 zu verhindern.

5.3 Verfahren zur ^{14}C -Messung

Der ^{14}C -Gehalt der gesammelten Proben kann mit folgenden Verfahren bestimmt werden:

- Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS);
- Beta-Ionisationsmessung (BI; Gasproportionalzähler);
- Flüssigszintillationszählverfahren (LSC).

Die in 5.2 erwähnten Verfahren sind alle zur Probenahme von CO_2 geeignet.

Je nach ^{14}C -Analysenverfahren sind unterschiedliche Mengen an CO_2 erforderlich. Bei AMS-Messungen beträgt die Mindestmenge 4 ml, bei BI-Messungen sind 2 l bis 10 l erforderlich. Bei LSC-Messungen hängt die erforderliche Menge an CO_2 von der Probenvorbereitung ab; es sind einige Gramm notwendig.

6 Reagenzien, Materialien und Geräte

Sofern nicht anders angegeben sind nur Reagenzien von anerkannter Analysenreinheit zu verwenden sowie destilliertes oder deionisiertes Wasser oder Wasser gleichwertiger Reinheit, das nur vernachlässigbare Mengen an Carbonat enthält, d. h., Mengen, die nicht signifikant zu den Messergebnissen beitragen.

6.1 Reagenzien

Es sind erforderlich:

- Glasflasche (Standard-Probenflaschen aus Glas mit Schraubverschluss aus Kunststoff, beständig gegenüber dem verwendeten alkalischen Medium);
- alkalisches Absorptionsmedium;
- Feststoffabsorber²⁾ zur Absorption von CO_2 .

Wasser und NaOH oder KOH sollten unter Zugabe von Inertgas vermischt werden, um die Absorption von CO_2 aus der Außen- oder Atemluft zu vermeiden.

Zur Herstellung einer carbonatfreien Absorptionsflüssigkeit reicht die Herstellung mit NaOH- oder KOH-Pellets aus frisch geöffneten Behältern aus. Die NaOH- oder KOH-Pellets sind in einer geringen Wassermenge aufzulösen (die dabei produzierte Wärme fördert den Auflösungsprozess). Geringe Ausfällungen deuten auf das Vorhandensein von Natriumcarbonat (Na_2CO_3) hin. Nach Dekantieren der klaren Phase kann die nahezu carbonatfreie Lösung auf das gewünschte Volumen verdünnt werden. Da die Auflösung von NaOH exotherm verläuft, sollte besonders vorsichtig vorgegangen werden, da die konzentrierte Lösung beim Verdünnen sieden könnte.

²⁾ Ascarite II ist ein Beispiel für ein geeignetes handelsübliches Produkt. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieser Norm und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produktes durch ISO.

6.2 Materialien und Geräte

Die Komponenten der Probenahmeverrichtung sind:

- Gerät zur Messung des Abgasvolumenstroms (üblicherweise auf der Grundlage von Staudrucksonden (Pitot-Rohren) vom Typ S oder P) nach ISO 10780 [2].

ANMERKUNG 1 Unter „stationären“ Bedingungen kann der Abgasvolumenstrom anhand des Brennstoffverbrauchs berechnet werden. In diesem Fall wird kein Gerät zur Messung des Abgasvolumenstroms benötigt.

- Standardausrüstung zur Probenahme von Abgas für die Analyse der Hauptbestandteile.

ANMERKUNG 2 Ist bereits eine Konditionierungseinrichtung für die Gasanalyse vorhanden, ist dies im Messplan zu berücksichtigen. Ein Teil des konditionierten Gases kann z. B. über ein T-Stück in der Probenahmeleitung abgezweigt werden. Der Volumenstrom nach der Konditionierung beträgt üblicherweise 60 l/h bis 100 l/h.

- Massendurchflussregler, extern einstellbar. Dieser ist nur bei verhältnismäßiger Probenahme erforderlich, da mit dem bei der Messung des Gesamtvolumenstroms erhaltenen Signal der Probenvolumenstrom linear proportional zum Volumenstrom im Abgaskanal eingestellt wird. Es sind Massendurchflussregler im Bereich von z. B. 0,1 ml/min bis 1 ml/min oder 10 ml/min bis 100 ml/min, abgestimmt auf die Zusammensetzung des Abgases, einzusetzen.

- Probenbehälter:

- Gasprobenahme: luftdichte, mit dem Systemaufbau kompatible Gefäße. Geeignet sind flexible Gasbeutel, evakuierte Kanister, Druckgasflaschen.

- Probenahme in Flüssigkeiten: übliche Gaswaschflaschen (z. B. 250 ml, aus Glas).

- Probenahme auf Feststoffen: luftdichte Behälter (z. B. Glasrohr, Länge 200 mm, Durchmesser 18 mm, mit Standardfitting).

- Messeinrichtung zur Messung von CO₂ und O₂.

Messungen der Konzentration von CO₂, CO oder O₂ sind nach ISO 12039 [3] durchzuführen.

Vor der Messung ist die Homogenität des Abgases nach ISO 10396 mit der CO₂-Konzentration als Messgröße zu prüfen. Falls die Homogenitätsprüfung erfolgreich ist, kann die Probenahme an einem einzigen Punkt durchgeführt werden.

Vor der Probenahme ist unter Berücksichtigung der speziellen Messaufgabe eine umfassende Messplanung vorzunehmen.

Falls bereits eine Einrichtung zur Probenahme und Analyse des Abgases vorhanden ist, kann ein Teil dieses Probengasstroms verwendet werden. Falls nicht, ist eine geeignete Probenahmesonde mit In-Stack- oder Out-Stack-Staubfilter zu verwenden und es ist dafür zu sorgen, dass das Gas getrocknet wird. Um eine repräsentative Probenahme und die Äquivalenz der gemessenen CO₂-Gesamtkonzentration mit dem für die ¹⁴C-Analyse entnommenen CO₂ sicherzustellen, sind anerkannte Normen für Emissionsmessungen, z. B. ISO 10396 oder EN 15259 [4], anzuwenden.

Zur Zwischenlagerung des gesammelten CO₂ stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Am einfachsten ist die Verwendung eines Gasbeutels. Bei langen Lagerzeiten ist die Verwendung von mit Aluminium beschichteten Gasbeuteln zu bevorzugen, um sicherzustellen, dass kein CO₂ aus der Außenluft eindringt. Mit Blindversuchen ist sicherzustellen, dass die Gasbeutel geeignet sind.

Bei größeren CO₂-Mengen kann eine Gasflasche zur Lagerung verwendet werden. Standardkanister können hierfür verwendet werden. Es ist für einen gesteuerten Einlass des Abgases unabhängig vom Druckaufbau während des Probenahmevorganges zu sorgen.

Da CO_2 in alkalischen Medien zu 100 % adsorbiert wird, kann das emittierte CO_2 mit einer mit alkalischer Lösung gefüllten Gaswaschflasche oder einem alkalischen Feststoff-Scrubber gesammelt werden, so lange ausreichende Absorptionskapazität vorhanden ist und der Probenvolumenstrom nicht den für den Scrubber zulässigen Volumenstrom überschreitet.

Typische Werte für die Probenahme in Flüssigkeiten sind: 250-ml-Gaswaschflasche, gefüllt mit 200 ml KOH-Lösung (2 mol/l), Probenvolumenstrom 1 ml/min bis 50 ml/min, entsprechend einer Probenahmedauer von 1 Tag (50 ml/min) bis 1 Monat (1 ml/min) für Abgase mit einem Volumenanteil an CO_2 von ca. 10 %.

Typische Werte für die Probenahme auf Feststoffen sind: Glasrohr (200 mm × 18 mm), gepackt mit 40 g des Absorptionsmittels Ascarite II®²⁾ (ca. 8 mesh bis ca. 20 mesh), Probenvolumenstrom 1 ml/min bis 50 ml/min, entsprechend einer Probenahmedauer von 1 Tag (50 ml/min) bis 1 Monat (1 ml/min) für Abgase mit einem Volumenanteil an CO_2 von ca. 10 %.

Wenn Sonden für die Standardgasanalyse und eine Probenahmeeinrichtung vorhanden sind, kann ein Teil des konditionierten Gases für die CO_2 -Probenahme verwendet werden. Die Standardgasanalyse kann mit der CO_2 -Probenahme kombiniert werden, sofern dadurch nicht die Standardgasanalyse beeinträchtigt wird (zu berücksichtigen sind der geforderte Probenvolumenstrom und die Gefahr der Undichtigkeit).

Wenn die geforderten Messungen in einem stationären Zustand ablaufen, kann die in Bild 1 gezeigte oder eine gleichwertige Probenahmeeinrichtung eingesetzt werden.

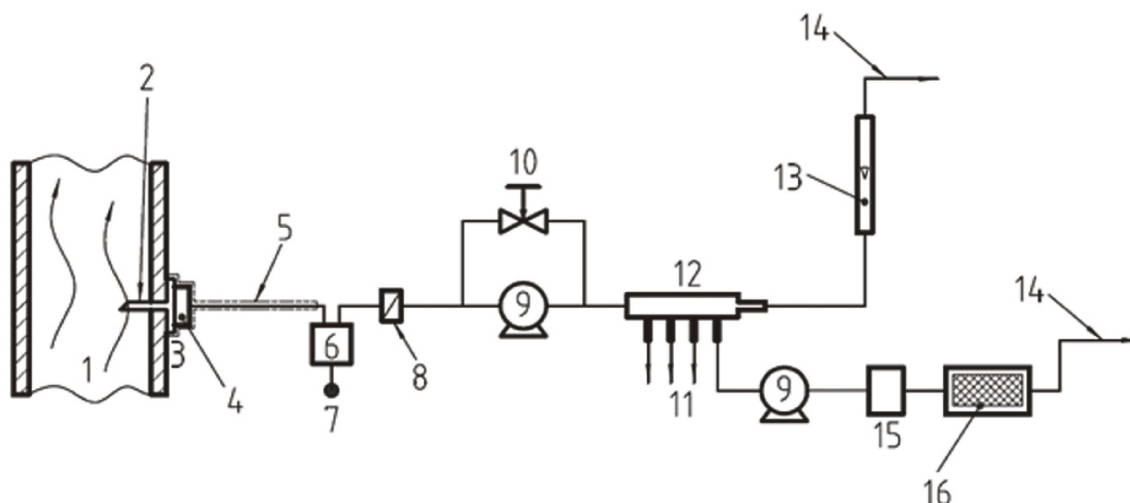


Bild 1 — Aufbau einer Probenahmeeinrichtung für Messungen unter stationären Bedingungen

Legende

1 Abgas	7 Wasserableitung	13 Volumenstrommessgerät (wahlfrei)
2 Sonde	8 Sekundärfilter	14 Abluft
3 Heizvorrichtung	9 Probenahmepumpe	15 Massendurchflussregler
4 Primärfilter	10 Bypassventil	16 CO_2 -Absorber
5 beheizte Probenleitung	11 zum (zu den) Analysegerät(en)	
6 Entfeuchter	12 Verteiler	

Weist der Abgasvolumenstrom der Anlage voraussichtlich Schwankungen auf, dann ist deren Einfluss abzuschätzen. Wird er als signifikant beurteilt, kann die in Bild 2 gezeigte oder eine gleichwertige Probenahmeeinrichtung eingesetzt werden. Anleitungen zur Erstellung eines Messplans stehen zur Verfügung (siehe EN 15259 [4]).

Änderungen des Abgasvolumenstroms, die einen Variationskoeffizient ($2C_V$) von 55 % nicht überschreiten, können in der Praxis als Bedingung für eine konstante Probenahme angesehen werden, wobei ein kontinuierlicher Betrieb während der Probenahmedauer vorausgesetzt wird.

Es sind die Messwerte des Volumenstrommessgeräts (z. B. Druckdifferenz, Dampf-, Brennstoffvolumenstrom) zur Berechnung des Mittelwerts (μ) und der Standardabweichung (s) zu verwenden.

ANMERKUNG Der Wert 55 % ($2C_V$) ist in Übereinstimmung mit ASTM D7459 [7].

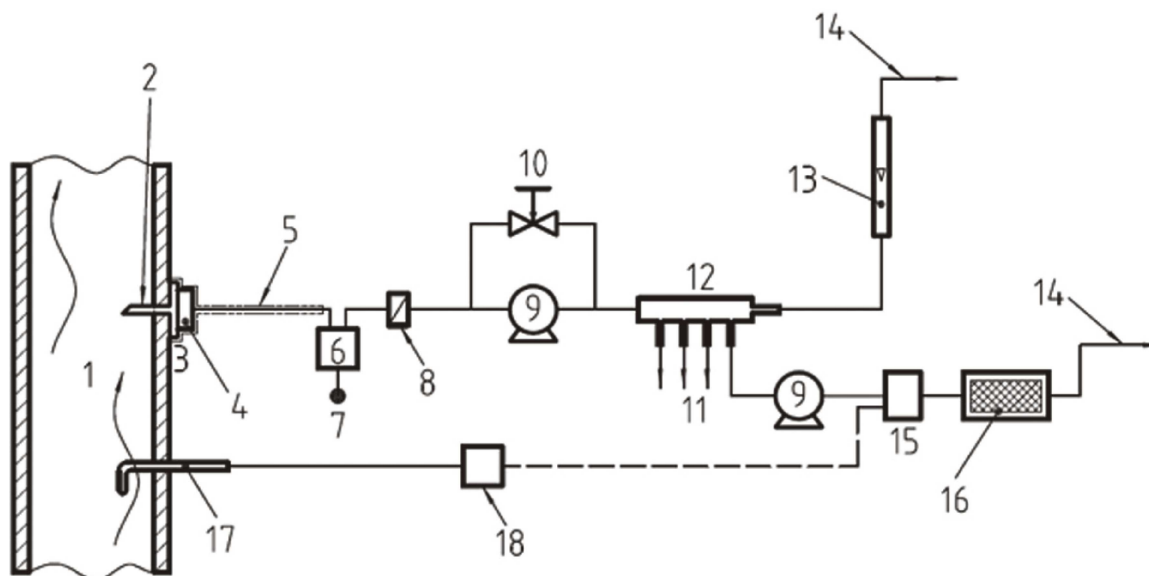


Bild 2 — Aufbau einer Probenahmeeinrichtung für die verhältnismäßige Probenahme

Legende

1 Abgas	7 Wasserableitung	13 Volumenstrommessgerät (wahlfrei)
2 Sonde	8 Sekundärfilter	14 Abluft
3 Heizvorrichtung	9 Probenahmepumpe	15 Massendurchflussregler
4 Primärfilter	10 Bypassventil	16 CO ₂ -Absorber
5 beheizte Probenleitung	11 zum (zu den) Analysegerät(en)	17 Pitot-Rohr
6 Entfeuchter	12 Verteiler	18 Volumenstrommessgerät

Wenn eine verhältnismäßige Probenahme gefordert ist, muss der Volumenstrom im Massenstromregler proportional zur Abgasgeschwindigkeit oder dem Volumen- oder Massenstrom sein.

Bei der Messplanung muss eine Abschätzung der für die verhältnismäßige Probenahme erforderliche Mindestanzahl an Inkrementen (Probenahmerate) erfolgen.

6.3 Mindestanforderungen für die Probenahmeeinrichtung

Um die Leistungskenngrößen dieser Norm einzuhalten, sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

- extern einstellbarer Massendurchflussregler: Genauigkeit mindestens 5 % des Anzeigewerts;
- Feststoffadsorber: NaOH-Massenanteil größer als 90 %;
- Flüssigadsorber: Konzentration größer als 1 mol/l NaOH;
- Restkapazität nach der Probenahme: mehr als 25 % der Gesamtkapazität des Adsorbers.

ANMERKUNG Anstelle von NaOH können auch andere stark basische Substanzen wie KOH verwendet werden.