

DIN EN 14789



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

ICS 13.040.40

**Emissionen aus stationären Quellen –
Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff (O₂) –
Referenzverfahren – Paramagnetismus;
Deutsche Fassung EN 14789:2005**

Stationary source emissions –
Determination of volume concentration of oxygen (O₂) –
Reference method – Paramagnetism;
German version EN 14789:2005

Emissions de sources fixes –
Détermination de la concentration volumique en oxygène (O₂) –
Méthode de référence – Paramagnétisme;
Version allemande EN 14789:2005

Gesamtumfang 39 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss

Nationales Vorwort

Dieses Dokument EN 14789:2005 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird, unter intensiver Mitwirkung deutscher Experten erarbeitet, die von der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss benannt worden sind.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen und Europäischen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

CEN/TS 14793	siehe DIN CEN/TS 14793
ENV 13005	siehe DIN V ENV 13005
EN ISO 14956	siehe DIN EN ISO 14956

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN CEN/TS 14793:2005, *Emissionen aus stationären Quellen – Validiervverfahren im Laboratorium für eine alternative Methode verglichen mit einem Referenzverfahren*; Deutsche Fassung CEN/TS 14793:2005

DIN V ENV 13005:1999, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*; Deutsche Fassung ENV 13005:1999

DIN EN ISO 14956:2002, *Luftbeschaffenheit — Beurteilung der Eignung eines Messverfahrens durch Vergleich mit einer geforderten Messunsicherheit (ISO 14956:2002)*; Deutsche Fassung EN ISO 14956

Deutsche Fassung

**Emissionen aus stationären Quellen —
Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff (O₂) —
Referenzverfahren —
Paramagnetismus**

Stationary source emissions —
Determination of volume concentration of
oxygen (O₂) —
Reference method —
Paramagnetism

Emissions de sources fixes —
Détermination de la concentration volumique en
oxygène (O₂) —
Méthode de référence —
Paramagnétisme

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. September 2005 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 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Grundlagen	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Messprinzip	9
5 Beschreibung der Messeinrichtung – Probenahme- und Gasprobenkonditioniersysteme	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Bauteile der Probenahmeleitung	10
6 Analysegeräte	11
7 Bestimmung der Kennwerte des Standardreferenzverfahrens: Analysegerät, Probenahme und Konditioniereinrichtung	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Wichtige Kenngrößen des Standardreferenzverfahrens und Leistungskriterien	12
7.3 Aufstellen der Unsicherheitsbilanz	14
8 Feldbetrieb	14
8.1 Messort	14
8.2 Messpunkt(e)	15
8.3 Wahl der Messeinrichtung	15
8.4 Aufstellung des Analysegeräts am Messort	15
9 Laufende Qualitätskontrolle	17
9.1 Einleitung	17
9.2 Häufigkeit der Überprüfungen	17
10 Angabe der Ergebnisse	17
11 Beurteilung des Verfahrens im Feld	18
12 Äquivalenz mit einem Alternativverfahren	18
13 Messbericht	18
Anhang A (informativ) Schematische Darstellung typischer Analysegeräte	20
Anhang B (informativ) Verfahren zur Bestimmung der Verfahrenskenngrößen im Labortest	21
B.1 Abschätzen der Messunsicherheit	21
B.2 Besondere Bedingungen am Messort	22
B.3 Kenngrößen des Verfahrens	22
B.4 Berechnen der Standardmessunsicherheit der vom Analysegerät angezeigten Konzentration ..	23
Anhang C (informativ) Verfahren zur Korrektur der Daten aus der Wirkung der Drift	31
Anhang D (normativ) Bewertung des Verfahrens im Feld	32
D.1 Allgemeines	32
D.2 Beschreibung der Anlagen	32
D.3 Wiederhol- und Vergleichpräzision im Feld	33
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und wesentlichen Anforderungen der EU-Richtlinie	36
Literaturhinweise	37

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14789:2005) wurde vom 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 Mai 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2006 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

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

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt das paramagnetische Verfahren einschließlich der Probenahme und des Gasvorbehandlungssystems zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentrationen in Abgasen, die aus Abgaskanälen in die Atmosphäre emittiert werden.

Diese Europäische Norm ist das Standardreferenzverfahren (SRM) für die periodische Überwachung und für die Kalibrierung oder Überprüfung von automatischen Messsystemen (AMS), die aus gesetzgeberischen oder anderen Gründen permanent an einem Abgaskanal installiert sind. Damit dieses Verfahren als Standardreferenzverfahren angewandt werden kann, muss der Anwender nachweisen, dass die Verfahrenskenngrößen besser sind als die Leistungskriterien in dieser Norm und dass die Gesamtmessunsicherheit des Verfahrens kleiner ist als $\pm 6\%$ der gemessenen Konzentration.

ANMERKUNG Wenn der Paramagnetismus als Messprinzip eines automatischen Messsystems genutzt wird, sollte auf EN 14181 und andere einschlägige Normen des CEN/TC 264 Bezug genommen werden.

Ein anderes als dieses Standardreferenzverfahren darf angewendet werden, wenn der Anwender vor der nationalen Akkreditierungsstelle oder dem Gesetz die Äquivalenz nach der Technischen Spezifikation CEN/TS 14793 nachweisen kann.

Dieses Standardreferenzverfahren wurde während Feldversuchen an Abfallverbrennungsanlagen und Mitverbrennungsanlagen sowie an Großfeuerungsanlagen erprobt. Sie wurde mit Probenahmedauern von 30 min im Bereich von 5 % bis 26 % validiert. O₂-Konzentrationswerte, angegeben als Volumenanteil, werden verwendet, um die Ergebnisse von Emissionsmessungen von Schadstoffen auf die O₂-Bezugskonzentration und auf trockenes Gas zu beziehen, wie von den folgenden Richtlinien des Rates gefordert wird:

- Richtlinie 2001/80/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 zur Begrenzung von Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft;
- Richtlinie 2000/76/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Dezember 2000 über die Verbrennung von Abfällen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Normen sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokumentes (einschließlich aller Änderungen).

ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

CEN/TS 14793, *Emissionen aus stationären Quellen — Laborinterne Validierung von Alternativverfahren durch Vergleich mit einem Referenzverfahren*

EN ISO 14956, *Luftbeschaffenheit — Beurteilung der Eignung eines Messverfahrens durch Vergleich mit einer geforderten Messunsicherheit (ISO 14956:2002)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG In dieser Europäischen Norm wird die Sauerstoffkonzentration als Volumenanteil in Prozent ausgedrückt.

3.1

Justierung (einer Messeinrichtung)

Tätigkeit, die ein Messgerät in einen gebrauchstauglichen Betriebszustand versetzt

[VIM 4.30]

3.2**Umgebungstemperatur**

Temperatur der das Messgerät umgebenden Luft

3.3**automatische Messeinrichtung****AMS**

Messeinrichtung, die zum Zweck der kontinuierlichen Überwachung von Emissionen permanent an einer Anlage installiert ist

ANMERKUNG 1 Eine AMS ist ein Verfahren, das auf ein Referenzverfahren rückverfolgbar ist.

ANMERKUNG 2 Außer dem Analysegerät enthält eine AMS Einrichtungen zur Probenahme (z. B. Sonde, Probengasleitungen, Volumenstrommessgeräte, Regler, Förderpumpen) und zur Probenkonditionierung (z. B. Staubfilter, Geräte zum Entfernen der Feuchte, Konverter, Verdünnungseinrichtungen). Diese Definition schließt auch Prüf- und Justiergeräte ein, die für regelmäßige Funktionskontrollen benötigt werden.

3.4**Kalibrierung**

statistischer Zusammenhang zwischen den von der automatischen Messeinrichtung (AMS) angezeigten Werten der Messgröße und den entsprechenden Werten des angewandten Standardreferenzverfahrens (SRM), die mit einer repräsentativen Messung in demselben Messquerschnitt während derselben Zeitdauer erhalten werden

ANMERKUNG Das Ergebnis der Kalibrierung ermöglicht die Aufstellung eines Zusammenhangs zwischen den Messwerten des Standardreferenzverfahrens und der automatischen Messeinrichtung (Kalibrierfunktion).

3.5**Drift**

Unterschied zwischen zwei Nullpunktbestimmungen (Nullpunktdrift) oder zwei Messungen am Prüfwert (Prüfwertdrift) zu Beginn und am Ende eines Messzeitraums

3.6**Emissionsgrenzwert****ELV**

Emissionsgrenzwert nach EG-Richtlinien auf der Grundlage von 30 min, 1 h oder 1 d

3.7**Einflussgröße**

Größe, die nicht Messgröße ist, jedoch das Messergebnis beeinflusst

[nach VIM 2.7]

ANMERKUNG Beispiele:

- Umgebungstemperatur
- Luftdruck
- Gegenwart von störenden Gasen in der Abgasmatrix
- Druck in der Gasprobe

3.8**Querempfindlichkeit**

negative oder positive Wirkung auf das Signal der Messeinrichtung, die durch eine Komponente der Probe hervorgerufen wird, die nicht die Messgröße ist

3.9

Lack-of-fit

systematische Abweichung innerhalb des Anwendungsbereichs zwischen dem Messergebnis, das durch Anwendung der Kalibrierfunktion auf das beobachtete Signal der Messeinrichtung bei der Messung von Prüfgasen erhalten wird, und dem entsprechenden angenommenen Wert dieses Prüfgases

ANMERKUNG 1 Lack-of-fit kann eine Funktion des Messergebnisses sein.

ANMERKUNG 2 Der Ausdruck „Lack-of-fit“ wird in der Alltagssprache häufig durch „Linearität“ oder „Abweichung von der Linearität“ ersetzt.

3.10

Messgröße

spezielle Größe, die Gegenstand einer Messung ist

[VIM 2.6]

3.11

Messeinrichtung

vollständiger, zur Durchführung vorgegebener Messungen zusammengestellter Satz von Messgeräten und anderen Einrichtungen

[VIM 4.5]

3.12

Verfahrenskenngröße

eine der dem Gerät zugeordneten Größen (Angabe von Werten, Toleranzen, Bereich), um seine Leistung zu beschreiben

3.13

Wiederholpräzision im Laboratorium

Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen Ergebnissen aufeinander folgender Messungen im Laboratorium derselben Messgröße, ausgeführt unter denselben Messbedingungen

ANMERKUNG 1 Wiederholbedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren;
- dasselbe Laboratorium;
- dasselbe Messgerät, unter denselben Bedingungen angewandt;
- denselben Ort;
- Wiederholung innerhalb einer kurzen Zeitspanne.

ANMERKUNG 2 Die Wiederholpräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse ausgedrückt werden.

In dieser Europäischen Norm wird die Wiederholpräzision als Wert beim 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

[VIM 3.6]

3.14

Wiederholpräzision im Feld

Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen Ergebnissen gleichzeitiger Messungen derselben Messgröße, ausgeführt mit zwei Messeinrichtungen unter denselben Messbedingungen

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren;
- zwei Messeinrichtungen, deren Leistung die Anforderungen des Referenzverfahrens bei Einsatz unter gleichen Messbedingungen erfüllt;
- denselben Ort;
- Durchführung durch dasselbe Laboratorium;
- normalerweise die Berechnung für kurze Zeitdauern (z. B. 30 min), um die Wirkung durch Schwankung der Einflussgrößen zu vermeiden.

ANMERKUNG 2 Die Wiederholpräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse ausgedrückt werden.

In dieser Europäischen Norm wird die Wiederholpräzision unter Feldbedingungen als Wert beim 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

3.15

Vergleichpräzision im Feld

Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen den Ergebnissen gleichzeitiger Messungen derselben Messgröße, die mit mehreren Messeinrichtungen unter denselben Messbedingungen durchgeführt wurden

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen heißen Vergleichsbedingungen im Feldbetrieb und umfassen:

- dasselbe Messverfahren;
- mehrere Messeinrichtungen, deren Leistung die Anforderungen des Referenzverfahrens bei Einsatz unter gleichen Messbedingungen erfüllt;
- denselben Ort;
- Durchführung durch mehrere Laboratorien.

ANMERKUNG 2 Die Vergleichpräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse ausgedrückt werden.

In dieser Europäischen Norm wird die Vergleichpräzision unter Feldbedingungen als ein Wert beim 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

3.16

Verweildauer in der Messeinrichtung

Dauer der Transportzeit der Gasprobe vom Sondeneinlass bis zum Messkammereinlass

3.17

Einstelldauer

Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt einer sprungförmigen Änderung der Eingangsgröße und dem Zeitpunkt, ab dem die Ausgangsgröße innerhalb vorgegebener Grenzen um ihren Beharrungswert bleibt

ANMERKUNG Üblicherweise die Zeit, die das Messsignal benötigt, um von 0 % auf 90 % seines Endwerts anzuwachsen.

[VIM 5.17]

3.18

Probenahmeort

nahe dem Messquerschnitt gelegener spezieller Bereich, wo die Messgeräte aufgebaut werden

3.19

Messquerschnitt

Ebene an der Probenahmestelle senkrecht zur Achse des Abgaskanals

[EN 13284-1]

3.20

Messpunkt

festgelegter Punkt auf der Messachse, an dem eine Probe entnommen wird

[EN 13284-1]

3.21

Prüfgas

Prüfgas zum Einstellen und Überprüfen eines festgelegten Punktes auf der Kennlinie der Messeinrichtung

ANMERKUNG Die Konzentration wird oft zu ungefähr 80 % der oberen Grenze des Messbereiches gewählt.

3.22

Standardreferenzverfahren

SRM

von der Fachwelt anerkanntes Messverfahren, das nach Übereinkunft als Referenz gilt. Es erzeugt den anerkannten Bezugswert der Konzentration der Messgröße (3.10) oder es wird angenommen, dass es den anerkannten Bezugswert der Konzentration der Messgröße erzeugt

3.23

Messunsicherheit

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

3.23.1

Standardmessunsicherheit

u

Unsicherheit des Messergebnisses ausgedrückt als Standardabweichung u

3.23.2

kombinierte Messunsicherheit

u_c

Standardmessunsicherheit u_c eines Messergebnisses, berechnet durch Zusammenfassen mehrerer Standardmessunsicherheiten nach ENV 13005

3.23.3

erweiterte Messunsicherheit

U

Größe, die ein Vertrauensniveau um ein Messergebnis definiert, von dem erwartet wird, dass es einen großen Anteil der Verteilung der Werte enthält, die berechtigterweise auf die Messgröße zurückzuführen sind

$$U = k \cdot u$$

ANMERKUNG In dieser Europäischen Norm wird die erweiterte Unsicherheit mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ und einem Vertrauensniveau von 95 % berechnet.

3.23.4

Gesamtmessunsicherheit

U_c

dem Messergebnis zugeordnete erweiterte kombinierte Standardmessunsicherheit, berechnet nach ENV 13005

$$U_c = k \cdot u_c$$

3.24

Unsicherheitsbilanz

tabellarische Aufstellung aller Unsicherheitsquellen nach EN ISO 14956 oder ENV 13005 zur Berechnung der Gesamtmessunsicherheit des Verfahrens bei einem vorgegebenen Wert

4 Grundlagen

4.1 Allgemeines

Diese Europäische Norm beschreibt das Standardreferenzverfahren (SRM) auf der Grundlage des Paramagnetismus für die Probenahme und Bestimmung des Sauerstoffgehaltes (O_2) von Abgasen, die aus Abgaskanälen in die Atmosphäre emittiert werden. Die einzelnen Komponenten und die Anforderungen an die Probenahmeeinrichtung und das paramagnetische Analysegerät werden beschrieben. Für das Analysegerät wird eine Reihe von Kenngrößen zusammen mit Mindestleistungskriterien angegeben. Diese Kenngrößen und die Gesamtmessunsicherheit des Verfahrens müssen den Leistungskriterien dieser Europäischen Norm entsprechen. Anforderungen und Empfehlungen zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle bei Feldmessungen werden gegeben (siehe Tabelle 1 in 7.2).

4.2 Messprinzip

Die paramagnetische Messmethode beruht auf dem Prinzip, dass Sauerstoffmoleküle von einem Magnetfeld stark angezogen werden. Diese Eigenschaft, bekannt als Paramagnetismus, kann zur selektiven Messung von Sauerstoff in Abgasen verwendet werden, wenn dessen andere Bestandteile nur gering oder gar nicht paramagnetisch sind. Die magnetische Suszeptibilität bzw. die in einer Gasprobe durch ein Magnetfeld induzierte Magnetisierung ist umgekehrt proportional zur absoluten Temperatur. Eine Sauerstoff enthaltende Gasprobe wird gezwungen, in die Richtung des Magnetfeldes zu strömen, wenn sie einem Magnetfeldgradienten in einem begrenzten Raum ausgesetzt wird. Unter sonst gleichen Bedingungen hängt die Stärke dieses induzierten Flusses von der Sauerstoffkonzentration in der Gasprobe ab. Zur Bestimmung des induzierten paramagnetischen Flusses wurde eine Anzahl von Messgeräten entwickelt, die in Abschnitt 6 beschrieben sind.

Messgeräte nach dem Prinzip des Paramagnetismus sind mit einer Einrichtung zur extraktiven Probenentnahme und einem Gaskonditioniersystem verbunden. Eine repräsentative Gasprobe wird aus dem Abgaskanal über eine Sonde entnommen und dem Analysegerät über die Probenleitung und das Gaskonditioniersystem zugeführt. Die Messwerte des Analysegeräts werden aufgezeichnet und/oder elektronisch gespeichert.

5 Beschreibung der Messeinrichtung – Probenahme- und Gasprobenkonditioniersysteme

5.1 Allgemeines

Ein repräsentatives Abgasvolumen (siehe 8.2) wird der Emissionsquelle während einer festgelegten Zeitspanne bei geregelter Volumenstrom entnommen. Ein Filter entfernt den Staub aus der Probe, bevor diese konditioniert wird und zum Analysegerät gelangt.

Zwei verschiedene Probenahme- und Konditionieranordnungen stehen zur Verfügung, um unkontrollierte Wasserkondensation in der Messeinrichtung zu verhindern. In beiden Fällen muss der Anwender prüfen, dass die Taupunkttemperatur am Ausgang des Analysegeräts kleiner oder gleich 4 °C ist. Der Anwender darf die Ergebnisse bezüglich des Wassergehaltes korrigieren, um sie auf trockenes Abgas beziehen zu können (siehe Tabelle im Anhang A in EN 14790:2005).

Diese Anordnungen sind:

- Anordnung 1: Wasserdampfabscheidung durch Kondensation mit einem Kühlsystem;
- Anordnung 2: Wasserdampfentfernung mittels eines Permeationstrockners.

Schematische Darstellungen typischer Messeinrichtungen werden in Anhang A aufgeführt.

Es ist wichtig, dass alle Teile der Probenahmeeinrichtung vor dem Analysegerät aus Materialien gefertigt sind, die weder mit O₂ reagieren noch O₂ absorbieren. Außer beim Kühlsystem nach Anordnung 1 muss die Temperatur aller Bestandteile, die mit dem Gas in Berührung kommen, so hoch gehalten werden, dass Kondensation vermieden wird.

Zustand und Anordnung der Probenahmeeinrichtung tragen zur Gesamtmessunsicherheit bei. Um diesen Beitrag zur Gesamtmessunsicherheit möglichst klein zu halten, werden die Leistungskriterien für die Probenahmeeinrichtung und die Probenahmebedingungen in 5.2 und in Abschnitt 6 gebracht.

5.2 Bauteile der Probenahmeleitung

5.2.1 Probenahmeleitung

Um die repräsentativen Messpunkte im Messquerschnitt zu erreichen, dürfen Sonden verschiedener Länge und unterschiedlicher Innendurchmesser verwendet werden. Die Gestaltung und Konfiguration der verwendeten Sonde müssen sicherstellen, dass die Verweilzeit der Gasprobe in der Sonde möglichst klein ist, damit die Einstelldauer der Messeinrichtung verringert wird.

Das Verfahren nach 8.2 kann angewendet werden, wenn ein Verdacht auf mangelnde Homogenität des Abgases besteht.

Vor der Probenahme dürfen Markierungen an der Sonde angebracht werden, um zu zeigen, dass der/die repräsentative(n) Messpunkt(e) im Messquerschnitt erreicht wurde(n).

Die Probenahmeleitung muss aus geeignetem, korrosionsbeständigem Material gefertigt sein, z. B. aus nicht rostendem Stahl, Borosilikatglas, Keramik, Titan oder PTFE, letzteres nur für Abgastemperaturen unter 200 °C.

Die Sonde darf mit einer verschleißbaren Verbindung ausgestattet sein, durch die Prüfgase zur Justierung eingeleitet werden können.

5.2.2 Filter

Das Partikelfilter muss aus inertem Material bestehen (wie z. B. keramische oder Sintermetallfilter mit geeigneter Porengröße). Es muss auf eine Temperatur über dem Wasser- oder Säuretaupunkt beheizt werden. Das Partikelfilter muss in Abhängigkeit von der Staubfracht am Messort von Zeit zu Zeit gewechselt oder gereinigt werden.

ANMERKUNG Überladung des Staubfilters kann zu überhöhtem Druckabfall in der Probenahmeleitung führen.

5.2.3 Probenkühler oder Permeationstrockner

Der Probenkühler oder Permeationstrockner kommt vor dem Eintritt des Gases in das Analysegerät zum Einsatz, um Wasserdampf aus der Abgasprobe zu entfernen. Die maximale Taupunkttemperatur von 4 °C am Auslass des Systems darf nicht überschritten werden.

ANMERKUNG Die mit diesen Probenahmekonfigurationen gemessenen O₂-Konzentrationen können als trocken angesehen werden. Der Anwender darf jedoch die Messergebnisse bezüglich des Restwassergehaltes korrigieren (siehe Tabelle im Anhang A in EN 14790:2005).