

**DIN EN 14792**

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

ICS 13.040.40

Ersatz für  
DIN EN 14792:2006-04

**Emissionen aus stationären Quellen –  
Bestimmung der Massenkonzentration von Stickstoffoxiden –  
Standardreferenzverfahren: Chemilumineszenz;  
Deutsche Fassung EN 14792:2017**

Stationary source emissions –  
Determination of mass concentration of nitrogen oxides –  
Standard reference method: chemiluminescence;  
German version EN 14792:2017

Emissions de sources fixes –  
Détermination de la concentration massique des oxydes d'azote –  
Méthode de référence normalisée: chimiluminescence;  
Version allemande EN 14792:2017

Gesamtumfang 60 Seiten

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

## Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 14792:2017 wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe WG 16 „Referenzmessverfahren zur Ermittlung der Emissionen von NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO und Wasserdampf“ (Sekretariat und Obmannschaft: AFNOR, Frankreich) des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter Mitwirkung deutscher Experten, die von der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss – benannt worden sind, erarbeitet.

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

Für die in den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen und Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen und Dokumente hingewiesen:

|            |                      |
|------------|----------------------|
| ISO 5725-2 | siehe DIN ISO 5725-2 |
| ISO 5725-6 | siehe DIN ISO 5725-6 |

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 14792:2006-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 1  
Die Richtlinie 2000/76/EG wurde durch die Richtlinie 2010/75/EU ersetzt.
- b) Abschnitt 2  
Die normative Verweisung auf EN 13284-1 wurde durch EN 15259 hinsichtlich der Anforderungen an Messstrecken und Messplätze sowie an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht ersetzt. Die normative Verweisung auf EN 15267-4:2017 hinsichtlich der Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für portabel automatische Messeinrichtungen zur Überwachung der Emissionen aus stationären Quellen wurde hinzugefügt.
- c) Abschnitt 3  
Die Definitionen wurden unter Berücksichtigung der Definitionen in EN 15259 und der neuen Version des VIM (2012) überarbeitet. Die Nachweisgrenze wurde aus der Liste der Definitionen und Mindestanforderungen gestrichen, da die Wiederholpräzision am Nullpunkt geeigneter ist.
- d) Abschnitt 4  
Die im Hauptteil des Dokuments verwendeten Symbole und Abkürzungen wurden hinzugefügt.
- e) Abschnitt 6.1  
Die Verwendung der Anordnung 1 wird vermieden, falls die NO<sub>2</sub>-Konzentration mehr als 20 mg/m<sup>3</sup> beträgt. Anordnung 1 ist gewöhnlich zu vermeiden, falls das Verhältnis NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> mehr als 25 % beträgt, außer es wird nachgewiesen, dass die NO<sub>2</sub>-Verluste im Kühler nicht signifikant sind.
- f) Abschnitt 6.3  
Dieser Abschnitt entspricht dem früheren Abschnitt 6.

- g) Abschnitt 7  
Die Verfahrenskenngrößen müssen in einer allgemeinen Eignungsprüfung nach den in EN 15267-4 festgelegten Prüfprozeduren anstelle der in EN 15267-3 festgelegten Prüfprozeduren ermittelt werden.
- h) Abschnitt 9.2  
Zur Ermittlung der Homogenität des Abgasprofils wurde eine Verweisung auf EN 15259 eingefügt.
- i) Abschnitt 9.4.2.1  
Die Prüfgase müssen auf SI-Einheiten rückführbar sein.
- j) Abschnitt 9.4.3  
Eine Gleichung zur Berechnung der korrigierten Konzentration bei Vorliegen von Drift wurde eingefügt.
- k) Abschnitt 11  
Die Angabe der Ergebnisse wurde überarbeitet, um den Anforderungen der EN 15259 zu entsprechen.
- l) Abschnitt 13  
Die Standardabweichung  $s_{r,limit}$  wurde auf Basis der neuen Regeln der EN 14793 neu berechnet.
- m) Anhang A  
Ein Schätzwert für die auf Basis der Vergleichpräzision berechneten erweiterten Unsicherheit wurde eingefügt, der den Ausdruck „externes Vertrauensintervall“ ersetzt.
- n) Anhang F  
Ein neuer Anhang zur Berechnung der Unsicherheit auf Grund der Angabe der Konzentration für trockenes Gas und für Sauerstoffbezugsbedingungen wurde eingefügt.
- o) Anhang G  
Die Darstellung der Berechnung der Unsicherheitsbilanz wurde verbessert.
- p) Anhang H  
In der Tabelle zur Ermittlung der Drift wurden Druckfehler korrigiert.

### Frühere Ausgaben

DIN EN 14792: 2006-04

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

DIN ISO 5725-6, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 6: Anwendung von Genauigkeitswerten in der Praxis*

Deutsche Fassung

Emissionen aus stationären Quellen —  
Bestimmung der Massenkonzentration von Stickstoffoxiden —  
Standardreferenzverfahren: Chemilumineszenz

Stationary source emissions —  
Determination of mass concentration  
of nitrogen oxides —  
Standard reference method: chemiluminescence

Emissions de sources fixes —  
Détermination de la concentration massique  
des oxydes d'azote —  
Méthode de référence normalisée: chimiluminescence

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. September 2016 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, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

## Inhalt

|                                                                                                | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort.....                                                                      | 4     |
| 1 Anwendungsbereich.....                                                                       | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                 | 5     |
| 3 Begriffe .....                                                                               | 6     |
| 4 Symbole und Abkürzungen .....                                                                | 12    |
| 4.1 Symbole .....                                                                              | 12    |
| 4.2 Abkürzungen .....                                                                          | 12    |
| 5 Grundlagen.....                                                                              | 13    |
| 5.1 Allgemeines.....                                                                           | 13    |
| 5.2 Messprinzip.....                                                                           | 13    |
| 6 Beschreibung der Messeinrichtung .....                                                       | 14    |
| 6.1 Allgemeines.....                                                                           | 14    |
| 6.2 Probenahme- und Probengasaufbereitungseinrichtung .....                                    | 15    |
| 6.2.1 Probenahmesonde.....                                                                     | 15    |
| 6.2.2 Filter .....                                                                             | 15    |
| 6.2.3 Probengasleitung .....                                                                   | 16    |
| 6.2.4 Probengasaufbereitungseinrichtung.....                                                   | 16    |
| 6.2.5 Probengaspumpe .....                                                                     | 17    |
| 6.2.6 Sekundärfilter .....                                                                     | 17    |
| 6.2.7 Volumenstromregler und Volumenstrommessgerät .....                                       | 17    |
| 6.3 Analysegerät .....                                                                         | 17    |
| 6.3.1 Allgemeines.....                                                                         | 17    |
| 6.3.2 Konverter.....                                                                           | 18    |
| 6.3.3 Ozongenerator .....                                                                      | 18    |
| 6.3.4 Reaktionskammer .....                                                                    | 18    |
| 6.3.5 Optisches Filter .....                                                                   | 19    |
| 6.3.6 Photomultiplier .....                                                                    | 19    |
| 6.3.7 Ozonentfernung.....                                                                      | 19    |
| 7 Verfahrenskenngrößen des Standardreferenzverfahrens.....                                     | 19    |
| 8 Eignung der Messeinrichtung für die Messaufgabe .....                                        | 21    |
| 9 Feldbetrieb .....                                                                            | 21    |
| 9.1 Messplanung .....                                                                          | 21    |
| 9.2 Probenahmestrategie .....                                                                  | 22    |
| 9.2.1 Allgemeines.....                                                                         | 22    |
| 9.2.2 Messstrecke und Messquerschnitt .....                                                    | 22    |
| 9.2.3 Mindestanzahl und Lage der Messpunkte.....                                               | 22    |
| 9.2.4 Messöffnungen und Messbühne .....                                                        | 22    |
| 9.3 Wahl der Messeinrichtung .....                                                             | 22    |
| 9.4 Einrichten der Messeinrichtung am Messort .....                                            | 23    |
| 9.4.1 Allgemeines.....                                                                         | 23    |
| 9.4.2 Überprüfung des Nullpunkts und des Referenzpunkts vor der Messung und Justierungen ..... | 23    |
| 9.4.3 Überprüfung des Nullpunkts und des Referenzpunkts nach der Messung .....                 | 24    |
| 10 Laufende Qualitätslenkung.....                                                              | 25    |

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 10.1                                                                                                                                                                                           | Allgemeines .....                                                                                | 25 |
| 10.2                                                                                                                                                                                           | Häufigkeit der Überprüfungen.....                                                                | 25 |
| 11                                                                                                                                                                                             | Angabe der Ergebnisse .....                                                                      | 26 |
| 12                                                                                                                                                                                             | Gleichwertigkeit eines Alternativverfahrens.....                                                 | 27 |
| 13                                                                                                                                                                                             | Messbericht .....                                                                                | 27 |
| Anhang A (informativ) Validierung des Verfahrens im Feld.....                                                                                                                                  |                                                                                                  | 28 |
| A.1                                                                                                                                                                                            | Allgemeines .....                                                                                | 28 |
| A.2                                                                                                                                                                                            | Eigenschaften der Anlagen.....                                                                   | 28 |
| A.3                                                                                                                                                                                            | Wiederhol- und Vergleichpräzision im Feld.....                                                   | 29 |
| A.3.1                                                                                                                                                                                          | Allgemeines .....                                                                                | 29 |
| A.3.2                                                                                                                                                                                          | Wiederholpräzision.....                                                                          | 30 |
| A.3.3                                                                                                                                                                                          | Vergleichpräzision .....                                                                         | 31 |
| Anhang B (informativ) Anordnungen zur Probenahme und Gasaufbereitung.....                                                                                                                      |                                                                                                  | 32 |
| Anhang C (normativ) Bestimmung des Umwandlungswirkungsgrads.....                                                                                                                               |                                                                                                  | 33 |
| C.1                                                                                                                                                                                            | Allgemeines .....                                                                                | 33 |
| C.2                                                                                                                                                                                            | Erstes Verfahren: Kalibriergase aus Druckgasbehältern.....                                       | 33 |
| C.3                                                                                                                                                                                            | Zweites Verfahren: Gasphasentitration .....                                                      | 33 |
| Anhang D (informativ) Beispiele für verschiedene Konvertertypen .....                                                                                                                          |                                                                                                  | 35 |
| D.1                                                                                                                                                                                            | Quarkonverter .....                                                                              | 35 |
| D.2                                                                                                                                                                                            | Niedrigtemperaturkonverter (Molybdän).....                                                       | 35 |
| D.3                                                                                                                                                                                            | Konverter aus nichtrostendem Stahl.....                                                          | 35 |
| Anhang E (informativ) Berechnung der Unsicherheit auf Grund der Angabe der Konzentration<br>für trockenes Gas und für Sauerstoffbezugsbedingungen .....                                        |                                                                                                  | 36 |
| E.1                                                                                                                                                                                            | Unsicherheit auf Grund der Angabe der Konzentration für trockenes Gas.....                       | 36 |
| E.2                                                                                                                                                                                            | Unsicherheit auf Grund der Angabe der Konzentration für Sauerstoffbezugsbedingungen....          | 38 |
| Anhang F (informativ) Beispiel für die Beurteilung der Übereinstimmung des<br>Chemilumineszenz-Verfahrens zur NO <sub>x</sub> -Bestimmung mit den Anforderungen an<br>Emissionsmessungen ..... |                                                                                                  | 40 |
| F.1                                                                                                                                                                                            | Allgemeines .....                                                                                | 40 |
| F.2                                                                                                                                                                                            | Elemente der Unsicherheitsbestimmung .....                                                       | 40 |
| F.2.1                                                                                                                                                                                          | Modellgleichung.....                                                                             | 40 |
| F.2.2                                                                                                                                                                                          | Kombinierte Unsicherheit.....                                                                    | 41 |
| F.2.3                                                                                                                                                                                          | Erweiterte Unsicherheit.....                                                                     | 42 |
| F.2.4                                                                                                                                                                                          | Ermittlung der Unsicherheitsbeiträge bei einer Rechteckverteilung.....                           | 43 |
| F.2.5                                                                                                                                                                                          | Ermittlung von Unsicherheitsbeiträgen unter Verwendung von<br>Empfindlichkeitskoeffizienten..... | 44 |
| F.3                                                                                                                                                                                            | Beispiel einer Unsicherheitsberechnung .....                                                     | 44 |
| F.3.1                                                                                                                                                                                          | Bedingungen am Messort .....                                                                     | 44 |
| F.3.2                                                                                                                                                                                          | Verfahrenskenngrößen .....                                                                       | 45 |
| F.3.3                                                                                                                                                                                          | Ergebnisse der Berechnung der Standardunsicherheiten.....                                        | 46 |
| F.3.4                                                                                                                                                                                          | Ermittlung der Unsicherheitsbeiträge .....                                                       | 47 |
| F.3.5                                                                                                                                                                                          | Ergebnisse der Unsicherheitsberechnung .....                                                     | 50 |
| F.3.5.1                                                                                                                                                                                        | Standardunsicherheiten .....                                                                     | 50 |
| F.3.5.2                                                                                                                                                                                        | Kombinierte Unsicherheit .....                                                                   | 52 |
| F.3.5.3                                                                                                                                                                                        | Erweiterte Unsicherheit .....                                                                    | 53 |
| F.3.5.4                                                                                                                                                                                        | Beurteilung der Einhaltung der geforderten Messqualität.....                                     | 53 |
| Anhang G (informativ) Beispiel zur Driftkorrektur der Daten .....                                                                                                                              |                                                                                                  | 54 |
| Anhang H (informativ) Signifikante technische Änderungen.....                                                                                                                                  |                                                                                                  | 55 |
| Literaturhinweise .....                                                                                                                                                                        |                                                                                                  | 56 |

## **Europäisches Vorwort**

Dieses Dokument (EN 14792:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ersetzt EN 14792:2005.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2017 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.

Anhang H enthält Details der signifikanten technischen Änderungen zwischen diesem Dokument und der vorherigen Ausgabe.

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, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt das Standardreferenzverfahren (SRM) auf Basis des Chemilumineszenz-Verfahrens zur Bestimmung der Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) in Abgasen, die aus Abgaskanälen in die Atmosphäre emittiert werden, fest. Es beinhaltet die Einrichtungen zur Probenahme und zur Probengasaufbereitung sowie das Analysegerät.

Diese Europäische Norm legt zu bestimmende Verfahrenskenngrößen und Mindestanforderungen fest, die von portablen automatischen Messeinrichtungen (P-AMS) auf Basis dieses Messverfahrens eingehalten werden müssen. Sie gilt für wiederkehrende Messungen und für die Kalibrierung oder Überprüfung von automatischen Messeinrichtungen (AMS), die aus gesetzgeberischen oder anderen Gründen stationär an einem Abgaskanal installiert sind.

Diese Europäische Norm legt Anforderungen zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Alternativverfahren (AM) mit dem Standardreferenzverfahren (SRM) durch Anwendung der EN 14793:2017 fest.

Diese Europäische Norm wurde in Feldversuchen an Abfallverbrennungsanlagen, Mitverbrennungsanlagen und Großfeuerungsanlagen sowie an einem anerkannten Prüfstand validiert. Sie wurde mit Probenahmedauern von 30 min für  $\text{NO}_x$ -Konzentrationen im Bereich von 0  $\text{mg}/\text{m}^3$  bis 1 300  $\text{mg}/\text{m}^3$  für Großfeuerungsanlagen und im Bereich von 0  $\text{mg}/\text{m}^3$  bis 400  $\text{mg}/\text{m}^3$  für Abfallverbrennungsanlagen, jeweils gemessen als  $\text{NO}_2$ , entsprechend den in der Richtlinie 2010/75/EU geforderten Emissionsgrenzwerten (ELV) validiert.

In den EU-Richtlinien wird der Grenzwert für  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ) gemessen als  $\text{NO}_2$  in Milligramm je Kubikmeter ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) für trockenes Gas bei einem Bezugssauerstoffgehalt und Normbedingungen (273 K und 101,3 kPa) angegeben.

**ANMERKUNG** Die Einzelheiten der Anlagen, die Bedingungen bei den Feldversuchen und die Werte der Wiederhol- und der Vergleichspräzision im Feld werden in Anhang A aufgeführt.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

EN 14793:2017, *Emissionen aus stationären Quellen — Nachweis der Gleichwertigkeit eines Alternativverfahrens mit einem Referenzverfahren*

EN 15259:2007, *Luftbeschaffenheit — Messung von Emissionen aus stationären Quellen — Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht*

EN 15267-4:2017, *Luftbeschaffenheit — Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen — Teil 4: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen für wiederkehrende Messungen von Emissionen aus stationären Quellen*

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

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 dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

**ANMERKUNG** In dieser Europäischen Norm wird  $\text{NO}_x$  als Summe von NO und  $\text{NO}_2$  definiert. Die Massenkonzentration von  $\text{NO}_x$  wird als äquivalente  $\text{NO}_2$ -Konzentration in Milligramm je Kubikmeter bei Normbedingungen angegeben.

#### 3.1

##### **Standardreferenzverfahren**

###### **SRM**

(en: standard reference method)

Referenzverfahren, dessen Anwendung in europäischen oder nationalen Gesetzen vorgeschrieben ist

[QUELLE: EN 15259:2007]

#### 3.2

##### **Referenzverfahren**

###### **RM**

(en: reference method)

per Konvention als Referenz verwendetes Messverfahren, das den anerkannten Referenzwert der Messgröße liefert

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Referenzverfahren ist vollständig beschrieben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Referenzverfahren kann ein manuelles oder ein automatisches Verfahren sein.

Anmerkung 3 zum Begriff: Alternativverfahren können verwendet werden, wenn die Äquivalenz zum Referenzverfahren nachgewiesen wurde.

[QUELLE: EN 15259:2007]

#### 3.3

##### **Messverfahren**

Verfahren, das schriftlich niedergelegt ist und alle Mittel und Anweisungen zur Probenahme und Analyse enthält, einschließlich Anwendungsbereich, Grundlagen und/oder Reaktionen, Definitionen, Einrichtungen, Anweisungen, Darstellung der Ergebnisse, anderer Anforderungen und Messbericht

[QUELLE: EN 14793:2017]

#### 3.4

##### **Alternativverfahren**

###### **AM**

(en: alternative method)

Messverfahren, das die in dieser Europäischen Norm festgelegten Kriterien in Bezug auf das Referenzverfahren einhält

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Alternativverfahren kann aus der Vereinfachung des Referenzverfahrens bestehen.

[QUELLE: EN 14793:2017]

#### 3.5

##### **Messeinrichtung**

Kombination aus Messgeräten und oft anderen Geräten sowie bei Bedarf Reagenzien und Versorgungseinrichtungen, die so angeordnet und angepasst sind, dass sie Information liefern, um Messwerte innerhalb bestimmter Intervalle für Größen bestimmter Arten zu erhalten

[QUELLE: JCGM 200:2012]

### 3.6

#### **automatische Messeinrichtung**

##### **AMS**

(en: automated measuring system)

Gesamtheit aller Messgeräte und zusätzlicher Einrichtungen zur Erzielung eines Messergebnisses

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Messeinrichtung gehören außer dem eigentlichen Messgerät (Analysator) Vorrichtungen zur Probenahme (z. B. Sonde, Probengasleitungen, Durchflussmessung und -regelung, Förderpumpe) und Probenaufbereitung (z. B. Staubfilter, Vorabscheider für Störkomponenten, Kühler, Konverter). Diese Definition beinhaltet auch Prüf- und Justiereinrichtungen, die zur Funktionsprüfung und gegebenenfalls zur Inbetriebnahme erforderlich sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „automatische Messeinrichtung“ (AMS) wird üblicherweise in Europa verwendet. Darüber hinaus wird im Vereinigten Königreich und in den Vereinigten Staaten von Amerika auch der Begriff „Einrichtung zur kontinuierlichen Emissionsüberwachung“ (CEMS) verwendet.

[QUELLE: EN 15267-4:2017]

### 3.7

#### **portable automatische Messeinrichtung**

##### **P-AMS**

(en: portable automated measuring system)

automatische Messeinrichtung, deren Zustand oder Gebrauch einen Transport von einem Messplatz zu einem anderen Messplatz erlaubt, um Messergebnisse über einen kurzen Messzeitraum zu ermitteln

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Messzeitraum beträgt für einen Tag üblicherweise 8 h.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine P-AMS kann am Messplatz für eine spezielle Anwendung eingerichtet werden, aber auch in einem Fahrzeug oder in einem Container eingebaut sein. Die Sonde und die Probengasleitungen werden häufig erst kurz vor Beginn der Messaufgabe installiert.

[QUELLE: EN 15267-4:2017]

### 3.8

#### **Kalibrierung**

Vorgehensweise, die unter festgelegten Bedingungen den Zusammenhang zwischen den Werten von Größen, die von einem Messverfahren oder einer Messeinrichtung angezeigt werden, und dem entsprechenden Wert der anzuwendenden Referenz liefert

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Falle von automatischen Messeinrichtungen (AMS), die stationär an Abgaskanälen eingebaut sind, ist die anzuwendende Referenz das Standardreferenzverfahren (SRM), das zur Ermittlung der Kalibrierfunktion der AMS verwendet wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: Kalibrierung sollte nicht mit der Justierung einer Messeinrichtung verwechselt werden.

### 3.9

#### **Justierung**

Satz von Tätigkeiten, die an einer Messeinrichtung durchgeführt werden, damit sie festgelegte Anzeigen liefert, die gegebenen Werten einer zu messenden Größe entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Justierung kann direkt am Gerät erfolgen oder mittels eines geeigneten Berechnungsverfahrens.

### 3.10

#### **Prüfgas am Referenzpunkt**

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

### 3.11

#### **Messgröße**

spezielle Größe, die Gegenstand einer Messung ist

[QUELLE: EN 15259:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messgröße ist eine quantifizierbare Eigenschaft des zu untersuchenden Abgases, beispielsweise die Massenkonzentration einer Messkomponente, die Temperatur, die Geschwindigkeit, der Massenstrom, der Sauerstoffgehalt und der Wasserdampfgehalt.

### 3.12

#### **Querempfindlichkeit**

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

### 3.13

#### **Einflussgröße**

Größe, die nicht Messgröße ist, jedoch das Messergebnis beeinflusst

Anmerkung 1 zum Begriff: Einflussgrößen sind beispielsweise die Gegenwart von Störkomponenten, die Umgebungstemperatur oder der Probengasdruck.

### 3.14

#### **Umgebungstemperatur**

Temperatur der das Messgerät umgebenden Luft

### 3.15

#### **Emissionsgrenzwert**

##### **ELV**

(en: emission limit value)

Grenzwert, der in rechtlichen Regelungen wie EU-Richtlinien, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften, Genehmigungen oder Zulassungen festgelegt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Emissionsgrenzwert kann als Konzentrationsbegrenzung auf der Basis von Halbstunden-, Stunden- oder Tagesmittelwerten oder als Massenstrombegrenzung auf der Basis von Stunden-, Tages-, Monats- oder Jahresmittelwerten angegeben werden.

### 3.16

#### **Messplatz**

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

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

[QUELLE: EN 15259:2007]

### 3.17

#### **Messquerschnitt**

zur Mittelachse des Abgaskanals senkrechte Fläche am Ort der Probenahme

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

[QUELLE: EN 15259:2007]

### 3.18

#### **Messöffnung**

Öffnung im Abgaskanal in der Verlängerung der Messachse, durch die das Abgas erreicht werden kann

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

[QUELLE: EN 15259:2007]

### 3.19

#### **Messachse**

durch die Innenwand des Abgaskanals begrenzte Linie im Messquerschnitt, auf der die Messpunkte liegen

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

[QUELLE: EN 15259:2007]

### 3.20

#### **Messpunkt**

Stelle im Messquerschnitt, an der der Teilvolumenstrom entnommen wird oder an der Messdaten direkt gewonnen werden

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

[QUELLE: EN 15259:2007]

### 3.21

#### **Verfahrenskenngröße**

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

### 3.22

#### **Einstellzeit**

Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt einer sprungförmigen Änderung der Eingangsgröße eines Messgeräts oder einer Messeinrichtung zwischen zwei festgelegten Größenwerten und dem Zeitpunkt, ab dem die entsprechende Anzeige innerhalb festgelegter Grenzen um ihren Beharrungswert bleibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Üblicherweise ist die Einstellzeit die Zeitspanne, die das Messsignal benötigt, um von 0 % auf 90 % seines Endwerts anzuwachsen.

### 3.23

#### **Kurzzeitdrift am Nullpunkt**

Unterschied zwischen zwei Anzeigewerten am Nullpunkt zu Beginn und am Ende des Messzeitraums

### 3.24

#### **Kurzzeitdrift am Referenzpunkt**

Unterschied zwischen zwei Anzeigewerten am Referenzpunkt zu Beginn und am Ende des Messzeitraums

### 3.25

#### **Lack-of-fit**

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Lack-of-fit kann eine Funktion des Messergebnisses sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Ausdruck „Lack-of-fit“ wird umgangssprachlich häufig durch „Linearität“ oder „Abweichung von der Linearität“ ersetzt.

### 3.26

#### **Wiederholpräzision im Laboratorium**

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Wiederholbedingungen umfassen:

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Wiederholpräzision kann quantitativ durch Kenngrößen der Streuung der Ergebnisse ausgedrückt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: In dieser Europäischen Norm wird die Wiederholpräzision als Wert beim 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

### 3.27

#### **Wiederholpräzision im Feld**

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bedingungen umfassen:

- dasselbe Messverfahren;
- zwei Messeinrichtungen, deren Leistung die Anforderungen des Messverfahrens bei Einsatz unter denselben Messbedingungen erfüllt;
- denselben Ort;
- Durchführung durch dasselbe Laboratorium;
- normalerweise die Berechnung für kurze Zeitspannen (z. B. 30 min), um den Einfluss durch Schwankungen von Einflussgrößen zu vermeiden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Wiederholpräzision kann quantitativ durch Kenngrößen der Streuung der Ergebnisse ausgedrückt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: In dieser Europäischen Norm wird die Wiederholpräzision unter Feldbedingungen als Wert beim 95%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

### 3.28

#### **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 zum Begriff: Diese Bedingungen heißen Vergleichbedingungen im Feld und umfassen:

- dasselbe Messverfahren;

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Vergleichpräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse ausgedrückt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: In dieser Europäischen Norm wird die Vergleichpräzision unter Feldbedingungen als ein Wert beim 95-%-Vertrauensniveau ausgedrückt.

### 3.29

#### **Verweildauer in der Messeinrichtung**

Dauer der Transportzeit des Probengases vom Sondeneinlass bis zum Messkammereinlass

### 3.30

#### **Umwandlungswirkungsgrad**

der prozentuale Anteil von NO<sub>2</sub> im Probengas, das in NO umgewandelt wird

### 3.31

#### **Unsicherheit**

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

### 3.32

#### **Standardunsicherheit**

$u$

Unsicherheit des Messergebnisses ausgedrückt als Standardabweichung

### 3.33

#### **kombinierte Unsicherheit**

$u_c$

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

### 3.34

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

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

### 3.35

#### **Unsicherheitsbilanz**

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

## 4 Symbole und Abkürzungen

### 4.1 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A(t_0)$             | (Anzeige des Analysegeräts nach Justierung bei $t_0$ am Referenzpunkt – Anzeige des Analysegeräts nach Justierung bei $t_0$ am Nullpunkt) / (Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt – Prüfgaskonzentration am Nullpunkt)                                                                                                                             |
| $B(t_0)$             | Anzeige des Analysegeräts nach Justierung bei $t_0$ am Nullpunkt;                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| $C$                  | gemessene Konzentration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| $C_{\text{corr}}$    | korrigierte gemessene Konzentration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| $\text{Drift}(A)$    | $\{[(\text{Anzeige des Analysegeräts während der Driftprüfung bei } t_{\text{end}} \text{ am Referenzpunkt} - \text{Anzeige des Analysegeräts während der Driftprüfung bei } t_{\text{end}} \text{ am Nullpunkt}) / (\text{Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt} - \text{Prüfgaskonzentration am Nullpunkt})] - A(t_0)\} / (t_{\text{end}} - t_0)$ |
| $\text{Drift}(B)$    | (Anzeige des Analysegeräts während der Driftprüfung bei $t_{\text{end}}$ am Nullpunkt – Anzeige des Analysegeräts nach Justierung bei $t_0$ am Nullpunkt) / $(t_{\text{end}} - t_0)$                                                                                                                                                                |
| $f$                  | Volumenanteil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| $k$                  | Erweiterungsfaktor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $M_{\text{mol}}$     | Molmasse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| $s_R$                | Vergleichstandardabweichung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| $s_{r,\text{limit}}$ | maximal zulässige Wiederholstandardabweichung                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| $t$                  | Zeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| $t_0$                | Zeitpunkt der Justierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| $t_{\text{end}}$     | Zeitpunkt der Driftprüfung am Ende des Messzeitraums                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| $u$                  | Standardunsicherheit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| $u_c$                | kombinierte Unsicherheit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| $U$                  | erweiterte Unsicherheit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| $V_{\text{mol}}$     | Molvolumen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

### 4.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| AM  | Alternativverfahren          |
| AMS | automatische Messeinrichtung |

|       |                                       |
|-------|---------------------------------------|
| P-AMS | portable automatische Messeinrichtung |
| PTFE  | Polytetrafluoroethylen                |
| PFA   | Perfluoralkoxy                        |
| SRM   | Standardreferenzverfahren             |

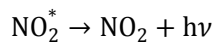
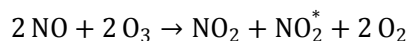
## 5 Grundlagen

### 5.1 Allgemeines

Diese Europäische Norm beschreibt das Standardreferenzverfahren (SRM) für die Probenahme und Bestimmung der Konzentration von NO<sub>x</sub> (NO und NO<sub>2</sub>) in Abgasen, die aus Abgaskanälen in die Luft emittiert werden, mittels automatischer Analysegeräte auf der Grundlage des Prinzips der Chemilumineszenz. Die spezifischen Komponenten und die Anforderungen an die Probenahmeeinrichtung und das Chemilumineszenz-Analysegerät werden in Abschnitt 6 und Abschnitt 7 festgelegt. Für das Analysegerät werden eine Reihe von Verfahrenskenngrößen zusammen mit Mindestanforderungen angegeben. Diese nach EN 15267-4:2017 ermittelten Verfahrenskenngrößen und die erweiterte Unsicherheit des Verfahrens müssen die in dieser Europäischen Norm angegebenen Mindestanforderungen erfüllen. Anforderungen und Empfehlungen zur Qualitätssicherung und Qualitätslenkung bei Messungen im Feld werden in Abschnitt 10 angegeben.

### 5.2 Messprinzip

Das Prinzip der Chemilumineszenz zur Messung von NO<sub>x</sub> beruht auf der nachstehenden Reaktion zwischen Stickstoffmonoxid und Ozon:



Ein Teil des NO<sub>2</sub>, das durch die Reaktion von NO mit O<sub>3</sub> gebildet wird, befindet sich in einem angeregten Zustand. Wenn diese NO<sub>2</sub>-Moleküle in den Grundzustand zurückkehren, können sie Licht aussenden, dessen Intensität vom NO-Gehalt abhängt und vom Druck sowie von der Anwesenheit anderer Gase beeinflusst wird.

In einem Chemilumineszenz-Analysegerät wird eine Gasprobe bei konstantem Volumenstrom in die Reaktionskammer des Analysegeräts geleitet, wo sie mit einem Ozonüberschuss nur zur Bestimmung von Stickstoffmonoxid vermischt wird. Die emittierte Strahlung (Chemilumineszenz) ist der in der Gasprobe anwesenden Menge NO proportional. Die abgegebene Strahlung wird mit selektiven optischen Filtern gefiltert und von einem Photomultiplier in ein elektrisches Signal umgewandelt.

Um den Gehalt an Stickstoffdioxid zu bestimmen, wird die Gasprobe durch einen Konverter geleitet, in dem das Stickstoffdioxid zu Stickstoffmonoxid reduziert und in der oben beschriebenen Weise gemessen wird. Das von Photomultiplier erhaltene elektrische Signal ist proportional der Summe der Konzentrationen von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid. Der Gehalt an Stickstoffdioxid wird aus der Differenz zwischen dieser Konzentration und der Konzentration von Stickstoffmonoxid allein (wenn die Gasprobe keinen Konverter durchlaufen hat) berechnet.

Wenn ein Zweikammer-Analysegerät verwendet wird, werden sowohl NO als auch NO<sub>x</sub> kontinuierlich bestimmt. Im Gegensatz dazu wird bei einem Einkammer-Analysegerät abwechselnd unbehandeltes Gas und Gas, das durch den Konverter gelaufen ist, der NO<sub>2</sub> zu NO reduziert, in die Reaktionskammer geleitet. Auf diese Weise werden NO und NO<sub>x</sub> abwechselnd bestimmt.

Chemilumineszenz-Analysegeräte sind mit Einrichtungen zur extraktiven Probenentnahme und zur Probengasaufbereitung verbunden. Eine Gasprobe wird über eine Probenahmesonde aus dem Abgaskanal entnommen und dem Analysegerät über die Probengasleitung und die Gasaufbereitungseinrichtung zugeführt. Die Messwerte des Analysegeräts werden aufgezeichnet und/oder mittels elektronischer Datenverarbeitung gespeichert.

Störung durch  $\text{CO}_2$  in der Gasprobe durch teilweises Unterdrücken (Quenching) der Chemilumineszenz ist möglich, besonders in Gegenwart von Wasserdampf. Das Ausmaß des Quenchings hängt von den  $\text{CO}_2$ - und  $\text{H}_2\text{O}$ -Konzentrationen sowie von der Art des Analysegerätes ab. Gegebenenfalls nötige Korrekturen dürfen zur Erhöhung der Präzision an den Ausgangssignalen des Analysegeräts vorgenommen werden, indem man entweder Korrekturkurven des Herstellers heranzieht oder mit Gasen kalibriert, die ungefähr die gleiche  $\text{CO}_2$ -Konzentration aufweisen wie das Probengas.

ANMERKUNG 1  $\text{NO}_x$ -Analysegeräte mit Vakuum-Chemilumineszenz erniedrigen den Quenchingfehler durch  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ .

ANMERKUNG 2 Eine Korrektur der  $\text{NO}_x$ -Konzentration kann nötig werden, wenn die  $\text{NH}_3$ -Konzentration höher ist als  $20 \text{ mg/m}^3$ .

In Abgasen konventioneller Feuerungsanlagen bestehen die Stickstoffoxide zu mehr als 95 % aus  $\text{NO}$ . Das übrige Oxid ist vorwiegend  $\text{NO}_2$ . Diese beiden Oxide ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ) werden zusammen mit  $\text{NO}_x$  bezeichnet.

Es sei angemerkt, dass bei anderen Prozessen das Verhältnis von  $\text{NO}$  zu  $\text{NO}_x$  anders sein kann und dass weitere Stickstoffoxide anwesend sein können.

## 6 Beschreibung der Messeinrichtung

### 6.1 Allgemeines

Ein Abgasvolumen wird während einer festgelegten Zeitspanne bei regeltem Volumenstrom aus dem Abgas entnommen. Die Probenahmeeinrichtung besteht aus folgenden Teilen:

- Probenahmesonde;
- Filter;
- Probengasleitung;
- Probengasaufbereitungseinrichtung.

Ein Filter entfernt den Staub aus dem entnommenen Volumen, bevor die Probe aufbereitet und in das Analysegerät geleitet wird.

Zur Probenahme und Probengasaufbereitung stehen verschiedene Anordnungen zur Verfügung, um Wasserdampfkondensation in der Messeinrichtung zu verhindern (siehe auch Anhang B).

Mögliche Anordnungen sind:

- Anordnung 1: Entfernung von Wasserdampf durch Kondensation mittels Kühler;
- Anordnung 2: Entfernung von Wasserdampf mittels Permeationstrockner;
- Anordnung 3: Verdünnung des zu untersuchenden Gases mit trockener, saubere Umgebungsluft oder Stickstoff;