

# DIN EN 14791:2017-05 (D)

## Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von Schwefeloxiden - Standardreferenzverfahren; Deutsche Fassung EN 14791:2017

---

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| Europäisches Vorwort.....                                    | 5     |
| 1 Anwendungsbereich.....                                     | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....                               | 6     |
| 3 Begriffe .....   | 7     |
| 4 Symbole und Abkürzungen .....                              | 12    |
| 4.1 Symbole .....  | 12    |
| 4.2 Abkürzungen .....  | 13    |
| 5 Grundlagen.....  | 13    |
| 5.1 Allgemeines.....   | 13    |
| 5.2 Messprinzip.....   | 14    |
| 6 Beschreibung der Messeinrichtung.....                      | 14    |
| 6.1 Reagenzien .....   | 14    |
| 6.1.1 Allgemeines.....                                       | 14    |
| 6.1.2 Wasserstoffperoxid .....                               | 14    |
| 6.1.3 Wasser.....  | 14    |
| 6.1.4 Absorptionslösung, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ..... | 14    |
| 6.1.5 Reagenzien für die chromatographische Analyse .....    | 15    |
| 6.1.6 Reagenzien für die Thorin-Analyse .....                | 15    |
| 6.2 Probenahmeeeinrichtung.....                              | 16    |
| 6.2.1 Allgemeines.....                                       | 16    |
| 6.2.2 Probenahmesonde.....                                   | 16    |
| 6.2.3 Filtergehäuse .....                                    | 17    |
| 6.2.4 Partikelfilter .....                                   | 17    |
| 6.2.5 Temperaturregler .....                                 | 17    |
| 6.2.6 Absorber.....  | 17    |
| 6.2.7 Probengaspumpe .....                                   | 18    |
| 6.2.8 Gasvolumenmessgerät.....                               | 18    |
| 6.3 Analysengeräte .....                                     | 18    |
| 6.3.1 Ionenchromatograph .....                               | 18    |
| 6.3.2 Thorin-Verfahren .....                                 | 19    |
| 7 Verfahrenskenngrößen des Standardreferenzverfahrens.....   | 20    |
| 7.1 Allgemeines.....   | 20    |
| 7.2 Verfahrenskenngrößen der Probenahmeeeinrichtung.....     | 20    |
| 7.3 Verfahrenskenngrößen des Analysenverfahrens.....         | 21    |
| 7.3.1 Unsicherheitsquellen .....                             | 21    |
| 7.3.2 Mindestanforderungen an die Analyse .....              | 22    |
| 7.4 Aufstellen der Unsicherheitsbilanz .....                 | 22    |
| 8 Feldbetrieb .....  | 23    |
| 8.1 Messplanung .....  | 23    |
| 8.2 Probenahmestrategie .....                                | 23    |
| 8.2.1 Allgemeines.....                                       | 23    |
| 8.2.2 Messstrecke und Messquerschnitt.....                   | 23    |
| 8.2.3 Mindestanzahl und Lage der Messpunkte .....            | 23    |
| 8.2.4 Messöffnungen und Messbühne .....                      | 24    |

|   |  |    |
|---|--|----|
| 8.3   | Zusammenbau der Probenahmeeinrichtung.....   | 24 |
| 8.4   | Beheizung der Probenahmeleitung.....   | 24 |
| 8.5   | Dichtheitsprüfung.....   | 24 |
| 8.6   | Durchführen der Probenahme.....  | 25 |
| 8.6.1   | Einführen der Probenahmesonde in den Abgaskanal.....                                   | 25 |
| 8.6.2   | Probenahme.....  | 25 |
| 8.6.3   | Spülen der Probenahmeeinrichtung und Vorbereitung der Proben.....                      | 25 |
| 8.7   | Messreihen.....  | 26 |
| 8.8   | Feldblindprobe.....  | 26 |
| 8.9   | Absorptionswirkungsgrad.....   | 26 |
| 8.9.1   | Allgemeines.....   | 26 |
| 8.9.2   | Prüfung des Absorptionswirkungsgrads.....  | 27 |
| 9   | Analyseverfahren.....  | 27 |
| 9.1   | Allgemeines.....   | 27 |
| 9.2   | Ionenchromatographisches Verfahren.....  | 27 |
| 9.2.1   | Allgemeines Verfahren.....   | 27 |
| 9.2.2   | Querempfindlichkeiten.....   | 28 |
| 9.2.3   | Kalibrierung.....  | 28 |
| 9.3   | Thorin-Verfahren.....  | 29 |
| 9.3.1   | Probenvorbehandlung vor der Analyse nach dem Thorin-Verfahren.....                     | 29 |
| 9.3.2   | Allgemeines Verfahren.....   | 29 |
| 9.3.3   | Herstellung der chemischen Blindprobenlösung.....                                      | 30 |
| 9.3.4   | Querempfindlichkeiten.....   | 30 |
| 10  | Berechnen der Ergebnisse.....  | 31 |
| 11  | Gleichwertigkeit des Thorin-Verfahrens mit dem ionenchromatographischen Verfahren..... | 33 |
| 11.1  | Allgemeines.....   | 33 |
| 11.2  | Gültigkeitsbereich.....  | 33 |
| 11.3  | Matrixeffekt.....  | 33 |
| 11.4  | Vergleich der Wiederholpräzision und der Richtigkeit.....                              | 33 |
| 12  | Gleichwertigkeit eines Alternativverfahrens.....                                       | 34 |
| 13  | Messbericht.....   | 34 |
| Anhang A (informativ) Validierung des Verfahrens im Feld.....   |  | 35 |
| A.1   | Allgemeines.....   | 35 |
| A.2   | Ringversuch für die Analytik.....  | 35 |
| A.3   | Feldversuche.....  | 36 |
| A.3.1   | Allgemeines.....   | 36 |
| A.3.2   | Eigenschaften der Anlagen.....   | 36 |
| A.3.3   | Bestimmungsgrenzen.....  | 37 |
| A.3.4   | Wiederhol- und Vergleichpräzision.....   | 37 |
| A.3.4.1   | Allgemeines.....   | 37 |
| A.3.4.2   | Wiederholpräzision.....  | 39 |
| A.3.4.3   | Vergleichpräzision.....  | 41 |
| A.3.5   | Absorptionswirkungsgrad.....   | 42 |
| Anhang B (informativ) Beispiele für Absorptionseinheiten.....   |  | 43 |
| Anhang C (informativ) Beispiel für die Bewertung der Übereinstimmung des<br>Standardreferenzverfahrens für SO <sub>2</sub> mit den Anforderungen an Emissionsmessungen..... |  | 44 |
| C.1   | Allgemeines.....   | 44 |
| C.2   | Elemente der Unsicherheitsbestimmung.....  | 44 |
| C.3   | Beispiel einer Unsicherheitsberechnung.....  | 44 |
| C.3.1   | Bedingungen am Messort.....  | 44 |
| C.3.2   | Verfahrenskenngrößen.....  | 45 |
| C.3.3   | Modellgleichung und Anwendung des Unsicherheitsfortpflanzungsgesetzes.....             | 47 |
| C.3.3.1   | SO <sub>2</sub> -Konzentration.....  | 47 |
| C.3.3.2   | Berechnung der kombinierten Unsicherheit von $V_{m,rel}$ und $C_m$ .....               | 48 |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| C.3.3.3   | Berechnung der Empfindlichkeitskoeffizienten.....  | 48        |
| C.3.3.4   | Ergebnisse der Berechnungen der Standardunsicherheiten .....                             | 49        |
| C.3.4   | Schätzung der kombinierten Unsicherheit.....   | 51        |
| <b>Anhang D (informativ) Probenahmeeinrichtungen .....</b>  |  | <b>52</b> |
| <b>Anhang E (normativ) Überprüfung der Gleichwertigkeit des Thorin-Verfahrens und des<br/>ionenchromabisgraphischen Verfahrens.....</b>                         |  | <b>53</b> |
| <b>Anhang F (informativ) Berechnung der Unsicherheit auf Grund der Angabe der Konzentration<br/>für trockenes Gas und für Sauerstoffbezugsbedingungen .....</b> |  | <b>62</b> |
| F.1   | Unsicherheit auf Grund der Angabe der Konzentration für trockenes Gas .....              | 62        |
| F.2   | Unsicherheit auf Grund der Angabe der Konzentration für Sauerstoffbezugsbedingungen..... | 64        |
| <b>Anhang G (informativ) Signifikante technische Änderungen.....</b>  |  | <b>66</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>  |  | <b>67</b> |