

E DIN EN 1948-5:2026-06 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2026-05-15

Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxinähnlichen PCB - Teil 5: Langzeitprobenahme von PCDD/PCDF/PCB; Deutsche und Englische Fassung prEN 1948-5:2026

Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs - Part 5: Long-term sampling of PCDDs/PCDFs/PCBs; German and English version prEN 1948-5:2026

| Inhalt | Seite |
|---|-------|
| Europäisches Vorwort..... | 10 |
| Einleitung | 11 |
| 1 Anwendungsbereich..... | 13 |
| 2 Normative Verweisungen | 13 |
| 3 Begriffe | 14 |
| 4 Symbole und Abkürzungen | 17 |
| 4.1 Allgemeines..... | 17 |
| 4.2 Polychlorierte Biphenyle, polychlorierte Dibenzodioxine und polychlorierte Dibenzofurane..... | 18 |
| 5 Prinzip der PCDD/PCDF/PCBLangzeitprobenahme | 18 |
| 5.1 Allgemeines..... | 18 |
| 5.2 Langzeitprobenahme, die auf dem Filter/Kühler-Verfahren basiert..... | 19 |
| 5.3 Langzeitprobenahme, die auf dem Verdünnungsverfahren basiert..... | 20 |
| 5.4 Langzeitprobenahme, die auf dem Gekühltes-Absaugrohr-Verfahren basiert..... | 20 |
| 6 Probenahmegeräte und Materialien..... | 21 |
| 6.1 Probenahmegeräte | 21 |
| 6.1.1 Allgemeines..... | 21 |
| 6.1.2 Bestandteile der Probenahmeapparatur | 21 |
| 6.1.3 Automatische Steuereinrichtung | 21 |
| 6.1.4 Geräte zur Messung der Gasparameter..... | 22 |
| 6.2 Materialien | 22 |
| 7 Mindestanforderungen an Langzeit-Probenahmeverfahren für PCDD/PCDF/PCB | 22 |
| 7.1 Zertifizierung des Langzeit-Probenahmesystems | 22 |
| 7.2 Validierung der Installation: korrekte Funktionsweise an jeder Anlage, (vom Anlagenbetreiber sicherzustellen)..... | 25 |
| 7.2.1 Langzeit-Probenahmesysteme für PCDD/PCDF/PCB unter Verwendung von im Labor vorbereiteten Probenahmeeinheiten..... | 25 |
| 7.2.2 Mindestanforderungen an den Aufbau | 25 |
| 7.2.3 Mindestanforderungen an die Auswahl des Probenahmepunkts | 26 |
| 7.2.4 Mindestanforderungen an die Probenahme | 26 |
| 7.3 Mindestanforderungen an den laufenden Betrieb jeder Anlage, die in regelmäßigen Zeitabständen vom Anlagenbetreiber zu erfüllen sind | 31 |
| 7.3.1 Regelmäßige Überprüfung..... | 31 |
| 7.3.2 Reinigung der der Probenahmeeinheit vorgeschalteten Bestandteile..... | 31 |
| 7.3.3 Wartung..... | 31 |
| 8 Qualitätssicherung..... | 33 |
| 8.1 Allgemeines..... | 33 |

| | | |
|--------|---|----|
| 8.2 | Qualitätssicherung in Bezug auf die Probenahmeinheit..... | 33 |
| 8.2.1 | Dichtheitsprüfung..... | 33 |
| 8.2.2 | Feldblindversuch..... | 33 |
| 8.3 | Qualitätssicherung in Bezug auf das Probenahmevervolumen..... | 34 |
| 8.3.1 | Anfängliche Qualitätssicherung | 34 |
| 8.3.2 | Laufende Qualitätssicherung vor Ort | 34 |
| 8.4 | Qualitätssicherung in Bezug auf die isokinetische Probenahme | 34 |
| 8.5 | Qualitätssicherung in Bezug auf die Abgasbedingungen (O ₂ , Temperatur, Druck, Feuchte)..... | 35 |
| 9 | Analysenverfahren | 35 |
| 9.1 | Allgemeines..... | 35 |
| 9.2 | Extraktion der Probe | 36 |
| 9.3 | Reinigung (Clean up) und Aufteilung des Probenextrakts | 36 |
| 9.4 | Identifizierung und Quantifizierung..... | 38 |
| 9.5 | Berechnung der Wiederfindungsraten der Extraktionsstandards..... | 39 |
| 9.6 | Berechnung der Ergebnisse..... | 39 |
| 10 | Schätzung der Unsicherheit des Verfahrens | 40 |
| 10.1 | Allgemeines..... | 40 |
| 10.2 | Bestandteile, die für die Unsicherheitsbestimmungen erforderlich sind | 40 |
| 10.2.1 | Modellgleichung und Parameter | 40 |
| 10.2.2 | Erweiterte Unsicherheit..... | 43 |
| 11 | Bericht | 43 |
| 11.1 | Probenahme-, Analysen- und Feldblindwertbericht..... | 43 |
| 11.2 | Halbstündliche Aufzeichnung | 45 |
| 11.3 | Aufzeichnung der Unterbrechungen..... | 46 |
| | Anhang A (normativ) Übersicht der Mindestanforderungen | 47 |
| | Anhang B (normativ) Reinigungsverfahren | 49 |
| | Anhang C (normativ) Mindestanforderungen und Prüfprozedur für die Zertifizierung..... | 52 |
| C.1 | Allgemeiner Zusammenhang mit anderen Normen..... | 52 |
| C.2 | Allgemeine Anforderungen..... | 52 |
| C.2.1 | Anwendung der Mindestanforderungen | 52 |
| C.2.2 | Zertifizierungsbereiche..... | 52 |
| C.3 | Mindestanforderungen an alle PCDD/PCDF/PCB-Langzeit-Probenahmesysteme für die Laborprüfung..... | 52 |
| C.3.1 | Mindestanforderungen an die automatische isokinetische Steuerung..... | 52 |
| C.3.2 | Anforderungen von EN 152673 | 52 |
| C.4 | Mindestanforderungen an alle PCDD/PCDF/PCB-Langzeit-Probenahmesysteme für die Feldprüfung..... | 53 |
| C.4.1 | Mindestanforderungen an die automatische isokinetische Steuerung..... | 53 |
| C.4.2 | Fall der Langzeitprobenahme | 53 |
| C.4.3 | Statusinformationen | 53 |
| C.4.4 | Verfügbarkeit | 53 |
| C.4.5 | Vergleichpräzision..... | 53 |
| C.4.6 | Automatische Nachjustiereinheit | 54 |
| C.4.7 | Verlust der zu bestimmenden PCDD/PCDF/PCB in der Probenahmeleitung..... | 54 |
| C.4.8 | Anzahl der zu bestimmenden Werte..... | 54 |
| C.4.9 | Kennzeichnung | 54 |
| C.4.10 | Lagerfähigkeit | 54 |
| C.4.11 | Blindwert..... | 54 |
| C.4.12 | Zusammenhang mit den Anlagenbedingungen..... | 54 |
| C.4.13 | Isokinetische Probenahme | 55 |
| C.4.14 | Wesentliche Kenndaten | 55 |
| C.5 | Berichterstattung über die Zertifikate für das Langzeit-Probenahmesystem | 55 |
| | Anhang D (informativ) Beispiele für Geräte und Betrieb von Langzeit-Probenahmesystemen..... | 57 |

| | | |
|---|---|----|
| D.1 | Filter/Kühler-Verfahren | 57 |
| D.1.1 | Zusammenfassung der konstruktiven Ausführung der Apparatur | 57 |
| D.1.2 | Position der Dotierung | 58 |
| D.1.3 | Zusammenbauverfahren..... | 58 |
| D.1.4 | Verfahren für Dichtheitsprüfung | 58 |
| D.1.5 | Probenahme..... | 59 |
| D.1.6 | Prüfung des Gasflusses | 59 |
| D.1.7 | Automatische Funktionen des Langzeit-Probenahmesystems..... | 59 |
| D.2 | Verdünnungsverfahren | 59 |
| D.2.1 | Zusammenfassung der konstruktiven Ausführung der Apparatur | 59 |
| D.2.2 | Position der Dotierung | 61 |
| D.2.3 | Montageverfahren..... | 61 |
| D.2.4 | Verfahren für Dichtheitsprüfung | 62 |
| D.2.5 | Probenahme..... | 62 |
| D.2.6 | Regelung des Probengasstroms..... | 62 |
| D.2.7 | Automatische Funktionen bei der Langzeitprobenahme..... | 63 |
| D.3 | Gekühltes-Absaugrohr-Verfahren | 63 |
| D.3.1 | Zusammenfassung der konstruktiven Ausführung der Apparatur | 63 |
| D.3.2 | Position der Dotierung | 65 |
| D.3.3 | Durchführung des Verfahrens..... | 66 |
| D.3.4 | Verfahren für die Dichtheitsprüfung | 66 |
| D.3.5 | Probenahme..... | 66 |
| D.3.6 | Regelung des isokinetischen Volumenstroms | 66 |
| D.3.7 | Automatische Funktionen des Langzeit-Probenahmesystems..... | 66 |
| Anhang E (informativ) Grundlagen der isokinetischen Probenahme | | 68 |
| E.1 | Allgemeines | 68 |
| E.2 | Fehler (ϵ) bei nicht-isokinetischer Probenahme abhängig vom Partikel Durchmesser..... | 69 |
| E.3 | Einfluss der Langzeitprobenahme auf das Erreichen der isokinetischen Probenahme | 69 |
| E.4 | Verfahren | 70 |
| E.5 | Parameter, die die Messung der Gasgeschwindigkeit beeinflussen und eine regelmäßige Kalibrierung und Überprüfung des Geräts erfordern | 72 |
| E.5.1 | Pitot-Konstante α | 72 |
| E.5.2 | Differenzdruck Δp | 72 |
| E.5.3 | Abgastemperatur T_c und statischer Druck p_s | 73 |
| E.5.4 | Weitere Parameter | 73 |
| Anhang F (informativ) Beispiel für eine Bestimmung des repräsentativen Probenahmepunkts | | 75 |
| Anhang G (informativ) Schätzung der Unsicherheit der mit einem Langzeit-Probenahmesystem gemessenen PCDD/PCDF-Konzentrationen | | 78 |
| G.1 | Allgemeines | 78 |
| G.2 | Analyse des Messprozesses und mathematische Modellierung..... | 78 |
| G.2.1 | Gleichungen zur Berechnung der Konzentration jedes der PCDD/PCDF-Kongenere..... | 78 |
| G.2.2 | Bestimmung des mit einem Volumenmessgerät entnommenen Probengasvolumens | 79 |
| G.2.3 | Fehlerquellen..... | 80 |
| G.3 | Anwendung des Unsicherheitsfortpflanzungsgesetzes | 81 |
| G.3.1 | PCDD/PCDFGesamtkonzentration..... | 81 |
| G.3.2 | Bestimmung des mit einem Volumenmessgerät entnommenen Gasvolumens | 81 |
| G.4 | Berechnung von Typunsicherheiten | 82 |
| G.4.1 | Berechnung der Konzentration jedes der betrachteten PCDD/PCDFKongenere..... | 82 |
| G.4.2 | PCDD/PCDFGesamtkonzentration..... | 82 |
| G.4.3 | Bestimmung des mit einem Volumenmessgerät entnommenen Gasvolumens | 83 |
| G.5 | Berechnung der erweiterten Unsicherheit | 85 |
| G.6 | Beispiel für digitale Anwendung: Messung der Dioxin/Furan-Konzentration | 85 |
| G.6.1 | Spezifische Bedingungen vor Ort | 85 |
| G.6.2 | Leistungskenngrößen des Verfahrens | 87 |
| G.6.3 | Berechnung der Konzentration | 88 |
| G.6.4 | Berechnung der Standardunsicherheiten | 89 |

| | | |
|---|---|----|
| G.6.5 | Berechnungsbeispiel der erweiterten Unsicherheit, die mit Konzentration verknüpft ist..... | 90 |
| Anhang H (informativ) Beispiel für die Berechnung von Messergebnissen bei Normbedingungen 91 | | |
| H.1 | Allgemeines..... | 91 |
| H.2 | Volumenstrom des trockenen Gases bei Normbedingungen..... | 91 |
| Anhang I (normativ) Anpassung der maximalen Abweichung in Bezug auf die PCDD/PCDF/PCBKonzentration 93 | | |
| Anhang J (informativ) Validierungsergebnisse 95 | | |
| J.1 | Voraussetzung und Annahmen..... | 95 |
| J.2 | Ergebnisse | 96 |
| J.3 | Zusammenfassung | 97 |
| Anhang K (informativ) Wesentliche Änderungen zwischen diesem Dokument prEN 1948-5:2026 and der vorherigen Ausgabe CEN/TS 1948-5:2015 bei der Überführung der TS in EN 98 | | |
| Literaturhinweise 102 | | |
| Bilder | | |
| Bild 1 | — Schematische Darstellung des Langzeit-Probenahmesystems, das auf dem Filter/Kühler-Verfahren basiert | 20 |
| Bild 2 | — Schematische Darstellung des Langzeit-Probenahmesystems, das auf dem Verdünnungsverfahren basiert | 20 |
| Bild 3 | — Schematische Darstellung des Langzeit-Probenahmesystems, das auf dem Gekühltes-Absaugrohr-Verfahren basiert..... | 20 |
| Bild D.1 | — Schematische Darstellung von Dioxin Emission Control System® (Filter/Kühler-Verfahren)..... | 58 |
| Bild D.2 | — Schematische Darstellung von DioxinMonitoringSystem® (Verdünnungsverfahren) | 60 |
| Bild D.3 | — Probenahmeeinheit von DioxinMonitoringSystem® / GT90 Dioxin+® | 61 |
| Bild D.4 | — Schematische Darstellung des AMESA® D Systems® (Gekühltes-Absaugrohr-Verfahren)..... | 64 |
| Bild E.1 | — Auswirkung von unter-isokinetischen und über-isokinetischen Probenahmebedingungen auf große und kleine Partikel im Vergleich zu isokinetischen Probenahmebedingungen | 68 |
| Bild E.2 | — Abhängigkeit des Probenahmefehlers (ϵ) aufgrund der nicht-isokinetischen Probenahme vom Partikeldurchmesser | 69 |
| Bild E.3 | — Schematisches Beispiel einer isokinetischen Probenahme..... | 73 |
| Bild I.1 | — Grafische Darstellung der maximalen Abweichung in Abhängigkeit von der Konzentration..... | 94 |
| Bild J.1 | — Vergleich von Probenpaaren (ID) in Abhängigkeit von ihrer Überlappung (O) und Nichtüberlappung (N), unter Verwendung einer kombinierten Unsicherheit von 35 %. Schwarz: Langzeitprobenahme, grau: Kurzzeitprobenahme..... | 96 |
| Bild J.2 | — Relative Genauigkeit r_A (in %) für Gesamt-I-TEQ und für jedes Kongener..... | 97 |

Tabellen

| | |
|--|-----------|
| Tabelle 1 — Übersicht über allgemeine Anforderungen an konstruktive Ausführung und Leistungsfähigkeit | 32 |
| Tabelle 2 — Parameter für die Qualitätssicherung in Bezug auf die Abgasbedingungen | 35 |
| Tabelle 3 — ¹³C₁₂-markierte 2,3,7,8-chlorsubstituierte PCDD/PCDF-Kongenere, die der Probe in verschiedenen Stufen des Langzeit-Probenahmeverfahrens hinzuzufügen sind Beispiel für eine Konzentration von 0,05 ng I-TEQ/m³ unter Annahme eines Probenahmevervolumens von 250 m³ | 37 |
| Tabelle 4 — ¹³C₁₂-markierte PCB-Kongenere, die der Probe in verschiedenen Stufen des Langzeit-Probenahmeverfahrens hinzuzufügen sind Beispiel für eine Konzentration von 0,005 ng WHO-TEQ_{PCB}/m³ unter Annahme eines Probenahmevervolumens von 250 m³ | 38 |
| Tabelle 5 — Für das Berechnen der Unsicherheiten identifizierte Parameter | 41 |
| Tabelle A.1 — Übersicht zu Mindestanforderungen..... | 47 |
| Tabelle E.1 — Ansauggeschwindigkeiten bei Veränderung der Sondendurchmesser und die isokinetische Steuerung entsprechend dem gewählten Sondendurchmesser | 70 |
| Tabelle F.1 — Beispiele für den Flächenbedarf von Messbühnen | 75 |
| Tabelle F.2 — Beispiel zum Auffinden des günstigsten Probenahmepunkts für dauerhaft installierte Langzeitmesssysteme | 76 |
| Tabelle F.3 — Berechnung für den günstigsten Probenahmepunkt | 77 |
| Tabelle G.1 — Schätzung der Standardabweichung | 84 |
| Tabelle G.2 — Messbedingungen | 86 |
| Tabelle G.3 — Temperatur an der Gasuhr | 86 |
| Tabelle G.4 — Relativer Druck und absoluter Druck an der Gasuhr..... | 86 |
| Tabelle G.5 — Analysenergebnisse | 86 |
| Tabelle G.6 — Leistungskenngrößen des Verfahrens | 87 |
| Tabelle G.7 — Konzentrationen der einzelnen Kongenere und die Gesamtkonzentration bei Standardbedingungen von Temperatur und Druck, trockenes Abgas..... | 88 |
| Tabelle G.8 — Berechnung der Standardunsicherheiten $u(V_d)$, $u(T_d)$, $u(P_{atm})$, $u(P_{rel})$..... | 89 |
| Tabelle I.1 — Maximale Abweichung der Ergebnisse des Langzeit-Probenahmesystems in Abhängigkeit von der mit dem Kurzzeitprobenahmeverfahren ermittelten absoluten Konzentration | 93 |
| Tabelle K.1 — Einzelheiten der wesentlichen Änderungen zwischen diesem Dokument prEN 1948-5:2026 und der vorherigen Ausgabe CEN/TS 1948-5:2015 bei der Überführung von TS in EN | 98 |