

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 Probenahmeeinheit.....	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 Probenahmevolument 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 Probenahmevolument 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