

DIN EN 1948-2

ICS 13.040.40

Einsprüche bis 2004-03-31
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1948-2:1997-05

Entwurf

**Emissionen aus stationären Quellen –
Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und
dioxin-ähnlichen PCB –
Teil 2: Extraktion und Reinigung von PCDD/PCDF;
Deutsche Fassung prEN 1948-2:2003**

Stationary source emissions –
Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs –
Part 2: Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs;
German version prEN 1948-2:2003

Émissions de sources fixes –
Détermination de la concentration massique en PCDDs/PCDFs et PCBs de type dioxine –
Partie 2: Extraction et purification de PCDDs/PCDFs;
Version allemande prEN 1948-2:2003

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an krdl@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, 40002 Düsseldorf (Hausanschrift: Robert-Stolz-Str. 5, 40470 Düsseldorf).

Gesamtumfang 36 Seiten

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



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

Nationales Vorwort

Der europäische Norm-Entwurf prEN 1948-2:2003 wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe 1 „Dioxine (Emission)“ (Sekretariat und Obmannschaft: Deutschland) des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: Deutschland) unter intensiver Mitwirkung deutscher Experten, die von der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss benannt worden sind, erarbeitet.

Für die im Inhalt zitierten Technischen Regeln wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

EN 1948-1 siehe E DIN EN 1948-1

EN 1948-3 siehe E DIN EN 1948-3

Änderungen

- Gegenüber DIN EN 1948-2:1997-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:
- **Titel:** Erweiterung des Titels in Hinblick auf die zukünftige EN 1948-4 zur Bestimmung von dioxinähnlichen PCB
- **Vorwort:** Streichung aller Vorgängerdokumente, die als Grundlage bei der Erstellung der EN 1948 gedient haben sowie der Aufstellung der an der Normenerstellung beteiligten Normungsinstitute
- **Vorwort:** Aktualisierung des Hinweises zur Mandatierung der Norm und zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der EU-Direktiven 94/67/EC und 2000/76/EC.
- **Normative Verweisungen:** Aktualisierung der Verweise auf EN 1948-2:2003, EN 1948-3:2003.
- **Normative Verweisungen:** Verweis auf EN 13284-1:2001 zur Staubprobenahme anstelle ISO 9096, daher ersatzlose Streichung sämtlicher Verweise auf ISO 9096 und Ersatz durch EN 13284-1:2001.
- **Abschnitt 3 Begriffe:** Unterscheidung zwischen Abschnitt 3 „Begriffe“ und Abschnitt 4 „Symbole und Abkürzungen“, daraus ergibt sich eine veränderte Nummerierung der folgenden Kapitel.
- **Abschnitt 3:** Zusätzlicher Literaturhinweis auf ISO 6879:1995
- **Abschnitt 3:** Korrigierte Definition des „Blindwertes“ zur Verdeutlichung.
- **Abschnitt 3:** Korrigierte Definition des „Extraktionsblindwertes“ zur Verdeutlichung.
- **Abschnitt 3:** Korrigierte Definition des „Probenahmestandards“: nur Furane.
- **Abschnitt 3:** Umbenennung „Spritzenstandard“ in „Wiederfindungsstandard“
- **Abschnitt 3:** Korrigierte Definition des „Wiederfindungsstandards“: nur Dioxine.
- **Abschnitt 3:** Zusätzliche Definition von „dioxin-ähnlichen PCB“
- **Umbenennung:** „Probenvolumen“ in „Volumen des Probenextraktes“
- **Abschnitt 4 Symbole und Abkürzungen:** Streichung der Abkürzung GC/MS, Ersatz durch die eingesetzten HRGC/HRMS
- **Abschnitt 4:** Zusätzliche Abkürzung PCB
- **Abschnitt 5. Prinzip des Extraktions- und Reinigungsverfahrens:** Zusätzlicher Abschnitt 5.2 „Mindestinformationen vor der Analyse“
- **Abschnitt 7.2 Methodenvvalidierung Probenvorbehandlung:** Korrektur der Anforderungen an die Probenvorbehandlung zur besseren Verständlichkeit
- **Abschnitt 8.1 Zugabe der Extraktionsstandards:** Korrektur zur besseren Verständlichkeit
- **Abschnitt 8.2 Lagerung:** Anforderung, die Proben unter 4 °C zu lagern, wurde gestrichen, und durch Lagerung bei Zimmertemperatur (etwa 25 °C) oder darunter ersetzt.
- **Abschnitt 8.3 Extraktion:** Anforderung, grundsätzlich eine Probenbehandlung mit HCl durchzuführen, wurde an erste Position gesetzt.
- **Anhang A.1.1.4.4:** Korrektur der Überschrift: „Prüfung der Adsorbensaktivität“
- **Anhang A.3.2:** Korrektur: die dioxin-ähnlichen (nicht die planaren) PCB werden von den PCDD/F getrennt
- **Bild A4 Legende:** Korrektur: dioxin-ähnliche PCB (nicht planare PCB) werden adsorbiert
- **Anhang ZA:** Aktualisierung des Hinweises zur Mandatierung der Norm und zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der EU-Direktiven 94/67/EC und 2000/76/EC.
- **Literaturhinweise:** Aktualisierung der Literaturhinweise

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

E DIN EN 1948, *Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxinähnlichen PCB — Teil 1: Probenahme; Deutsche Fassung prEN 1948-1:2003.*

EN DIN EN 1948-3, *Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxinähnlichen PCB — Teil 3: Identifizierung und Quantifizierung von PCDD/PCDF; Deutsche Fassung prEN 1948-3:2003.*

VDI 3498 Blatt 1:2002-07, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluft — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen: Verfahren mit großem Filter.*

VDI 3498 Blatt 2:2002-07, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluft — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen: Verfahren mit kleinem Filter.*

VDI 3499 Blatt 1:2003-07, *Messen von Emissionen — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen (PCDD) und Dibenzofuranen (PCDF) — Verdünnungsmethode; Ausführungsbeispiel zur DIN EN 1948 im Konzentrationsbereich $< 0,1 \text{ ng I-TEQ/m}^3$ und Ergänzung für den Konzentrationsbereich $> 0,1 \text{ ng I-TEQ/m}^3$; Bestimmung in Filterstaub, Kesselasche und Schlacken.*

E VDI 3499 Blatt 2:2001-01, *Messen von Emissionen — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen (PCDD) und Dibenzofuranen (PCDF) — Filter-/Kühler-Methode; Ausführungsbeispiel zur DIN EN 1948 im Konzentrationsbereich $< 0,1 \text{ ng I-TEQ/m}^3$ und Ergänzung für den Konzentrationsbereich $> 0,1 \text{ ng I-TEQ/m}^3$.*

E VDI 3499 Blatt 3:2001-01, *Messen von Emissionen — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen (PCDD) und Dibenzofuranen (PCDF) — Gekühltes-Absaugrohr-Methode; Ausführungsbeispiel zur DIN EN 1948 im Konzentrationsbereich $< 0,1 \text{ ng I-TEQ/m}^3$ und Ergänzung für den Konzentrationsbereich $> 0,1 \text{ ng I-TEQ/m}^3$.*

— *Leerseite* —

Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB — Teil 2: Extraktion und Reinigung von PCDD/PCDF

Émissions de sources fixes — Détermination de la concentration massique en PCDDs/PCDFs et PCBs de type dioxine — Partie 2 : Extraction et purification de PCDDs/PCDFs

Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs — Part 2: Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	6
5 Prinzip des Extraktions- und Reinigungsverfahrens	7
6 Geräte, Materialien und ¹³C₁₂-markierte Standards	8
7 Verfahrensvalidierung und Qualitätsprüfungsanforderungen	9
8 Probenvorbehandlung und Extraktion	10
9 Report	12
Anhang A (informativ) Ausführungsbeispiele für Extraktions- und Reinigungsverfahren	13
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen.....	31
Literaturhinweise	32

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1948-2:2003) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 94/67/EC vom 16. Dezember 1994 [1] über die Verbrennung gefährlicher Abfälle und der EU-Richtlinie 2000/76/EC vom 4. Dezember 2000 über die Verbrennung von Abfällen [2].

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Die Präzision und die Verfahrenskenngrößen wurden in vier Vergleichs- und Validierungsversuchsreihen an Müllverbrennungsanlagen bestimmt, die von der Europäischen Kommission, der Europäischen Freihandelszone und dem deutschen Umweltbundesamt finanziell unterstützt wurden.

Diese Europäische Norm EN 1948:2003 besteht aus drei Teilen, die die Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD und PCDF in Emissionen aus stationären Quellen behandeln:

Teil 1: Probenahme

Teil 2: Extraktion und Reinigung

Teil 3: Identifizierung und Quantifizierung

Alle drei Teile werden für die Ausführung von Dioxinmessungen benötigt.

Einleitung

Als polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) werden zwei Gruppen verwandter chlorierter aromatischer Ether bezeichnet; sie setzen sich aus insgesamt 210 einzelnen Substanzen (Kongenere) zusammen: 75 PCDD und 135 PCDF.

PCDD und PCDF können sich bei der Verbrennung organischen Materials bilden; sie treten auch als unerwünschte Nebenprodukte bei der Herstellung oder Weiterverarbeitung chlorierter organischer Chemikalien auf. PCDD/PCDF gelangen über diese Emissionspfade und durch die Anwendung kontaminierter Materialien in die Umwelt. Sie sind in sehr geringen Konzentrationen überall vorhanden. Die 2,3,7,8-chlorsubstituierten Kongenere sind toxikologisch signifikant. Von wesentlich geringerer toxikologischer Bedeutung als die tetra- bis octachlorierten Dibenzodioxine/Dibenzofurane sind die 74 mono- bis trichlorierten homologen Dibenzodioxine/Dibenzofurane (Toxizitätsäquivalentfaktoren, siehe EN 1948-1:2003, Anhang A).

Nur qualifiziertes Bedienungspersonal, das im Umgang mit hochtoxischen Verbindungen Erfahrung hat, sollte das in dieser Europäische Norm beschriebene Verfahren anwenden.

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil dieser Norm legt das Extraktions- und Reinigungsverfahren für die gesammelten PCDD/PCDF fest. Er ist integraler Bestandteil des vollständigen Messverfahrens. Die Anwendung der anderen beiden Teile EN 1948-1:2003 und EN 1948-3:2003, die die Probenahme bzw. die Identifizierung und Quantifizierung beschreiben, ist notwendig für die Bestimmung der PCDD und PCDF.

Diese Norm ist für die Messung von PCDD/PCDF-Emissionskonzentrationen von stationären Quellen im Bereich von 0,1 ng I-TEQ/m³ konzipiert.

In dieser Norm werden sowohl die Verfahrensvalidierung als auch ein Rahmen für die Qualitätskontrollanforderungen, die von allen anzuwendenden Verfahren zur Extraktion und Reinigung der PCDD/PCDF erfüllt werden müssen, festgelegt. Einige Verfahren werden im Anhang A als Beispiele erprobter Verfahren ausführlich beschrieben.

Zur Vervollständigung des Messverfahrens kann jedes der drei Probenahmeverfahren (Teil 1) mit der Extraktion und Reinigung (Teil 2) und Identifizierung und Quantifizierung (Teil 3) kombiniert werden.

Anhand von Vergleichsmessungen an städtischen Müllverbrennungsanlagen bei einer PCDD/PCDF-Emission von 0,1 ng I-TEQ/m³ wurden diese drei Verfahren innerhalb des erwarteten Unsicherheitsbereiches für gleichwertig erachtet. Die Validierungsmessungen wurden im Abgas von städtischen Müllverbrennungsanlagen im PCDD/PCDF-Emissionsbereich von etwa 0,1 ng I-TEQ/m³ und einer Staubbeladung von 1 mg/m³ bis 15 mg/m³ durchgeführt.

Grundsätzlich ist es nicht möglich, die Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Emissionsmessungen zu beurteilen. Die Internen und Externen Streuungen wurden für den betrachteten Prozess im Anschluss an die Validierungsmessungen berechnet und sind im Abschnitt 14 von EN 1948-3:2003 wiedergegeben. Diese Streuungen geben einen Hinweis auf die bei der Anwendung dieser Norm ermittelten Streuungen und sollten bei der Ergebnisangabe berücksichtigt werden.

Das in den drei Teilen der EN 1948:2003 beschriebene Verfahren legt Anforderungen für die Bestimmung der 17 Kongenere fest, die zur Berechnung des Gesamt-I-TEQ benötigt werden (siehe Tabelle A.1 von EN 1948-1:2003).

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 1948-1:2003, *Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs — Part 1: Sampling.*

EN 1948-3:2003, *Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs — Part 3: Identification and quantification of PCDDs/PCDFs.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 1948-1:2003 und EN 1948-3:2003 angegebenen und die folgenden Begriffe.

3.1

Dotieren

Zugabe $^{13}\text{C}_{12}$ -markierter PCDD- und PCDF-Standards

3.2

isokinetische Probenahme

Probenahme, bei der das in die Probenahmesonde einströmende Gas die gleiche Geschwindigkeit und Richtung hat wie das Gas am Probenahmepunkt im Kamin (EN 13284-1:2001) [3]

3.3

betriebliche Verfahrenskenngrößen

Kenngrößen, die den Einfluss der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Umgebung und die mit der Wartung verbundenen Probleme, z. B. Netzspannung, Temperatur, Zuführung von gewissen Substanzen, Rüstzeit, Wartungsintervall, behandeln (ISO 6879:1995) [4]

3.4

statistische Verfahrenskenngrößen

Kenngrößen, die die möglichen Abweichungen, die sich für die Messwerte aus dem zufälligen Anteil des Messvorgangs ergeben, quantifizieren; statistische Verfahrenskenngrößen sind beispielsweise die Wiederholbarkeit oder die Instabilität (ISO 6879:1995) [4]

3.5

Feldblindwert

Wert, der mit Hilfe einer Blindwertprobe ermittelt wird, die einem festgelegten Verfahren unterworfen wird, um sicherzustellen, dass während des gesamten Messablaufs keine signifikanten Verunreinigungen aufgetreten sind, und um zu überprüfen, ob der Anwender einen Quantifizierungsgrad entsprechend der Messaufgabe erzielen kann

3.6

Extraktionsblindwert

Wert, der mit Hilfe einer Blindwertprobe ermittelt wird, die dem vollständigen analytischen Verfahren unterworfen wird, einschließlich Extraktion, Reinigung, Identifizierung und Quantifizierung, wobei alle relevanten Reagenzien und Materialien enthalten sind

3.7

Probenahmestandard

$^{13}\text{C}_{12}$ -markierte 2,3,7,8-chlorsubstituierte PCDF, die vor der Probenahme hinzugefügt werden

3.8

Extraktionsstandard

$^{13}\text{C}_{12}$ -markierte 2,3,7,8-chlorsubstituierte PCDD/PCDF, die vor der Extraktion hinzugefügt werden. Diese Standards dienen auch zur Berechnung der Ergebnisse.

3.9

Wiederfindungsstandard

$^{13}\text{C}_{12}$ -markierte 2,3,7,8-chlorsubstituierte PCDD, die vor der GC-Injektion hinzugefügt werden

3.10

Keeper

Lösemittel mit hohem Siedepunkt, das zu der Extraktionsstandardlösung hinzugefügt wird

3.11**Kongener**

jedes der 210 individuellen PCDD/PCDF

3.12**PCDD/PCDF-Isomere**

PCDD oder PCDF mit identischer chemischer Zusammensetzung, aber unterschiedlicher Struktur

3.13**dioxin-ähnliche PCB**

jedes PCB, das gemäß WHO eine ähnliche Toxizität wie die 2,3,7,8-substituierten PCDDs/PCDFs aufweist [5].

3.14**Muster**

chromatographischer Ausdruck einer jeden Abfolge von PCDD/PCDF-Isomeren

3.15**Profil**

graphische Darstellung der Summen der PCDD/PCDF-Isomeren-Konzentrationen

4 Symbole und Abkürzungen

I-TEQ

Internationales Toxizitätsequivalent (genaue Beschreibung, siehe Anhang A der EN 1948-1:2003)

I-TEF

Internationaler Toxizitätsäquivalentfaktor (genaue Beschreibung, siehe Anhang A der EN 1948-1:2003)

HRGC

Hochauflösende Gaschromatographie

HRMS

Hochauflösende Massenspektrometrie

TCDD

Tetrachlordibenzo-p-dioxin

PeCDD

Pentachlordibenzo-p-dioxin

HxCDD

Hexachlordibenzo-p-dioxin

HpCDD

Heptachlordibenzo-p-dioxin

OCDD

Octachlordibenzo-p-dioxin

TCDF

Tetrachlordibenzofuran

PeCDF

Pentachlordibenzofuran

HxCDF

Hexachlordibenzofuran

HpCDF

Heptachlordibenzofuran

OCDF

Octachlordibenzofuran

PCDD/PCDF

Polychloriertes Dibenzo-p-dioxin/Dibenzofuran

PCB

Polychloriertes Biphenyl

PTFE

Polytetrafluorethylen

5 Prinzip des Extraktions- und Reinigungsverfahrens

5.1 Prinzip

Die Bestimmung der PCDD/PCDF basiert auf der Quantifizierung durch die Isotopenverdünnungstechnik unter Gebrauch der HRGC/HRMS. $^{13}\text{C}_{12}$ -markierte 2,3,7,8-chlorsubstituierte PCDD/PCDF-Kongenere werden in unterschiedlichen Stadien des gesamten Verfahrens hinzugefügt. Verluste, die während der Extraktion und Reinigung auftreten, können nachgewiesen und kompensiert werden. Hierzu verwendet man zur Quantifizierung die zugegebenen Kongenere als interne Standards zusammen mit den Wiederfindungsstandards, die unmittelbar vor der HRGC/HRMS-Analyse hinzuzugeben sind. Aufgrund möglicher Unterschiede in den Bindungs- und Adsorptionscharakteristiken zwischen den nativen PCDD/PCDF und den $^{13}\text{C}_{12}$ -markierten Kongeneren, die während der Analyse zugegeben werden, ist jedoch eine vollständige Beweisführung über die Extraktionseffektivität und Kompensation der Verluste während der Reinigung nicht sichergestellt. Deshalb müssen die angewandten Verfahren zusätzlich sorgfältig validiert werden. Beispiele gut bewährter Extraktions- und Reinigungsverfahren sind ausführlich im Anhang A beschrieben.

Der Hauptzweck der Reinigung des Probenrohextraktes ist die Beseitigung von Probenmatrixkomponenten, die möglicherweise das Trennverfahren überbelasten, die Quantifizierung stören oder auf andere Weise die Leistung der Identifizierungs- und Quantifizierungsverfahren stark beeinflussen. Des weiteren wird eine Anreicherung der zu analysierenden Verbindungen im letzten Probenextrakt erreicht. Extraktionsverfahren basieren üblicherweise auf der Extraktion der Filter und Adsorbentien nach Soxhlet und der Flüssigextraktion der Kondensate. Die Probenreinigung wird üblicherweise durch eine Mehrsäulen-Flüssigkeitschromatographie-Technik durchgeführt, bei der unterschiedliche Adsorbentien verwendet werden.

Grundsätzlich kann jedes Reinigungsverfahren angewendet werden, das die zu analysierenden Verbindungen in ausreichenden Mengen wiederfindet. Darüber hinaus darf der letzte Probenextrakt die Leistung des analytischen Systems oder den Quantifizierungsschritt nicht beeinträchtigen. Die angewandten Verfahren müssen sorgfältig geprüft werden und eine Reihe von Verfahrensvaliditätsanforderungen erfüllen, bevor sie für die Emissionsüberwachung eingesetzt werden können. Außerdem muss die Überprüfung der Leistung des Verfahrens bei jeder einzelnen Probe Bestandteil des verwendeten Qualitätssicherungsprotokolls sein. Dieser Teil der Norm beschreibt den Rahmen der Verfahrensvalidierung und der Qualitätsprüfungsanforderungen, die bei jedem angewandten Verfahren erfüllt werden müssen.

In der vorliegenden Norm werden die zu erfüllenden Anforderungen für Extraktion und Reinigung und auch Ausführungsbeispiele beschrieben.

5.2 Mindestinformationen vor der Analyse

- a) Probenahmenvolumen
- b) Anlagentyp
- c) Abgasminderungstechnik
- d) Erwartete Konzentration