



SACHSEN-ANHALT
Landesamt für Umweltschutz

Überwachung der Emissionen von Luftschadstoffen

Hinweise für nach § 29b in Verbindung
mit § 26 BImSchG bekannt gegebene
Stellen

Impressum

Überwachung der Emissionen von Luftschadstoffen

Herausgeber: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Tel.: +49 345-5704-501

poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de

Internet: www.lau.sachsen-anhalt.de

Redaktion: Fachgebiet 33, Wolf-Dieter Kalkoff

Redaktionsschluss: Halle (Saale), 27. Mai 2015

ISBN-Nummer: 1862-4359

Bildnachweis: Titelfotos: Uwe Oecknick, Birk Maiwald

Inhaltsverzeichnis

1	Stand der Messtechnik	4
1.1	Kalibrierung/Funktionsprüfung und Wartung von automatischen Emissionsmeseinrichtungen	4
1.1.1	DIN EN 14181 - Neue Fassung 02-2015	4
1.1.2	Statuskennung und Klassierung	4
1.2	Aktuelle Normen und Richtlinien zur Ermittlung der Emissionen	4
2	Informationen zu Mess- und Auswerteverfahren	7
2.1	Umsetzung der Anforderungen an die Messstrecke	7
2.1.1	Anforderungen an die Messstrecke	7
2.1.2	Nichteinhaltung der Anforderungen an die Messstrecke	7
2.2	Emissionsermittlung von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB	8
2.2.1	Ermittlung des Feldblindwertes nach DIN EN 1948 Blatt 1 – 4	8
2.2.2	Äquivalenzfaktoren und Summenbildung	8
2.2.3	Anzahl Einzelprobenahmen	8
2.2.4	Probenahme mit der Ausführungsvariante „Gekühltes Absaugrohr“	8
2.3	Umrechnung der Stickstoffoxidkonzentration nach Nr. 5.4.1.2.2 der TA Luft bei Einsatz von Heizöl nach DIN 51603 Teil 1	9
2.4	Formaldehydemissionen aus Verbrennungsmotoren beim Einsatz von Biogas, Novelliertes Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	9
2.5	Ermittlung der Emissionen von Quecksilber, Metallen und Halbmetallen	10
3	Hinweise zu festgestellten Mängeln bei der Messdurchführung	10
3.1	Probenahme mit Adsorptionsröhrchen zur Ermittlung der Emissionen organisch-chemischer Verbindungen	10
3.2	Ergebnisangabe bei der Probenahme mit festen oder flüssigen Sammelphasen, Kontrollschicht/-waschflasche	11
3.3	PAH-Probenahme	11
3.4	Ermittlung des Abgasvolumenstromes	11

1 Stand der Messtechnik

1.1 Kalibrierung/Funktionsprüfung und Wartung von automatischen Emissionsmesseinrichtungen

1.1.1 DIN EN 14181 - Neue Fassung 02-2015

Die für die Qualitätssicherung automatischer Messeinrichtungen zutreffende Norm DIN EN 14181 „Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen;“ legt Anforderungen an die Kalibrierung, Funktionsprüfung und Wartung fest. Die im Februar 2015 erschienene überarbeitete deutsche Fassung hält an den in der Vorgängerfassung festgelegten Grundsätzen fest. Ergänzt wurden Punkte, die bisher nur unvollständig oder gar nicht berücksichtigt worden waren, nämlich:

- eine Pflicht zur Zertifizierung nach DIN EN 15267 für automatische Messeinrichtungen (auch Behandlung bereits eingebauter Messeinrichtungen),
- die Kalibrierung der Messeinrichtungen für Bezugsgrößen,
- die Berücksichtigung der Anforderungen der DIN EN 15259 an den Einbau von Messeinrichtungen,
- die Aufstellung einer Kalibrierfunktion bei niedrigen Emissionsmesswerten,
- die Möglichkeit anstelle der Kalibrierung jährlich eine Funktionsprüfung durchzuführen, wenn niedrige Emissionsmesswerte seit der letzten Kalibrierung vorlagen und
- die Anwendung von verschiedenen Regelkarten zur Qualitätssicherung im Betrieb.

In der Richtlinie VDI 3950 (Dezember 2006) wird für Anlagen nach TA Luft sowie nach 1., 2. und 27. und 30. BImSchV aus Gründen der Verhältnismäßigkeit eine gegenüber der DIN 14181 vereinfachte Vorgehensweise beschrieben, für deren Anwendung die in der VDI 3950 genannten Voraussetzungen erfüllt sein müssen.

1.1.2 Statuskennung und Klassierung

Ein Kreis fachkundiger Mitarbeiter von Behörden, Herstellern elektronischer Auswertesysteme, Prüfinstituten, Anlagenbetreibern sowie Messstellen hat eine detaillierte Darstellung der Regelungen zur Auswertung kontinuierlicher Emissionsmessungen bzgl. Statuskennung und Klassierung erarbeitet. Diese kann als Interpretationshilfe der „Bundeseinheitlichen Praxis bei der Überwachung der Emissionen“ an genehmigungsbedürftigen Anlagen nach TA Luft sowie an Anlagen nach 1., 2., 13., 17., 27., 30. und 31. herangezogen werden. Sie wendet sich sowohl an die Hersteller von elektronischen Auswertesystemen als auch an Prüfinstitute (Eignungsprüfung), an Anlagenbetreiber (praktischer Einsatz), an nach § 29b i. V. m. § 26 BImSchG bekannt gegebene Messstellen (Funktionskontrolle) sowie an Genehmigungs- und Überwachungsbehörden (Vollzug und Überwachung).

Das Papier ist auf der Internetseite des Umweltbundesamtes unter http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1/dokumente/kontinuierliche_emissionsueberwachung_statuskennung_und_klassierung1.pdf verfügbar.

1.2 Aktuelle Normen und Richtlinien zur Ermittlung der Emissionen

Messungen zur Feststellung der Emissionen von Luftschadstoffen sind nach dem Stand der Messtechnik, der durch die Normengebung zur Emissionsmessung beschrieben wird, durchzuführen. Hierbei haben für Messungen an Anlagen, die europäischen Regelungen unterliegen (z. B. 13. BImSchV, 17. BImSchV...), EN-Normen - also Normen, die durch die Europäische Normungsorganisation erarbeitet worden sind - Vorrang. An allen anderen Anlagen können auch nationale Normen (VDI-Richtlinien) oder ISO-Normen herangezogen werden. In Nr. 5.3.2.3 der TA Luft wird bzgl. der Auswahl von Messverfahren gefordert:

„Messungen zur Feststellung der Emissionen sollen unter Einsatz von Messverfahren und Messeinrichtungen durchgeführt werden, die dem Stand der Messtechnik entsprechen...“

Die Emissionsmessungen sollen unter Beachtung der in Anhang 6 aufgeführten Richtlinien und Normen des VDI/DIN-Handbuchs „Reinhaltung der Luft“ beschriebenen Messverfahren durchgeführt werden. Die Probenahme soll der Richtlinie DIN EN 15259 entsprechen. Darüber hinaus sollen Messverfahren von Richtlinien zur Emissionsminderung im VDI/DIN-Handbuch „Reinhaltung der Luft“ berücksichtigt werden.

Der zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der TA Luft im Jahre 2002 beschriebene Stand der Messtechnik ist durch Weiterentwicklungen in der Probenahme-, Mess- und Analysetechnik und durch umfangreiche Normungs- und Richtlinienarbeit im europäischen sowie nationalen Rahmen nicht mehr aktuell. Viele der im Anhang 6 der TA Luft aufgeführten Richtlinien und Normen des VDI/DIN-Handbuchs „Reinhaltung der Luft“ wurden mittlerweile überarbeitet bzw. durch neue Richtlinien ersetzt oder ergänzt.

2013 erfolgte federführend durch das Umweltbundesamt eine Aktualisierung des Anhanges 6 der TA Luft und dessen Anpassung an den derzeitigen Stand der Messtechnik. Einen Überblick über die anzuwendenden Normen bzw. Richtlinien gibt die nachfolgende Tabelle.

Der aktuelle Anhang 6 der TA Luft ist auf der Homepage der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz unter <http://www.lai-immissionsschutz.de/servlet/is/20171/> verfügbar.

VDI-Richtlinien und Normen zur Emissionsmesstechnik, Aktualisierung: Stand Juni 2013

Messobjekt	Verfahren		VDI-Richtlinie		DIN/EN Norm	
	kontinuierlich	diskont.	Richtlinie/Norm	Ausgabe	Richtlinie/Norm	Ausgabe
Allgemeine Richtlinien						
Kalibrierung			3950	12.2006	14181	09.2004
					DIN SPEC 1178	05.2010
Messplanung					15259	01.2008
Durchführung von Emissionsmessungen (allgemein)					15259	01.2008
Durchführung von Emissionsmessungen an diffusen Quellen			4285 Bl. 1	06.2005		
		X	4285 Bl. 2	03.2011		
Messunsicherheit			4219	08.2009	ISO 20988	09.2007
Laborinterne Validierung von Alternativverfahren					DIN CEN/TS 14793	06.2005
Anforderungen an Prüfstellen			4220	04.2011		
Betriebsgrößen						
Abgasgeschwindigkeit		X			ISO 16911 - 1	06.2013
	X				ISO 16911 - 2	06.2013
Bezugsgrößen						
Wasserdampf		X			14790	04.2006
Sauerstoff		X			14789	04.2006
Staub						
Staub (allgemein)		X	2066 Bl. 1	11.2006		
Staub	X				13284-2	12.2004
Staub (niedrige Konzentrationen)		X	2066 Bl. 1	11.2006	13284-1	04.2002
	X				13284-2	12.2004
Staub (höhere Konzentrationen)		X	2066 Bl. 1	11.2006		
Fraktionierende Staubmessung		X	2066 Bl. 5	11.1994		
Rußzahl		X	2066 Bl. 8	09.1995		
Staubfraktion PM _{2,5} /PM ₁₀		X	2066 Bl. 10	04.2010	ISO 23210	12.2009
Staubinhaltsstoffe						
Schwermetalle		X			14385	05.2004
Schwermetalle (nur Probenahme)		X	3868 Bl. 1	12.1994		
Schwermetalle (nur Analytik)		X	2268 Bl. 1	04.1987		
		X	2268 Bl. 2	02.1990		
		X	2268 Bl. 3	12.1988		
		X	2268 Bl. 4	05.1990		
Quecksilber		X			13211	06.2001
		X			13211 Berichtigung 1	06.2005
Asbest		X	3861 Bl. 1	12.1989		
		X	3861 Bl. 2	01.2008		
Schwefelverbindungen						
Schwefeldioxid		X			14791	04.2006
Schwefeltrioxid		X	2462 Bl. 2	11.2011		
Schwefelwasserstoff		X	3486 Bl. 1	04.1979		
		X	3486 Bl. 2	04.1979		
Schwefelkohlenstoff		X	3487 Bl. 1	11.1978		

Messobjekt	Verfahren		VDI-Richtlinie		DIN/EN Norm	
	kontinuierlich	diskont.	Richtlinie/ Norm	Ausgabe	Richtlinie/ Norm	Ausgabe
Stickstoffverbindungen						
Stickstoffoxide	X				14792	04.2006
Distickstoffmonoxid		X	2469 Bl. 1	02.2005		
	X				ISO 21258	11.2010
Stickstoffmonoxid/-dioxid		X	2456	11.2004		
Basische Stickstoffverbindungen		X	3496 Bl. 1	04.1982		
Kohlenmonoxid		X	2459 Bl. 1	12.2000		
	X				15058	09.2006
Chlorverbindungen						
Chlorwasserstoff		X			1911	12.2010
Chlor		X	3488 Bl. 1	12.1979		
		X	3488 Bl. 2	11.1980		
Fluorverbindungen						
Fluorwasserstoff		X	2470 Bl. 1	10.1975		
Organische Stoffe						
Kohlenwasserstoffe (allgemein)			3481 Bl. 6	12.1994		
Kohlenwasserstoffe		X	3481 Bl. 2	09.1998		
Kohlenwasserstoffe (FID)	X		3481 Bl. 3	10.1995	12619	04.2013
	X		3481 Bl. 4	02.2007		
Kohlenwasserstoffe (IR)			2460 Bl. 1	07.1996		
		X	2460 Bl. 2	07.1974		
GC-Bestimmung organischer Verbindungen		X	2457 Bl. 1	11.1997	13649	05.2002
		X	2457 Bl. 2	12.1996		
		X	2457 Bl. 3	12.1996		
		X	2457 Bl. 4	12.2000		
		X	2457 Bl. 5	12.2000		
Methan		X	2466 Bl. 1	10.2008	ISO 25139	08.2011
	X		2466 Bl. 2	10.2008	ISO 25140	12.2010
Aldehyde / Ketone		X	3862 Bl. 1	12.1990		
		X	3862 Bl. 2	12.2000		
		X	3862 Bl. 3	12.2000		
		X	3862 Bl. 4	05.2001		
		X	3862 Bl. 5	06.2008		
		X	3862 Bl. 6	02.2004		
		X	3862 Bl. 7	02.2004		
Acrylnitril		X	3863 Bl. 1	04.1987		
		X	3863 Bl. 2	02.1991		
PAH		X	3873 Bl. 1	11.1992		
		X	3874	12.2006		
PAH (anlagenbezogen in der Kohlenstoffindustrie)		X	3467	03.1998		
Vinylchlorid		X	3493 Bl. 1	11.1982		
Dioxine und Furane		X	3499 Bl. 1	07.2003	1948 - 1	06.2006
		X	3499 Bl. 2	02.2004	1948 - 2	06.2006
		X	3499 Bl. 3	02.2004	1948 - 3	06.2006
Dioxin-ähnliche PCB		X			1948 - 4	12.2010
Geruchsstoffe		X	3880	10.2011	13725	07.2003

2 Informationen zu Mess- und Auswerteverfahren

2.1 Umsetzung der Anforderungen an die Messstrecke

2.1.1 Anforderungen an die Messstrecke

Die Erfüllung der Anforderungen der DIN EN 15259 an die Messstrecke (Bereich des Abgaskanals, der Messquerschnitt sowie Ein- und Auslaufstrecke umfasst) ist wesentliche Voraussetzung für eine repräsentative Probenahme und Durchführung der Messungen mit dem Ziel, zuverlässige und vergleichbare Ergebnisse von Emissionsmessungen zu erhalten.

Der Messquerschnitt ist möglichst schon zum Zeitpunkt der Anlagenplanung in einen Bereich des Abgaskanals zu legen, in dem homogene Strömungsverhältnisse und Konzentrationen erwartet werden können. Im Allgemeinen ist das gegeben, wenn der Messquerschnitt so weit wie möglich hinter oder vor die Strömungsrichtung ändernden Störungen durch Umlenkungen oder Einbauten in einem geraden, vorzugsweise vertikalen Kanal positioniert wird. Die DIN EN 15259 empfiehlt gerade Kanalabschnitte für die Einlaufstrecke in einer Länge von mindestens fünf und für die Auslaufstrecke in einer Länge von mindestens zwei hydraulischen Durchmessern. Weiterhin soll der Abstand bis zum Ende des Abgaskanals eine Länge von fünf hydraulischen Durchmessern nicht unterschreiten.

Werden diese Abstände eingehalten, ist mit hoher, auf strömungsmechanischen Erkenntnissen begründeter Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass im Messquerschnitt die zur Ermittlung repräsentativer Messergebnisse erforderlichen homogenen Strömungsverhältnisse und Konzentrationen erwartet werden können. Eine messtechnische Überprüfung der Strömungsverhältnisse muss nach DIN EN 15259 bei jeder Messung erfolgen. Die Prüfung, ob ein geordnetes und stabiles Strömungsprofil ohne Drall und Rückströmung vorliegt, muss im Zeitraum der Durchführung der Emissionsmessungen messtechnisch für nachfolgend genannte Kenngrößen per Netzmessung an allen festgelegten Messpunkten im Messquerschnitt nachgewiesen werden:

- der Winkel zwischen Gasstrom und Mittelachse des Abgaskanals muss kleiner 15° sein;
- es darf keine lokale negative Strömung auftreten,
- es muss eine Mindestgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom verwendeten Messverfahren zur Bestimmung des Volumenstroms vorhanden sein (für Staudrucksonden ein Differenzdruck größer 5 Pa),
- das Verhältnis der höchsten zur niedrigsten örtlichen Gasgeschwindigkeit im Messquerschnitt muss kleiner 3:1 sein.

2.1.2 Nichteinhaltung der Anforderungen an die Messstrecke

Immer wieder wurden und werden Messstrecken angetroffen bzw. neu eingerichtet, die der DIN EN 15259 nicht entsprechen. Sehr häufig werden zu kurze Einlaufstrecken realisiert. Mit Erscheinen der DIN EN 15259 wurde dieses Problem noch verschärft, da nun gegenüber der Vorgängernorm Richtlinie VDI 4200 eine um 2 hydraulische Durchmesser längere ungestörte Einlaufstrecke gefordert wird.

Sind die Anforderungen an die Ein- und Auslaufstrecke eingehalten und die Bedingungen an das Strömungsprofil (Winkel Gasstrom zu Mittelachse Abgaskanal: $< 15^\circ$, keine lokale negative Strömung, Verhältnis höchste/niedrigste örtliche Geschwindigkeit im Messquerschnitt $< 3:1$, Mindestgeschwindigkeit) erfüllt, kann im Allgemeinen von homogenen Strömungsverhältnissen und Konzentrationen im Messquerschnitt ausgegangen werden. Häufig wird der Fall angetroffen, dass die Anforderungen an die Länge der Ein- und/oder Auslaufstrecke nicht eingehalten werden, aber die Bedingungen an das Strömungsprofil erfüllt sind. Prinzipiell ist festzustellen, dass bei gegenüber den Anforderungen realisierten kürzeren Ein- oder Auslaufstrecken bzw. Abständen zur Mündung mit einer Verschlechterung der Strömungsverhältnisse im Messquerschnitt zu rechnen ist. Selbst bei einem normgerechten Strömungsprofil ist aber nicht automatisch sichergestellt, dass auch die Konzentrationen im Messquerschnitt gleichverteilt vorliegen. In bestimmten, von der Anlagentechnologie und Abgasführung abhängigen Fällen kann dies dazu führen, dass die in der DIN EN 15259 gestellten Anforderungen an homogene und repräsentative Strömungsverhältnisse nicht mehr erfüllt werden oder/und Inhomogenitäten der Verteilung der Schadstoffkonzentration im Messquerschnitt auftreten können. Als ausgleichende messtechnische Maßnahme wird eine Erhöhung der Messpunktdichte empfohlen. Die Erhöhung der Messpunktdichte sollte dann sowohl bei der Prüfung der Anforderungen an die Strömungsverhältnisse als auch bei der Homogenitätsprüfung bzw. Netzmessung nach DIN EN 15259 angewendet werden. Diese messtechnischen Maßnahmen ändern jedoch nichts an der Tatsache, dass eine fundierte Abschätzung des durch eine nicht konforme Messstrecke verursachten zusätzlichen Beitrages zur Messunsicherheit nicht möglich ist. Je mehr von den Anforderungen an die Messstrecke abgewichen wird, umso größer wird dieser nicht quantifizierbare Zusatzbeitrag sein und eine normenbasierte Grenzwertbeurteilung problematischer.

Darüber hinaus ist auch mit einer Erhöhung der Messunsicherheit zu rechnen, wenn im Messquerschnitt nur eine Messachse zugänglich ist und auch die Anforderungen an die Ein- und Auslaufstrecke nicht eingehalten werden.

Die oft beschriebene Verfahrensweise, die Messpunkte auf der nicht zugänglichen Messachse durch Schwenken der Sonde zu beproben (ist wenn überhaupt nur bei kurzen weiten Messstutzen möglich) wird als nicht zielführend angesehen, da es kaum möglich ist, die Sonde genau auf allen erforderlichen Messpunkten zu positionieren.

Im Messbericht sollte bei der Angabe der Messergebnisse dezidiert dargelegt werden, dass durch nichtkonforme Messstrecken ein nicht quantifizierbarer Zusatzbeitrag zur Messunsicherheit entstanden ist.

2.2 Emissionsermittlung von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB

2.2.1 Ermittlung des Feldblindwertes nach DIN EN 1948 Blatt 1 – 4

Entsprechend der Vorgaben der DIN EN 1948 Blatt 1 - 4 „Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von PCDD/PCDF und dioxin-ähnlichen PCB“ ist bei der Ermittlung der Emissionskonzentrationen von PCDD/PCDF und dl-PCB jeweils eine Feldblindwertprobe einschließlich Dichtheitsprüfung der Probenahmeapparatur vor jeder Probenahmeserie zu nehmen und anschließend analytisch zu bestimmen. Unter einer Probenahmeserie sind i. d. R. drei zeitlich zusammengehörende Probenahmen an einer Anlage eines Betreibers zu verstehen. Nach DIN EN 1948 darf der Feldblindwert 10 % des Emissionsgrenzwertes nicht überschreiten. Dies gilt ebenso, wenn der Grenzwert anlagenspezifisch als Summe aus PCDD/PCDF und dl-PCB festgelegt wurde. Zur Berechnung der Feldblindwertkonzentrationen ist das Probevolumen der eigentlichen Probenahme anzusetzen. D.h. für jeden Messwert muss die jeweilige Feldblindwertkonzentration ermittelt werden.

Feldblindwertkonzentrationen sind nicht von den ermittelten Emissionskonzentrationen abzuziehen.

Falls der ermittelte Messwert kleiner als der zugehörige Feldblindwert ist, so ist das Ergebnis als kleiner oder gleich Feldblindwert definiert und so im Messbericht zu dokumentieren. Kongenerenkonzentrationen, die unterhalb der Blindwertkonzentration und oberhalb der Bestimmungsgrenze liegen, werden bei der Berechnung der Gesamt-I-TEQ-Konzentrationen in ihrer realen Konzentrationshöhe berücksichtigt. Falls die Masse eines Kongeners oder mehrerer Kongenere unterhalb der Bestimmungsgrenze liegt, sind die Summenkonzentrationen mit und ohne Berücksichtigung der Bestimmungsgrenze anzugeben (entsprechend Nr. 12 der DIN EN 1948-3).

Im Messbericht sind die Analysenergebnisse der einzelnen Proben und der Feldblindwertprobe (ng/Probe bzw. pg/Probe) und die Wiederfindungsraten der Probenahmestandards anzugeben. Erfolgt die Analyse durch ein fremdes Messinstitut sind die Analysenprotokolle als Anlage beizufügen.

2.2.2 Äquivalenzfaktoren und Summenbildung

Je nach Art der Anlage existieren derzeit unterschiedliche Regelungen bzgl. der für polychlorierte Dibenzodioxine, Dibenzofurane und di-PCB zu verwendenden Äquivalenzfaktoren mit denen die im Abgas ermittelten Konzentrationen zu multiplizieren und dann zu summieren sind.

- TA Luft, 27. BImSchV: Der zu bildende Summenwert für polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane ist aus den im Abgas ermittelten Konzentrationen der Dioxine und Furane mit den Äquivalenzfaktoren (entspricht NATO/CCMS) nach TA Luft zu multiplizieren und zu summieren.
- IED-Anlagen (z.B. 13. BImSchV, 30. BImSchV): Der zu bildende Summenwert für polychlorierte Dibenzodioxine, Dibenzofurane und dl-PCB ist aus den im Abgas ermittelten Konzentrationen der Dioxine, Furane und dl-PCB mit den Äquivalenzfaktoren nach WHO-TEF 2005 zu multiplizieren und zu summieren.

2.2.3 Anzahl Einzelprobenahmen

Zur Prüfung der Anforderungen an die Massenkonzentration der PCDD/PCDF sind grundsätzlich drei Messungen notwendig. Bei wiederkehrenden Messungen kann in Abstimmung mit der Überwachungsbehörde die Anzahl der Messungen auf zwei reduziert werden, wenn Art und Betriebszustand der Abgasreinigungseinrichtung die sichere Einhaltung des Dioxingrenzwertes erwarten lassen (Beschluss des BLAI-Ausschusses „Luftqualität/Wirkungsfragen/Verkehr auf der 74. Sitzung).

2.2.4 Probenahme mit der Ausführungsvariante „Gekühltes Absaugrohr“

Bei der Probenahme zur Ermittlung der Emissionen von Dioxinen und Furanen nach DIN EN 1948 kann die Ausführungsvariante „Gekühltes Absaugrohr“ auch bei Messöffnungen zum Einsatz kommen, die vertikal nach oben gerichtet sind. Dabei muss sichergestellt sein, dass der Innendurchmesser des Inserts und/oder die Absaugrate für das Teilgasvolumen so gewählt werden, dass an allen Messpunkten das gesamte anfallende Kondensat in die Probenahmeapparatur gesaugt wird. Es darf sich kein Kondensat im Insert in der Schwebe befinden.

2.3 Umrechnung der Stickstoffoxidkonzentration nach Nr. 5.4.1.2.2 der TA Luft bei Einsatz von Heizöl nach DIN 51603 Teil 1

In der TA-Luft (Nr. 5.4.1.2.2) ist für Feuerungsanlagen mit einer FWL < 50 MW bei Einsatz von Heizöl nach DIN 51603 Teil 1 (Heizöl EL) festgelegt, dass die gemessene Massenkonzentration an Stickoxiden auf einen Referenzwert an organisch gebundenem Stickstoff von 140 mg/kg (Bestimmung nach ASTM 4629-91, Ausgabe 1991) sowie auf die Bezugsbedingungen 10 g/kg Luftfeuchte (Luftfeuchte bez. auf trockene Luft) und 20°C der Verbrennungsluft umzurechnen ist. Die Umrechnung erfolgt nach Anhang B der DIN EN 267 (Ausgabe November 1999). Dazu werden nachfolgend Erläuterungen gegeben.

Die Abhängigkeit der NO_x-Emission von den oben genannten Parametern beruht auf folgenden Zusammenhängen

- Mit steigender Verbrennungslufttemperatur steigt die Verbrennungstemperatur im Feuerraum. Dadurch erhöht sich die NO_x-Emission.
- Wasserdampf hat eine höhere spezifische Wärmekapazität als Luft. Bei höheren Wasserdampfgehalten in der Verbrennungsluft verringert sich die Verbrennungstemperatur im Feuerraum.
- Ein Teil des organisch gebundenen Stickstoffs wird bei der Verbrennung zu Stickoxiden (NO_x) oxidiert. Wie hoch dieser Anteil ist, hängt von den Verbrennungsbedingungen ab. Mit steigendem Stickstoffgehalt des Heizöls steigt die NO_x-Emission.

Die in der DIN EN 267 beschriebenen Korrekturgleichungen wurden für Korrekturfaktoren innerhalb nachfolgend aufgeführter Bereiche empirisch ermittelt.

- NO_x-Konzentration: 50 – 300 mg/kWh
- Verbrennungsluftfeuchte: 5 – 15 g/kg trockene Luft
- Verbrennungslufttemperatur: 15 – 30 °C
- Stickstoffgehalt: 70 – 200 mg/kg

Liegen die konkreten Werte außerhalb dieser validierten Bereiche sollten die Korrekturfaktoren trotzdem angewendet werden.

Die Umrechnung der NO_x-Konzentrationen (Halbstundenmittelwerte) auf einen Referenzwert an organisch gebundenen Stickstoff sowie auf Bezugsbedingungen muss im Messbericht nachvollziehbar dargestellt werden. Dazu sind mindestens folgende Angaben notwendig:

- gemessene NO_x-Konzentrationen [in mg/m³]
- Sauerstoffgehalte [Vol.-%]
- Temperatur und Feuchte der Verbrennungsluft
- Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff im Heizöl
- nach DIN EN 267 korrigierte NO_x-Konzentrationen [in mg/m³, bezogen auf Bezugssauerstoffgehalt]

Bei der Darstellung der Messergebnisse (Halbstundenmittelwerte) sind die nach DIN EN 267 korrigierten Messwerte zu verwenden. Zu beachten ist, dass bei der Berechnung der NO_x-Massenströme die unkorrigierten Werte zu verwenden sind.

2.4 Formaldehydemissionen aus Verbrennungsmotoren beim Einsatz von Biogas, Novelliertes Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Betreibern immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftiger Anlagen zur Stromerzeugung aus Biogas, deren Anlagen zwischen dem 01.01.2009 und dem 31.12.2011 in Betrieb genommen wurden, kann ein Emissionsminderungsbonus gewährt werden. Wenn an diesen Anlagen ein dem Emissionsminderungsgebot der TA Luft entsprechender Formaldehydgrenzwert eingehalten wird (Neufassung EEG § 27 Abs. 5 und § 66 Abs. 1 Nr. 4a), besteht ein Anspruch auf eine um 1 Cent pro Kilowattstunde erhöhte Vergütung.

Zur Gewährung der Zusatzvergütung wird laut Beschluss der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI-Beschluss der 116. Sitzung vom 18. September 2008) derzeit ein maximaler Emissionswert von 40 mg/m³ Formaldehyd (bezogen auf 5% O₂) toleriert. Die sich weiterentwickelnde Technik zur Minderung der Formaldehydemissionen soll bei der Gewährung der Zusatzvergütung nach EEG berücksichtigt werden. Auf Grundlage der gemachten Betriebserfahrungen und erreichbaren Emissionsminimierung von Formaldehyd soll der Wert für die Gewährung der zusätzlichen Förderungen überprüft und ggf. fortgeschrieben werden. Mit der Verordnung EU 605/2014 vom 5. Juni 2014 stufte die EU-Kommission Formaldehyd in die Kategorien „krebserregend 1B“ und „erbgutverändernd 2“ ein. Damit wird die Verordnung EU 1272/2008 (CLP-V) im Anhang VI ab dem 1. April 2015 geändert. Die neue, harmonisierte Einstufung von Formaldehyd darf ab sofort verwendet werden. Über die konkrete Umsetzung wird derzeit in der Bundesregierung und den Fachverbänden diskutiert. Formaldehyd war bislang als „möglicherweise krebserregend“ in die Kategorie 2 nach EG 1272/2008 einge-

stuft. Abgesehen von Ausnahmegenehmigungen ist eine Verschärfung der Formaldehyd-Grenzwerte in der TA Luft zu erwarten. Bezüglich des zu erbringenden messtechnischen Nachweises für die Erteilung der Bescheinigung nach EEG müssen gemäß LAI Beschluss folgende Anforderungen erfüllt sein: Ein Emissionswert für Formaldehyd von 40 mg/m³ (bezogen auf 5 % O₂) oder darunter wird sicher eingehalten, d.h. das Ergebnis jeder Einzelmessung zuzüglich der Messunsicherheit überschreitet den vorgegebenen Emissionswert nicht bei gleichzeitiger Einhaltung der genehmigten Emissionsgrenzwerte für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid, und Kohlenmonoxid im Dauerbetrieb.

Die Einhaltung der Werte ist einmal jährlich durch eine nach § 26 BImSchG entsprechend bekannt gegebene Stelle zu überprüfen.

Für die Durchführung von repräsentativen Messungen sollen im Motorenabgas nach Wärmetauscher normenkonforme Probenahmestellen im Benehmen mit einer nach § 26 BImSchG bekannt gegebenen Stelle eingerichtet sein.

Die Formaldehyd-Messungen sind nach den Verfahren der RL-VDI 3862, Blatt 2 oder 3 (DNPH-Verfahren) bzw. VDI-RL- 3862, Blatt 4 (AHMT-Verfahren) durchzuführen. Grundsätzlich ist bei den Formaldehydprobenahmen aufgrund der Reaktivität der Messkomponente, der geringen Volumenströme und zur Vermeidung von Kondensation der Abstand zwischen der Ansaugöffnung an der Sonde und dem Sorptionsmittel so kurz wie möglich zu halten. Aus fachlicher Sicht bedeutet das, den Waschflaschenkorb direkt an die Probenahmesonde zu montieren. Falls dies aufgrund der örtlichen Gegebenheiten des Messplatzes nicht möglich ist, ist eine beheizte und so kurz wie möglich gehaltene Probenahmeleitung einzusetzen.

Einzelmessungen sind in einem Messumfang von mindestens 3 Halbstundenmessungen bei Anlagen im Volllastbetrieb, ggf. weitere Messungen im Teillastbetrieb bei Einzelmotoranlagen zu erheben.

Für die Durchführung von repräsentativen Messungen sollen im Motorenabgas nach Wärmetauscher normenkonforme Probenahmestellen im Benehmen mit einer nach § 26 BImSchG bekanntgegebenen Stelle eingerichtet sein.

2.5 Ermittlung der Emissionen von Quecksilber, Metallen und Halbmetallen

Die Bestimmung der Gesamtquecksilber-Konzentration erfolgt nach DIN EN 13211 und die Bestimmung der Gesamtkonzentration von Metallen (und Halbmetallen) nach DIN EN 14385. Da beide Probenahmen unterschiedliche Absorptionslösungen verwenden, ist eine separate Probenahme zwingend erforderlich. Die Teilung von Filtern ist nicht zulässig.

Die Probenahme der filtergängigen und partikelgebundenen Anteile soll mit einer Probenahmeapparatur in Form einer Netzmessung erfolgen. Eine separate Probenahme des filtergängigen Anteils als Punktprobenahme ist nicht zulässig.

3 Hinweise zu festgestellten Mängeln bei der Messdurchführung

3.1 Probenahme mit Adsorptionsröhrchen zur Ermittlung der Emissionen organisch-chemischer Verbindungen

Bei den Probenahmen zur Ermittlung der Emissionen organisch-chemischer Verbindungen mit Adsorptionsröhrchen (z.B. BTX-Probenahme) ist eine Kondensatbildung in den Adsorptionsröhrchen zu verhindern. Ansonsten kann es durch Benetzung der Oberfläche des Adsorbens mit Kondensat zur Einschränkung des Adsorptionsvermögens kommen. Die Gefahr der Kondensation besteht besonders bei heißem und feuchtem Abgas.

Kondensationen können durch eine geregelte Beheizung der Probenahmeverrichtung einschließlich der Adsorptionsröhrchen vermieden werden. Dabei soll die Beheizungsvorrichtung der Adsorptionsröhrchen die genaue Regelung und Anzeige der Temperatur in den Röhrchen ermöglichen. Eine Beheizung der Adsorptionsröhrchen mit Heizbandagen ist daher i. d. R. nicht möglich. Die Beheizungstemperatur soll innerhalb eines Fensters so gewählt werden, dass einerseits keine Kondensationen auftreten und sich andererseits die Adsorptionseigenschaften des Adsorbens (z.B. durch thermische Desorption) nicht verschlechtern. So sollte z.B. bei Verwendung von Aktivkohleröhrchen die Temperatur der Aktivkohle 40 °C nicht überschreiten.

Alternativ zur Beheizung der Adsorptionsröhrchen ist es oftmals praktikabler, den Adsorptionsröhrchen einen Kühler vorzuschalten (VDI 2457 Bl. 3). Kondensationen dürfen hier nur im Kühler und nicht im Probenahmesystem erfolgen. Das im Kühler anfallende Kondensat soll dann ebenfalls auf die zu bestimmenden Stoffe untersucht werden.

3.2 Ergebnisangabe bei der Probenahme mit festen oder flüssigen Sammelphasen, Kontrollschicht/-waschflasche

Bei Probenahmen mit festen Sammelphasen sollen die Analysenergebnisse des nachgeschalteten Adsorptionsröhrchens oder der Kontrollschicht im Messbericht separat ausgewiesen werden. Bei der Umrechnung der Analysenergebnisse in Konzentrationswerte [mg/m^3] ist eine getrennte Angabe von Proben- und Kontrollschicht nicht mehr notwendig.

Gleiches gilt für flüssige Sammelphasen, falls das technische Regelwerk eine getrennte Analyse der Proben- und Kontrollwaschflasche fordert (z. B. DNPH - Verfahren nach VDI 3862 Bl. 2).

3.3 PAH-Probenahme

Die Bestimmung der PAH-Konzentration soll bei genehmigungsbedürftigen Anlagen (außer 13. und 17. BImSchV) nach VDI 3874 erfolgen. Grundsätzlich ist bei den PAH-Probenahmen zu beachten, dass diese immer isokinetisch als Netzmessung über den Messquerschnitt erfolgen müssen. Alle mit der Probe in Berührung kommenden Teile der Probenahmeapparatur sollen bis zur letzten Adsorptionsstufe in inerten Materialien ausgeführt sein (z.B. Glas, Titan). Die Probenahmezeit beträgt i. d. R. 30 Minuten.

Das Probenahmeverfahren nach VDI 3874 wurde mit XAD-2 als Adsorbens für eine Probenahmezeit von 30 min mit einem Probevolumen von ca. 500 l i.N. validiert. Bei Verwendung abweichender Probenahmeapparaturen oder anderer Adsorbentien ist das interne Messverfahren nach den Vorgaben der DIN CEN/TS 14793 zu validieren.

Die Probenahmeapparatur nach der Gekühlten-Absaugrohr-Methode mit XAD-2 als Adsorbens (Bauart: Paul Gothe GmbH) gemäß der DIN EN 1948-1 entspricht zwar im Aufbau der Probenahmeapparatur nach VDI 3874 ist aber für deutlich höhere Probevolumina ausgelegt. Aus diesem Grunde ist auch bei Verwendung dieser Probenahmeapparatur eine Validierung des Probenahmeverfahrens nach DIN CEN/TS 14793 notwendig.

Die Bestimmung der PAH-Konzentration bei Anlagen nach 13. und 17. BImSchV kann gemeinsam mit der Bestimmung von PCDD/F und dl-PCB mit einer Apparatur nach DIN EN 1948 Blatt 1 und einer Probenahmezeit von 6 h erfolgen. Die Verwendung anderer Adsorbentien als XAD-2 ist in diesem Fall zulässig.

3.4 Ermittlung des Abgasvolumenstromes

Die Angabe von Emissionsmassenströmen wird u. a. im „Mastermessbericht für die Ermittlung von Emissionen nach §§ 26, 28 Bundes-Immissionsschutzgesetz“, VDI 4220 „Qualitätssicherung - Anforderungen an Emissions- und Immissionsprüfstellen für die Ermittlung luftverunreinigender Stoffe“, Anhang C (04.2011) gefordert. Die dafür erforderliche Ermittlung des Abgasvolumenstromes soll messtechnisch mit Hilfe einer Geschwindigkeitsmessung nach DIN EN 16911 erfolgen. Die Ermittlung der Geschwindigkeitsverteilung über den Messquerschnitt ist ohnehin Bestandteil des bei Einzelmessungen im technischen Regelwerk (DIN EN 15259) geforderten Nachweises der Repräsentativität des Probenahmepunktes. Andere Verfahren zur Ermittlung des Volumenstromes z. B. durch Verbrennungsrechnung sind nur im begründeten Ausnahmefall zulässig (DIN EN 15259 Kap. 7.2.7).

Dabei ist zu beachten, dass die rechnerische Bestimmung des Abgasvolumenstromes gegenüber der messtechnischen Ermittlung eine Reihe von Nachteilen aufweist:

- bezogen auf den Messzeitraum liegt in der Regel keine Brennstoffanalyse vor,
- die Ermittlung der Brennstoffmengen kann je nach Brennstoffart mit erheblichen Messfehlern behaftet sein,
- oft sind für einzelne Betriebseinheiten keine separaten Mengenzähler installiert, sondern es existiert nur ein Zähler für die gesamte Anlage.

Für den Fall, dass der Volumenstrom ausnahmsweise durch Verbrennungsrechnung ermittelt werden soll, sind zur Nachvollziehbarkeit der Berechnung Angaben im Ermittlungsbericht erforderlich. Für gasförmige Brennstoffe sind mindestens folgende Angaben im Messbericht zu machen:

- Getroffene Vereinfachungen (z. B. Berücksichtigung der Brennluftfeuchte und der Dilatation),
- Brenngaszusammensetzung (aktuelle Herstellerangabe),
- Gasverbrauch (Angabe des Betriebszustandes),
- Umrechnung des Gasverbrauchs auf Normzustand,
- Berechnung von L_{min} (theoretische Brennluftmenge),
- Berechnung des Volumenstromes im Normzustand (feucht, trocken).