

DIN EN 13284-2



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

ICS 13.040.40

Einsprüche bis 2016-05-25
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13284-2:2004-12

Entwurf

**Emissionen aus stationären Quellen –
Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen
Staubkonzentrationen –
Teil 2: Automatische Messeinrichtungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13284-2:2016**

Stationary source emissions –
Determination of low range mass concentration of dust –
Part 2: Automated measuring systems;
German and English version prEN 13284-2:2016

Emission de source fixes –
Détermination de la faible concentration en masse de poussières –
Partie 2: Systèmes automatiques de mesure;
Version allemande et anglaise prEN 13284-2:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-03-25 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 online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an krdl@din.de möglichst 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 im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, 40002 Düsseldorf, Postfach 10 11 39 (Hausanschrift: VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 65 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Nationales Vorwort

Der Europäische Norm-Entwurf prEN 13284-2 wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe WG 5 „Total dust at low concentrations (emissions)“ (Sekretariat: Deutschland; Obmannschaft: Vereinigtes Königreich) des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: Deutschland) unter Mitwirkung deutscher Experten, die von der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL – benannt worden sind, erarbeitet.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 13284-2 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13284-2:2004-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 1
Die Prüfkriterien für die QAL1 wurden im Anwendungsbereich gestrichen, da die Mindestanforderungen für Staubmessenrichtungen in EN 15267-3 festgelegt sind. Abschnitt 5 der EN 13284-2:2004 wurde entsprechend gestrichen.
- b) Abschnitt 4
Ein Abschnitt zu Symbolen und Abkürzungen wurde hinzugefügt.
- c) Abschnitt 6
Der Abschnitt wurde an die Struktur von Abschnitt 6 der EN 14181:2014 angepasst.
- d) Abschnitt 6.2
Details zur Funktionskontrolle von Staubmessenrichtungen wurden hinzugefügt.
- e) Abschnitt 6.3.1
Die Entscheidungskriterien zur Verringerung der Anzahl der Vergleichsmessungen wurden geändert.
- f) Abschnitt 6.3.3
Ein Abschnitt zur Behandlung von SRM-Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurde hinzugefügt.
- g) Abschnitt 6.3.4
Der Abschnitt über halbflüchtige Komponenten wurde überarbeitet. Anforderungen an die Probenahmetemperatur des SRM wurden hinzugefügt.
- h) Abschnitt 6.4.1.1
Anforderungen an die Verwendung von verschiedenen Messbereichen wurden hinzugefügt.
- i) Abschnitt 6.5
Der gültige Kalibrierbereich darf auf 50 % des Emissionsgrenzwerts für den Tagesmittelwert erweitert werden, falls das Vorliegen einer linearen Kalibrierfunktion nachgewiesen wurde und das ermittelte Bestimmtheitsmaß mindestens 0,80 beträgt.

- j) Abschnitt 6.7
Falls die Variabilitätsprüfung auf Grund des Einflusses von halbflüchtigen Komponenten nicht bestanden wird, dürfen andere Konventionen für die SRM-Temperatur nach Anhang H der prEN 13284-1:2015 verwendet werden. Dies ist im Kalibrierbericht anzugeben.
- k) Abschnitt 8
Die Bedingungen für die Verringerung der Zahl der Vergleichsmessungen wurden geklärt.
- l) Anhang B
Ein informativer Anhang zur Konfiguration von extraktiven Staubmesseinrichtungen wurde hinzugefügt.
- m) Anhang D
Die Symbole der quadratischen Regression wurden an die Notation der EN 14181 angepasst.
- n) Anhang E
Ein informativer Anhang zur Konfiguration von AMS bei Massekonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze des SRM wurde hinzugefügt.
- o) Anhang F
Ein informativer Anhang zu signifikanten technischen Änderungen wurde hinzugefügt.

— Leerseite —

Emissionen aus stationären Quellen — Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen — Teil 2: Automatische Messeinrichtungen

Emissions de source source fixes — Détermination de la faible concentration des faibles concentrations en masse de poussières — Partie 2 : Systèmes automatiques de mesure

Stationary source emissions — Determination of low range mass concentration of dust — Part 2: Automated measuring systems

ICS:

Deskriptoren

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

STD Version 2.7g

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	6
4.1 Symbole	6
4.2 Abkürzungen	7
5 Grundlagen	8
6 Kalibrierung und Validierung von AMS (QAL2)	8
6.1 Allgemeines	8
6.2 Funktionskontrolle	8
6.3 Vergleichsmessungen mit dem SRM	8
6.3.1 Allgemeines	8
6.3.2 Erhöhung der Staubkonzentration durch Abweichung vom Normalbetrieb	9
6.3.3 SRM-Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze	9
6.3.4 Halbflüchtige Komponenten	9
6.4 Datenauswertung	10
6.4.1 Aufbereitung der Daten	10
6.4.2 Auswahl der von automatischen SRM ermittelten Datenpunkte	11
6.4.3 Aufstellung der Kalibrierfunktion	11
6.5 Kalibrierfunktion der AMS und deren Gültigkeit	11
6.6 Berechnung der Variabilität	11
6.7 Variabilitätsprüfung	11
6.8 Berichterstattung über die QAL2	11
7 Laufende Qualitätssicherung beim Betrieb (QAL3)	11
8 Jährliche Funktionsprüfung (AST)	12
9 Dokumentation	12
Anhang A (informativ) Beispiel für die Berechnung der Kalibrierfunktion und die Variabilitätsprüfung	13
A.1 Allgemeines	13
A.2 Datenauswertung	13
A.2.1 Allgemeines	13
A.2.2 Berechnung der SRM-Messwerte für Normbedingungen	15
A.2.3 Kalibrierfunktion	16
A.2.4 Kalibrierte AMS-Messwerte	17
A.2.5 Umrechnung der Daten auf Normbedingungen	18
A.2.6 Gültiger Kalibrierbereich	19
A.2.7 Variabilitätsprüfung	20
Anhang B (informativ) Konfiguration von extraktiv arbeitenden Staubmesseinrichtungen	22
B.1 Allgemeines	22
B.2 Isokinetische Probenahme	22

B.3	Kalibrierfunktion	23
Anhang C (informativ) Anzahl der Vergleichsmessungen bei der Kalibrierung.....		24
C.1	Allgemeines	24
C.2	Fehler in der Kalibrierung bei niedrigen Staubkonzentrationen	24
Anhang D (informativ) Quadratische Regression		25
Anhang E (informativ) Konfiguration der AMS bei Staubkonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze des SRM		27
E.1	Allgemeines	27
E.2	Verfahren zur direkten Bestimmung der Masse.....	27
E.3	Optische Transmissionsmesseinrichtungen	27
E.4	Streulichtmesseinrichtungen	27
E.5	Ersatzstoffe	28
E.6	Fehlende alternative Kalibrierverfahren.....	28
Anhang F (informativ) Signifikante technische Änderungen.....		29
Literaturhinweise.....		30

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13284-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 13284-2:2004 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Dieses Dokument ist Teil 2 der Reihe EN 13284:

- EN 13284-1, *Emissionen aus stationären Quellen — Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen — Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren*
- prEN 13284-2, *Emissionen aus stationären Quellen — Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen — Teil 2: Automatische Messeinrichtungen [das vorliegende Dokument]*

Anhang F enthält Details der signifikanten technischen Änderungen zwischen diesem Dokument und der vorherigen Ausgabe.

Die erste Ausgabe dieses Dokuments wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, um grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien 2000/76/EC [1] und 2001/80/EC [2], die durch die EU-Richtlinie 2010/75/EU [3] ersetzt wurden, zu unterstützen. Dieses Dokument kann auch für andere Zwecke angewendet werden.

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt Verfahren für die Qualitätssicherung von automatischen Messeinrichtungen (AMS) zur Ermittlung von Staub in Abgasen. Sie dienen dem Nachweis der Einhaltung von Anforderungen an die Unsicherheit von Messwerten, die beispielsweise in EU-Richtlinien ([1], [2], [3]) oder in der nationalen oder anderen Gesetzgebung festgelegt sind.

Dieses Dokument ist von der EN 14181 abgeleitet, die allgemeine Verfahren zur Einrichtung von Qualitätssicherungsstufen (QAL) für automatische Messeinrichtungen (AMS), die an industriellen Anlagen zur Ermittlung der Abgasbestandteile und weiterer Kenngrößen des Abgases installiert sind, festlegt. Es ist nur in Verbindung mit der EN 14181 anwendbar.

Die Kalibrierung und Validierung von automatischen Staubmesseinrichtungen basiert auf Vergleichsmessungen mit dem manuellen gravimetrischen Standardreferenzverfahren (SRM) nach prEN 13284-1.

Dieses Dokument wurde insbesondere für die Messung von Emissionen aus Müllverbrennungsanlagen entwickelt. Aus technischer Sicht kann er auch auf andere Prozesse angewandt werden, wenn Messungen an einem Emissionsgrenzwert mit einer festgelegten Unsicherheit gefordert werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Entwurf einer Europäischen Norm legt Anforderungen an die Kalibrierung und Validierung (QAL2), an die laufende Qualitätssicherung beim Betrieb (QAL3) und die jährliche Funktionsprüfung (AST) von automatischen Messeinrichtungen (AMS) fest, die zur Überwachung von Staubemissionen eingesetzt werden, um die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten unterhalb von 50 mg/m^3 bei Normbedingungen nachzuweisen. Er behandelt insbesondere Messungen in feuchten Abgasen und bei niedrigen Konzentrationen.

Dieses Dokument basiert auf der EN 14181 und ist nur in Verbindung mit der EN 14181 anwendbar.

Dieses Dokument ist anwendbar durch direkten Vergleich mit dem Standardreferenzmessverfahren (SRM) nach prEN 13284-1.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

prEN 13284-1:2015, *Emissionen aus stationären Quellen – Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen — Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren*

EN 14181:2014, *Emissionen aus stationären Quellen — Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen*

EN 15267-3, *Luftbeschaffenheit — Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen — Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach prEN 13284-1:2015 und EN 14181:2014.

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

a	Achsenabschnitt der Kalibrierfunktion
$\hat{a}$	bester Schätzwert von a
b	Steigung der Kalibrierfunktion
$\hat{b}$	bester Schätzwert von b
c	Steigung der quadratischen Kalibrierfunktion
d	Partikeldurchmesser
$\bar{D}$	Mittelwert der Differenzen D_i
e	Fehler
E	Emissionsgrenzwert
h	absoluter Volumenanteil des Wasserdampfes
i	Zählindex

N	Anzahl der Messungen
k_v	Prüfwert
o	Volumenanteil des Sauerstoffs im trockenen Gas
o_s	Sauerstoffbezugswert
p	Differenz zwischen dem statischen Druck des Probengases und dem Bezugsdruck
P	Prozentwert
R^2	Bestimmtheitsmaß
s_D	Standardabweichung der Differenzen D_i
t	Celsiustemperatur
t_{cycle}	Dauer des gesamten Messzyklus von diskontinuierlich messenden AMS
t_{sample}	Probenahmedauer von diskontinuierlich messenden AMS
U_{max}	maximal zulässige erweiterte Unsicherheit
x_i	i -tes AMS-Messsignal bei AMS-Bedingungen
$\bar{x}$	Mittelwert der AMS-Messsignale
y_i	i -ter SRM-Messwert
$\bar{y}$	Mittelwert der SRM-Messwerte
$y_{i,s}$	i -ter SRM-Messwert bei Normbedingungen
y_s	SRM-Messwert bei Normbedingungen
$y_{s,\text{min}}$	kleinster SRM-Messwert bei Normbedingungen
$y_{s,\text{max}}$	größter SRM-Messwert bei Normbedingungen
$\hat{y}_i$	bester Schätzwert des „wahren Werts“, der mit Hilfe der Kalibrierfunktion aus dem AMS-Messsignal x_i berechnet wird
$\hat{y}_{i,s}$	bester Schätzwert des „wahren Werts“ bei Normbedingungen, der aus dem AMS-Messsignal x_i berechnet wird
Δy_{max}	Differenz zwischen dem Maximal- und Minimalwert der SRM-Messwerte bei Normbedingungen
σ_0	Standardabweichung, die der aus Anforderungen der Gesetzgebung abgeleiteten Unsicherheit zugeordnet ist

4.2 Abkürzungen

AMS	automatische Messeinrichtung (en: automated measuring system)
AST	jährliche Funktionsprüfung (en: annual surveillance test)
ELV	Emissionsgrenzwert (en: emission limit value)
QAL	Qualitätssicherungsstufe (en: quality assurance level)
QAL1	erste Qualitätssicherungsstufe
QAL2	zweite Qualitätssicherungsstufe
QAL3	dritte Qualitätssicherungsstufe
SRM	Standardreferenzverfahren (en: standard reference method)

5 Grundlagen

Die in EN 14181 festgelegten allgemeinen Grundlagen der Qualitätssicherung von AMS sind auch auf automatische Staubmesseinrichtungen anzuwenden. Die spezifischen Ergänzungen für diese AMS werden nachfolgend festgelegt.

6 Kalibrierung und Validierung von AMS (QAL2)

6.1 Allgemeines

Die automatische Messeinrichtung ist nach EN 14181 zu kalibrieren und zu validieren. Dabei sind die nachfolgend genannten Abweichungen zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Anhang A zeigt ein Beispiel für die Anwendung der QAL2 auf automatische Staubmesseinrichtungen.

Extraktive Staubmesseinrichtungen müssen vor der Kalibrierung sorgfältig konfiguriert werden.

ANMERKUNG 2 Anhang B enthält Informationen zur Konfiguration von extraktiven Staubmesseinrichtungen.

6.2 Funktionskontrolle

Funktionskontrollen werden durchgeführt, um sicherzustellen, dass die AMS in Übereinstimmung mit den Vorgaben arbeitet, und um die aktiven Bauteile der AMS dahingehend zu prüfen, dass Verunreinigungen durch Staub keinen unzulässigen Einfluss haben.

Die Linearitätsprüfung und die Prüfung des Null- und Referenzpunkts ist mit Ersatzreferenzmaterialien, deren Eignung im Rahmen der Eignungsprüfung der AMS nach EN 15267-3 (QAL1) nachgewiesen wurde, durchzuführen. Zusätzlich sollte eine Prüfung des Offsets ohne Staub durchgeführt werden, indem das AMS-Messsignal unter staubfreien Bedingungen untersucht wird. Dadurch wird sichergestellt, dass der Offset der AMS kleiner ist, als die nach EN 15267-3 erlaubte Drift am Nullpunkt. Staubbefreite Bedingungen können durch Ausbau der AMS aus dem Abgaskanal realisiert werden.

ANMERKUNG Das Ausschalten der Lichtquelle stellt keine gültige Überprüfung des Staubnullpunkts dar.

6.3 Vergleichsmessungen mit dem SRM

6.3.1 Allgemeines

Nach EN 14181 sind mindestens 15 Vergleichsmessungen mit der AMS und dem SRM zur Kalibrierung und Validierung der AMS mit einem unabhängigen Verfahren durchzuführen. Die Messungen müssen im Normalbetrieb der Anlage erfolgen.

Das verwendete Standardreferenzverfahren (SRM) muss die Anforderungen der prEN 13284-1 erfüllen. Falls nach prEN 13284-1 eine Spülung zur Ermittlung von Ablagerungen in der Probenahmeeinrichtung vor dem Filter notwendig ist (siehe prEN 13284-1:2015, 9.6), muss die Spülung nach jeder Vergleichsmessung (SRM-Messergebnis und AMS-Geräteanzeige) erfolgen und nicht erst nach jeder Messreihe.

Falls zu erwarten ist, dass alle SRM-Messergebnisse kleiner als die maximal zulässige Unsicherheit sind und die zuständige Behörde dies gestattet, darf die Anzahl der Messungen auf mindestens 5 Messungen verringert werden, wobei die 5 Messungen über 3 Tage zu verteilen sind. Die gesamte Probenahmedauer muss mindestens 7,5 h betragen (dies entspricht 15-mal 30 min; siehe Anhang C). Die Probenahmedauer muss für alle Vergleichsmessungen gleich sein.

ANMERKUNG Eine Verringerung der Anzahl der Messungen und eine Erhöhung der Probenahmedauer des Standardreferenzverfahrens führen zu einer besseren Quantifizierung sehr geringer Staubkonzentrationen.

6.3.2 Erhöhung der Staubkonzentration durch Abweichung vom Normalbetrieb

Die Staubkonzentrationen liegen im Vergleich zum Emissionsgrenzwert häufig in der Nähe von null, wenn die Abgasreinigungsanlage normal betrieben wird. In solchen Fällen ist es dem Anlagenbetreiber gestattet, den Kalibrierbereich durch eine Erhöhung der Staubkonzentration, die durch eine Abweichung vom Normalbetrieb erreicht wird, zu erweitern. Die Abweichung vom Normalbetrieb muss zwischen dem Anlagenbetreiber und der zuständigen Behörde vereinbart und im Kalibrierbericht vollständig dokumentiert werden.

ANMERKUNG 1 Eine Erhöhung der Staubkonzentration durch Abweichung vom Normalbetrieb kann beispielsweise durch eine leichte Verringerung der Effizienz des Abgasreinigungssystems durch Simulation möglicher Fehler der Einrichtungen oder durch Eindüsen von Staub, der dieselben physikalischen Eigenschaften und eine homogene Konzentrationsverteilung in den Messquerschnitten der AMS und des SRM hat, erreicht werden.

Eine Erhöhung der Staubkonzentration durch Abweichung vom Normalbetrieb kann zu Änderungen der Staubbefindlichkeit führen. Dies kann die Kalibrierfunktion von automatischen Messeinrichtungen beeinflussen, wenn eine Querempfindlichkeit hinsichtlich der Partikelgröße vorliegt (z. B. bei optischen Messeinrichtungen). In diesen Fällen sind eine lineare und eine quadratische Kalibrierfunktion zu berechnen. Die passendste Kalibrierfunktion ist zu verwenden (siehe 6.4.3).

ANMERKUNG 2 Die Berechnung einer quadratischen Kalibrierfunktion wird in Anhang D beschrieben.

Der Kalibrierbereich kann durch Abweichungen vom Normalbetrieb bis zum Emissionsgrenzwert erweitert werden. In diesem Fall sind mindestens 15 Vergleichsmessungen in dem erweiterten Kalibrierbereich in der folgenden Weise durchzuführen:

- mindestens 5 Messungen unter normalen Betriebsbedingungen der Anlage (d.h. bei sehr niedrigen Konzentrationen);
- mindestens 5 Messungen am oberen Ende des erweiterten Kalibrierbereiches (durch Abweichung vom Normalbetrieb);
- mindestens 5 Messungen im Bereich zwischen diesen beiden Konzentrationsniveaus.

6.3.3 SRM-Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze

Falls die mit dem SRM gemessenen Massenkonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze des SRM liegen, dürfen die Verfahren nach Anhang E mit der Zustimmung der zuständigen Behörde zur Konfiguration der AMS eingesetzt werden.

6.3.4 Halbflüchtige Komponenten

Bei der Kalibrierung einer AMS für Staub ist es von Bedeutung, dass die AMS dieselbe Konzentration misst, wie das gleichzeitig eingesetzte SRM. Die Emissionen einiger Prozesse können halbflüchtige Komponenten, auch kondensierbare Verbindungen genannt, enthalten, die bei niedrigen Temperaturen partikelförmig und bei höheren Temperaturen gasförmig vorliegen. In diesen Fällen hängt die gemessene Staubkonzentration von der Temperatur ab. Dies kann einen störenden Einfluss auf die Kalibrierung haben, falls die Probenahmetemperatur der AMS (d. h. die Abgastemperatur im Kanal bei In-situ-Messverfahren) von der für das SRM per Konvention festgelegten Temperatur, die gewöhnlich 160 °C beträgt, abweicht.

Falls halbflüchtige Komponenten im Abgas auftreten, darf die Probenahmetemperatur des SRM die Temperatur bei der Messung mit der AMS nicht übersteigen.

Falls die Abgastemperatur über 110 °C beträgt, muss die Temperatur bei der Behandlung der zu wägenden Teile nach der Probenahme gleich der Temperatur bei der Messung mit der AMS sein.

Wenn die Abgastemperatur kleiner oder gleich 110 °C ist, besteht durch folgende Vorgehensweise eine effektive Möglichkeit zur Erkennung und Berücksichtigung des Einflusses halbflüchtiger Stoffe:

- Einstellung der für das SRM per Konvention festgelegten Temperatur auf 120 °C (d. h. der Filtrations-temperatur und der Trocknungstemperatur) und Wägung der Proben;
- anschließende Trocknung des gesammelten Staubes bei 160 °C und erneute Wägung.

6.4 Datenauswertung

6.4.1 Aufbereitung der Daten

6.4.1.1 Automatische Aufzeichnung der AMS-Messsignale

Das aufzuzeichnende Messsignal der AMS darf analog und/oder digital sein. Die AMS sollte so eingestellt werden, dass das kleinste Messsignal mindestens das Fünffache der Nachweisgrenze beträgt. Die Messsignalspanne sollte ausreichend groß sein, damit die Messsignale mit ausreichender Auflösung erfasst werden können.

Bei analogen Signalausgängen muss das momentane Messsignal der AMS während der Vergleichsmessungen automatisch aufgezeichnet werden, damit anschließend eine elektronische Mittelung möglich ist.

Falls nachgewiesen wurde, dass sich die Kalibrierfunktion bei der Umschaltung von einem Messbereich der AMS in einen anderen nicht ändert, darf die Kalibrierung in einem Messbereich durchgeführt und anschließend die Kalibrierfunktion in dem anderen Messbereich verwendet werden. Dies entspricht dieser Europäischen Norm, falls die im Rahmen der Funktionskontrolle durchgeführte Linearitätsprüfung für beide Bereiche zeigt, dass die Anzeigen unabhängig vom gewählten Bereich identisch sind. Die Prüfung muss mit Ersatzmaterialien (z. B. optischen Filtern) durchgeführt werden, die mindestens zwei Konzentrationen repräsentieren und von zwei angrenzenden Bereichen abgedeckt werden. Dies ist im Bericht über die Funktionskontrolle zu dokumentieren und im Kalibrierbericht anzugeben.

ANMERKUNG Falls die Konzentrationen sehr niedrig sind, kann es vorteilhaft sein, die Kalibrierung unter nicht üblichen Betriebsbedingungen durchzuführen (siehe 6.3.2). In diesem Fall kann die Staubkonzentration deutlich höher sein, als unter normalen Betriebsbedingungen, beispielsweise bei einer Kalibrierung im Bereich des Emissionsgrenzwerts für den Tagesmittelwert von z. B. 10 mg/m³ und einem Normalbetrieb mit Konzentrationen unterhalb von z. B. 1 mg/m³. In diesem Fall kann die AMS in einem Bereich kalibriert werden und anschließend in einen niedrigeren Bereich für den Normalbetrieb umgeschaltet werden.

Es ist sicherzustellen, dass während der Probenahme mit dem SRM keine geräteinternen Überprüfungen der AMS erfolgen.

6.4.1.2 Datenerfassung

6.4.1.2.1 Kontinuierlich messende AMS

Die Zeitspanne zwischen aufeinander folgenden Signalabtastungen darf bei analogen Messsignalen höchstens 25 % der gewählten Mittelungszeit der AMS sein. Die Dauer der jeweiligen Aufzeichnung und die Mittelungszeiten müssen im Kalibrierbericht detailliert aufgeführt werden.

6.4.1.2.2 Diskontinuierlich messende AMS

Diskontinuierlich messende AMS werden durch die Dauer t_{cycle} des gesamten Messzyklus und die Probenahmedauer t_{sample} charakterisiert. Das Verhältnis $t_{\text{sample}}/t_{\text{cycle}}$ sollte größer als 90 % sein.

Ein Verhältnis $t_{\text{sample}}/t_{\text{cycle}}$, das kleiner als 90 % ist, darf verwendet werden, falls keine schnellen Änderungen der Staubkonzentration vorliegen. Solche Fälle müssen von der zuständigen Behörde genehmigt werden.

Die Vergleichsmessung mit dem SRM muss zu Beginn eines neuen Gesamtmesszyklus der AMS gestartet werden. Sie muss eine ganze Anzahl von einzelnen Messzyklen überdecken.

6.4.2 Auswahl der von automatischen SRM ermittelten Datenpunkte

Dieser Abschnitt der EN 14181 findet hier keine Anwendung.

6.4.3 Aufstellung der Kalibrierfunktion

Die zuständige Behörde kann die Anwendung des in EN 14181:2014, 6.4.3 b) festgelegten Verfahrens zur Ermittlung der Kalibrierfunktion genehmigen, auch wenn der Wertebereich der SRM-Ergebnisse die maximal zulässige Unsicherheit überschreitet.

ANMERKUNG 1 Bei der Kalibrierung von automatischen Staubmessenrichtungen ist es zur Vermeidung von ungeeigneten Kalibrierfunktionen von Vorteil, den Nullpunkt in die Kalibrierung einzubeziehen. Die Fähigkeit der AMS, Null anzuzeigen, wenn eine Nullkonzentration vorliegt, wird im Rahmen der Funktionskontrolle nachgewiesen und im Bericht über die Funktionskontrolle dokumentiert.

Falls in der QAL1 festgestellt wird, dass die AMS empfindlich gegen die Partikelgröße ist, sind eine lineare und eine quadratische Kalibrierfunktion zu berechnen. Die geeignetere der beiden Kalibrierfunktionen ist zu verwenden. Die verwendete Kalibrierfunktion muss die Anforderung an die Variabilität einhalten.

ANMERKUNG 2 Anhang D zeigt ein Beispiel einer quadratischen Regression.

6.5 Kalibrierfunktion der AMS und deren Gültigkeit

Der gültige Kalibrierbereich darf bis zu 50 % des Emissionsgrenzwerts für den Tagesmittelwert erweitert werden, falls das Vorliegen einer linearen Kalibrierfunktion nachgewiesen wird. Dazu ist das Kalibrierverfahren nach EN 14181:2014, 6.4.3 a) anzuwenden. Das ermittelte Bestimmtheitsmaß R^2 muss mindestens 0,80 betragen.

6.6 Berechnung der Variabilität

Falls eine quadratische Kalibrierfunktion verwendet wird, sind in der Variabilitätsprüfung die mit der quadratischen Kalibrierfunktion berechneten AMS-Messwerte zur Berechnung der Variabilität zu verwenden.

6.7 Variabilitätsprüfung

Falls die Variabilitätsprüfung für die Trocknungstemperatur von 160 °C nicht bestanden wird, darf die Kalibrierfunktion der niedrigeren Trocknungstemperatur unter der Voraussetzung verwendet werden, dass die Variabilitätsprüfung für diese Temperatur bestanden wurde. Dies ist im Kalibrierbericht zu dokumentieren.

Falls die Variabilitätsprüfung aufgrund des Einflusses halbflüchtiger Stoffe nicht bestanden wird, dürfen nach prEN 13284-1:2015, Anhang H andere Konventionen getroffen werden. Dies ist im Kalibrierbericht anzugeben.

Falls keine der beiden Kalibrierfunktionen die Variabilitätsprüfung besteht, ist die Kalibrierung ungültig und daher zu verwerfen.

6.8 Berichterstattung über die QAL2

Alle Abweichungen von den in EN 14181 und dieser Europäischen Norm festgelegten Verfahren und mögliche Einflüsse auf die Ergebnisse müssen im Kalibrierbericht angegeben werden.

7 Laufende Qualitätssicherung beim Betrieb (QAL3)

Die laufende Qualitätssicherung im Betrieb (QAL3) ist nach EN 14181 durchzuführen.

8 Jährliche Funktionsprüfung (AST)

Die jährliche Funktionsprüfung (AST) ist nach EN 14181 durchzuführen.

Falls die Anzahl der Vergleichsmessungen bei der letzten QAL2 verringert wurde, darf die Anzahl der Vergleichsmessungen auf 3 gültige Messungen verringert werden, wobei für jede Messung die in der QAL2 verwendete Probenahmedauer zu verwenden ist.

9 Dokumentation

Die Dokumentation der AMS muss die Anforderungen der EN 14181 erfüllen.

Anhang A (informativ)

Beispiel für die Berechnung der Kalibrierfunktion und die Variabilitätsprüfung

A.1 Allgemeines

Die zweite Qualitätssicherungsstufe (QAL2) umfasst die Kalibrierung, die Ermittlung der Variabilität und die Überprüfung der Einhaltung von gesetzlichen Anforderungen an die Messunsicherheit.

Dieses Beispiel zeigt Ergebnisse von AMS- und SRM-Messungen, die an einer Hausmüllverbrennungsanlage durchgeführt wurden. Die Anlage war mit einer optischen Staubmesseinrichtung (Streulichtgerät) ausgestattet. Während der Messungen wurde das elektrische Messsignal der Messeinrichtung aufgezeichnet. Die SRM-Messungen wurden nach prEN 13284-1 durchgeführt. Weiterhin wurden die Bezugsgrößen in Übereinstimmung mit den Anforderungen der EN 14181 mit den Anlagenmessgeräten und mit den zur SRM-Messung gehörenden Geräten ermittelt.

Die Berechnung der Kalibrierfunktion und die Überprüfung der Variabilität erfolgten nach EN 14181 auf der Basis dieser Messungen.

A.2 Datenauswertung

A.2.1 Allgemeines

Tabelle A.1 zeigt die Messverfahren und Anforderungen, die in diesem Beispiel verwendet werden.

Tabelle A.1 — Messverfahren und Anforderungen

Parameter	staubförmige Emissionen
AMS	optische Staubmesseinrichtung (Streulichtgerät)
AMS-Offset	4 mA
SRM	manuelles gravimetrisches Verfahren nach prEN 13284-1
Emissionsgrenzwert (ELV) für den Tagesmittelwert bei Normbedingungen (0 °C, 1 013 hPa, trockenes Gas, 11 % O ₂)	10 mg/m ³
Maximal zulässige erweiterte Unsicherheit als Prozentwert bezogen auf den ELV	30 % des ELV = 3,0 mg/m ³
Standardabweichung σ_0 bei Normbedingungen (0 °C, 1013 hPa, trockenes Gas, 11 % O ₂)	1,5 mg/m ³

In diesem Beispiel wurden an drei Tagen insgesamt fünfzehn gleichmäßig über die Tage verteilte Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle A.2 aufgeführt.

Tabelle A.2 — Messergebnisse der QAL2

Proben- nummer i	SRM-Messwert bei AMS-Bedingungen y_i mg/m ³	AMS-Messsignal bei AMS-Bedingungen x_i mA
1	4,05	6,14
2	8,69	9,25
3	2,49	5,35
4	4,62	6,31
5	5,68	8,07
6	2,17	5,19
7	2,80	5,24
8	2,56	5,55
9	3,28	5,63
10	3,69	6,11
11	2,55	5,33
12	3,95	6,21
13	1,21	4,78
14	1,25	4,67
15	0,85	4,52
Summe	49,85	88,36

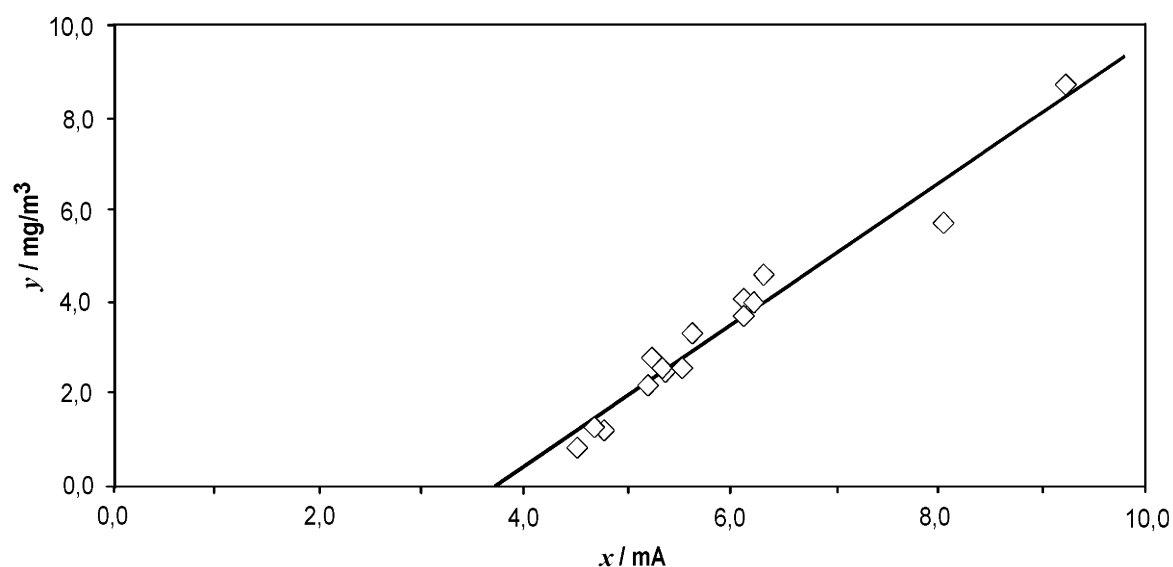


Bild A.1 — Auftragung der SRM-Messwerte y gegen die AMS-Messsignale x und die nach A.2.3 ermittelte Kalibrierfunktion

In Bild A.1 sind die Ergebnisse der SRM-Messung gegen die AMS-Messsignale aufgetragen. Die Auftragung der SRM-Messwerte gegen die AMS-Messsignale wird empfohlen, da dies einen visuellen Eindruck von den Daten vermittelt und zum Verständnis der Ergebnisse beiträgt, die mit den statistischen Verfahren gewonnen werden.

Anschließend werden die Berechnungen und Prüfungen durchgeführt.

A.2.2 Berechnung der SRM-Messwerte für Normbedingungen

Die Anforderung an die Messunsicherheit der AMS-Messwerte beträgt 30 % des Tagesgrenzwerts, der für Normbedingungen (0 °C, 1 013 hPa, trockenes Abgas mit einem Sauerstoffgehalt von 11 %) festgelegt ist.

Zur Entscheidung über die Verwendung der Methode a), b) oder c) in 6.4.3 der EN 14181:2014 zur Berechnung der Kalibrierfunktion ist es wichtig, die SRM-Messwerte für Normbedingungen zu berechnen. Die SRM-Messwerte y sollten daher mit Hilfe von Gleichung (A.1) unter Berücksichtigung der jeweils zutreffenden Teile auf Normbedingungen umgerechnet werden:

$$y_s = y \times \frac{t + 273,15 \text{ K}}{273,15 \text{ K}} \times \frac{1013 \text{ hPa}}{1013 \text{ hPa} + p} \times \frac{100 \%}{100 \% - h} \times \frac{21 \% - o_s}{21 \% - o} \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

- t die Celsiusstemperatur;
- p die Differenz zwischen dem statischen Druck des Probengases und dem Bezugsdruck;
- h der absolute Volumenanteil des Wasserdampfes;
- o der Volumenanteil des Sauerstoffs im trockenen Gas;
- o_s der Sauerstoffbezugswert.

Die Werte der Bezugsgrößen und die umgerechneten SRM-Messwerte sind in Tabelle A.3 aufgeführt.

Tabelle A.3 — SRM-Messungen der QAL2

Proben- nummer i	SRM-Messwert bei AMS- Bedingungen y_i mg/m ³	Temperatur t_i °C	Wasserdampf- gehalt h_i %	O ₂ -Gehalt im trockenen Gas o_i %	SRM-Messwert bei Norm- bedingungen $y_{i,s}$ mg/m ³
1	4,05	143,0	15,1	12,4	8,46
2	8,69	144,0	15,6	12,9	19,42
3	2,49	145,0	14,3	12,3	5,11
4	4,62	146,0	14,9	12,2	9,47
5	5,68	145,0	14,7	12,4	11,85
6	2,17	144,0	16,2	11,1	4,00
7	2,80	144,0	16,3	11,7	5,49
8	2,56	142,0	16,0	12,1	5,20
9	3,28	143,0	16,1	11,6	6,34
10	3,69	144,0	14,4	12,3	7,57
11	2,55	144,0	16,1	11,7	4,99
12	3,95	145,0	15,2	12,1	8,01
13	1,21	143,0	16,9	12,0	2,47
14	1,25	145,0	14,9	12,4	2,61
15	0,85	146,0	15,7	11,9	1,70

A.2.3 Kalibrierfunktion

Die Kalibrierfunktion wird durch Gleichung (A.2) beschrieben:

$$y_i = a + b x_i \quad (A.2)$$

Dabei ist

- x_i das AMS-Messsignal;
- y_i das SRM-Ergebnis;
- a der Achsenabschnitt der Kalibrierfunktion;
- b die Steigung der Kalibrierfunktion.

Tabelle A.3 liefert für das Minimum und das Maximum der SRM-Messwerte bei Normbedingungen:

$$y_{s,max} = 19,4 \text{ mg/m}^3$$

$$y_{s,min} = 1,7 \text{ mg/m}^3$$