

	Außenluft Bestimmung der Staubmasse auf einem Filtermedium Betastrahlen-Absorptionsmethode (ISO 10473:2000)	DIN ISO 10473
--	--	-------------------------

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

ICS 13.040.20

Ambient air —
Measurement of the mass of particulate matter on a filter medium —
Beta ray absorption method
(ISO 10473:2000)

Air ambiant —
Mesurage de la masse des matières particulaires sur un milieu filtrant —
Méthode par absorption de rayons bêta
(ISO 10473:2000)

Die Internationale Norm ISO 10473:2000, „Ambient air — Measurement of the mass of particulate matter on a filter medium — Beta ray absorption method“, ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 10473 wurde vom Unterkomitee SC 3 „Außenluft“ des Technischen Komitees ISO/TC 146 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet. An der Erstellung dieser Norm war der Fachbereich IV „Umweltmesstechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN — Normenausschuss — beteiligt.

Im Zusammenhang mit dieser Norm wird im Folgenden auf entsprechende VDI-Richtlinien hingewiesen, die von der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN — Normenausschuss — erarbeitet wurden:

VDI 2463 Blatt 5: 1987-12
VDI 2463 Blatt 6: 1987-11

Fortsetzung Seite 2 bis 16

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

Deutsche Übersetzung

Außenluft

Bestimmung der Staubmasse auf einem Filtermedium
Betastrahlen-Absorptionsmethode

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Begriffe und Definitionen	3
3 Grundlage	4
3.1 Beschreibung	4
3.2 Einschränkungen	5
4 Geräte	5
4.1 Geräte für sequentielle oder gleichzeitige Probenahme und Probenanalyse.....	8
4.2 Geräte für eine getrennte Probenahme und Probenanalyse	10
5 Kalibrierung der Betastrahlen-Messvorrichtung	10
5.1 Nullpunktkalibrierung und Nullpunktstreuung	10
5.2 Kalibrierung	12
6 Durchführung der Messung	14
6.1 Probenahmedauer	14
6.2 Automatische Geräte für eine sequentielle oder gleichzeitige Probenahme und Probenanalyse	14
6.3 Automatische Geräte für eine getrennte Probenahme und Probenanalyse	14
7 Darstellung der Ergebnisse	15
8 Prüfbericht	15
Literaturhinweise	16

Vorwort

ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedskörperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitgliedskörperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden nach den Regeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 3 gestaltet.

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedskörperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitgliedskörperschaften.

Die Internationale Norm ISO 10473 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146, *Luftbeschaffenheit*, Unterkomitee SC3, *Außenluft*, erarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt eine Methode zur Messung der Staubmasse in der Außenluft auf der Grundlage der Absorption von Betastrahlung durch Staubpartikel.

Diese Methode findet Anwendung bei der Bestimmung von Staubkonzentrationen im Bereich von wenigen Mikrogramm je Kubikmeter bis zu wenigen Milligramm je Kubikmeter. Derartige Konzentrationen sind in der Außenluft von städtischen, ländlichen oder industriellen Gebieten anzutreffen.

Bei dieser Methode beträgt die untere Grenze der Massenbelegung des Filters mit der Fläche S für einen Nachweis normalerweise $15 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ bis $30 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Dies bedeutet, dass bei einer Probenahmedauer t von 3 Stunden und einem Probenvolumenstrom q von $1 \text{ m}^3/\text{h}$ die Nachweisgrenze für die Staubkonzentration im Bereich von $5 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ und $10 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ liegt und, wie folgt, berechnet wird:

$$\text{Konzentration} = (\text{mg}/\text{cm}^2) \cdot \frac{S(\text{cm}^2)}{q(\text{m}^3/\text{h})} \cdot \frac{1}{t(\text{h})}$$

Probenahmetechniken werden in dieser Internationalen Norm nicht behandelt.

ANMERKUNG Die Staubkonzentration berechnet sich durch Division der auf einem Filterband oder einem Einzelfilter abgeschiedenen Staubmasse mit dem bekannten Probeluftvolumen. Die Konzentration hängt jedoch von der Probenahmetechnik ab, zum Beispiel von der Ausführung des Probeneinlasses. Gewöhnlich werden bei der Probenahme von Außenluftpartikeln die großen Teilchen mittels eines größenselektierenden Probeneinlasses (z. B. einem Kaskadenimpaktor oder einem Abscheidezyklon) herausgefiltert. Die Begrenzung der Partikelgröße wird durch die Eigenschaften des Probenahmekopfes festgelegt.

2 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gilt der folgende Begriff.

2.1

Betastrahlung

Strahlung, die von Elektronen während des Kernzerfalls eines radioaktiven Elementes ausgesandt wird

ANMERKUNG Gemäß dieser Internationalen Norm können Elemente wie ^{147}Pm , ^{14}C oder ^{85}Kr verwendet werden.

3 Grundlage

3.1 Beschreibung

Ein bekanntes Volumen von Außenluft wird durch ein Filter gesaugt, auf dem die Staubpartikel abgeschieden werden. Die Gesamtmasse des Staubes wird durch Messung der Absorption von Betastrahlung bestimmt. Dieser Messung liegt das folgende empirische Absorptionsgesetz zugrunde:

$$N = N_0 \cdot e^{-km} \quad (1)$$

Dabei ist

- N_0 die Anzahl der je Zeiteinheit (auf das Filter) auftreffenden Elektronen (Zählimpulse je Sekunde);
- N die Anzahl der je Zeiteinheit (durch das Filter) hindurchgehenden und hinter dem Filter gemessenen Elektronen (Zählimpulse je Sekunde);
- k der auf die Masseneinheit bezogene Absorptionskoeffizient (in cm^2/mg);
- m die flächenbezogene Masse (mg/cm^2) des der Betastrahlung ausgesetzten Stoffes.

In der Praxis ist es nicht notwendig, N_0 zu ermitteln; die flächenbezogene Masse des gesammelten Staubes wird wie folgt bestimmt:

- a) Erster Schritt: es wird eine Messung am Leerfilter vorgenommen:

$$N_1 = N_0 \cdot e^{-km_0} \quad (2)$$

Dabei ist

- N_1 die Anzahl der je Zeiteinheit (durch das Leerfilter) hindurchgehenden und hinter dem Leerfilter gemessenen Elektronen (Zählimpulse je Sekunde);
- m_0 die flächenbezogene Masse (mg/cm^2) des Leerfilters.

- b) Zweiter Schritt: Es wird eine Messung an demselben mit Staub beladenen Filter vorgenommen:

$$N_2 = N_0 \cdot e^{-k(m_0 + \Delta m)} \quad (3)$$

Dabei ist

- N_2 die Anzahl der je Zeiteinheit (durch das Filter) hindurchgehenden und hinter dem mit Staub beladenen Filter gemessenen Elektronen (Zählimpulse je Sekunde);
- Δm die auf dem Filter gesammelte flächenbezogene Staubmasse (mg/cm^2).

Die Kombination der Gleichungen (2) und (3) ergibt:

$$N_1 = N_2 \cdot e^{+k\Delta m} \quad (4)$$

oder

$$\Delta m = \frac{1}{k} \ln \left[\frac{N_1}{N_2} \right] \quad (5)$$

Diese Messmethode hat die folgenden Eigenschaften:

- Die empirische Exponentialfunktion [Gleichung (1)] ist in dem in der Praxis anzutreffenden Arbeitsbereich gültig. Der Gültigkeitsbereich hat jedoch eine obere Grenze, die direkt proportional zum Energiemaximum des Emissionsspektrums der verwendeten Betastrahlungsquelle ist.

3.2 Einschränkungen

Das Absorptionsgesetz (1) kann für größere Partikel eine geringe Abhängigkeit von der Partikeldichte und der Partikelgröße aufweisen. Um diesen Einfluss möglichst klein zu halten, werden große Partikel gewöhnlich mittels eines Kaskadenimpaktors im Probenahmekopf herausgefiltert.

Fehler bei der Massenbestimmung können durch eine räumliche Inhomogenität der Betastrahlung sowie durch eine ungleichmäßige Staubbiladung (des Filters) infolge Verschleiß des Probenahmesystems verursacht werden.

Veränderungen des Atmosphärendrucks sowie der Temperatur verursachen Veränderungen in der Dichte der Probeluft zwischen der Strahlungsquelle und dem Detektor. Dies kann die Massenbestimmung des auf dem Filter abgeschiedenen Staubes beeinträchtigen. Der Fehler kann gering gehalten werden, wenn man die Zeit zwischen den Messungen von N_1 und N_2 so kurz wie möglich hält, und er kann durch Messung des Atmosphärendrucks und der Temperatur oder durch Verwendung eines Doppelsystems von Detektoren korrigiert werden; in diesem Fall muss das Ergebnis der zweiten Messung (N_2) als Massenzuwachs über die Zeit kontinuierlich erfasst werden.

Die elementspezifische sowie die chemische Zusammensetzung des Staubes in der Außenluft hat einen geringen Einfluss auf den Wert des auf die Masseneinheit bezogenen Absorptionskoeffizienten k .

Der Einfluss von radioaktiven Substanzen im Staub ist für langlebige Radioisotope vernachlässigbar. In Gegenden jedoch, in denen Radon und seine Zerfallsprodukte auf niedrigem Niveau vorhanden sind, kann die Signalerzeugung des Betastrahlen-Detektors beeinträchtigt sein. Der Fehler hängt vom Typ des verwendeten Systems ab.

4 Geräte

Die Geräte sollten in einem klimatisierten Raum aufgestellt werden.

Die Geräte können als automatische Messsysteme mit sequentieller oder gleichzeitiger Probenahme und Probenanalyse oder als automatische Messsysteme mit getrennter Probenahme und Probenanalyse ausgeführt sein. Letztere bestehen aus zwei Baugruppen, aus einer für die Probenahme des Staubes und aus einer weiteren für die Bestimmung der Staubmasse.

Schematische Darstellungen von vier Geräten, die eine sequentielle oder gleichzeitige Probenahme und Probenanalyse mittels eines oder zweier Betastrahlen-Messvorrichtungen ermöglichen, sind in Bild 1 dargestellt:

- Automatisches Messgerät für gleichzeitige Probenahme und Probenanalyse, bestückt mit einer Betastrahlen-Messvorrichtung [siehe Bild 1a)];
- Automatisches Messgerät für eine sequentielle Probenahme und Probenanalyse, bestückt mit zwei Betastrahlen-Messvorrichtungen [siehe Bild 1b)];
- Automatisches Messgerät für sequentielle Probenahme und Probenanalyse, bestückt mit einer Betastrahlen-Messvorrichtung [siehe Bild 1c)];
- Automatisches Messgerät für sequentielle Probenahme und Probenanalyse an Einzelfiltern, bestückt mit einer Betastrahlen-Messvorrichtung.

Unabhängig von der jeweiligen Ausführungsart verfügen die Geräte über folgende Hauptkomponenten.