

Luftbeschaffenheit
Bestimmung von Ozon in Außenluft
UV-photometrisches Verfahren
(ISO 13964 : 1998)

DIN
ISO 13964

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

ICS 13.040.20

Air quality – Determination of ozone in ambient air –
Ultraviolet photometric method
(ISO 13964 : 1998)

Qualité de l'air – Dosage de l'ozone dans l'air ambiant –
Méthode photométrique dans l'ultraviolet
(ISO 13964 : 1998)

Die Internationale Norm ISO 13964 : 1998-08-01 „Air quality – Determination of ozone in ambient air – Ultraviolet photometric method“ ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 13964 wurde vom Unterkomitee SC 3 „Außenluft“ des Technischen Komitees ISO/TC 146 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet und im August 1998 veröffentlicht. An der Erstellung dieser Norm waren Fachleute aus dem Fachbereich IV „Meßtechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN beteiligt.

Für die im Inhalt zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 4226 : 1993 siehe DIN ISO 4226

ISO 6879 : 1995 siehe DIN ISO 6879

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 4226

Luftbeschaffenheit – Allgemeine Gesichtspunkte – Einheiten;
Identisch mit ISO 4226 : 1993

DIN ISO 6879

Luftbeschaffenheit – Verfahrenskenngrößen und verwandte Begriffe für Meßverfahren zur Messung der Luftbeschaffenheit (ISO 6879 : 1995)

Fortsetzung Seite 2 bis 10

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

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	3
2 Störungen.	3
3 Grundlagen	3
4 Zubehör.	3
5 Geräte.	4
6 Durchführung.	6
7 Angabe der Ergebnisse	7
8 Meßbericht	8
Anhang A (informativ) Literaturangaben zu einigen Störkomponenten für UV-photometrische Ozon-Meßgeräte . . .	9
Anhang B (informativ) Korrektur für Stickstoffmonoxid	9
Anhang C (informativ) Typische Leistungsdaten eines UV-photometrischen Ozon-Meßgerätes.	9
Literaturhinweise	10

Vorwort

Die 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 in Übereinstimmung mit den Regeln der ISO/IEC-Direktive, Teil 3, entworfen.

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

Die Internationale Norm ISO 13964 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146, Luftbeschaffenheit, Unterkomitee SC 3, Außenluft, erarbeitet.

Die Anhänge A, B und C dieser Internationalen Norm sind nur zur Information.

WARNHINWEIS: Dieses Dokument erfordert die Verwendung von Ozongas. Ozon ist ein toxisches Gas; deshalb sollte gute Laborpraxis die Ozon-Konzentration in Innenräumen auf weniger als 200 µg/m³ (Volumenanteil 1×10^{-7}) begrenzen. Weitere Einzelheiten zu Risiken und zur Sicherheit beim Umgang mit Ozon ist einschlägiger Literatur zu entnehmen. Überschüssiges Ozon sollte über ein Aktivkohle-Filter (mit vernachlässigbarem Gegendruck) oder nach draußen, genügend weit von einer Probenansaugöffnung entfernt, abgeleitet werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Ultraviolett-photometrisches (UV) Verfahren zur Bestimmung von Ozon in Außenluft fest. Es ist anwendbar zur Bestimmung von Ozon-Konzentrationen im Bereich von $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Volumenanteil 1×10^{-9}) bis $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ (Volumenanteil 1×10^{-6}). In dieser Internationalen Norm werden die Referenzbedingungen 25°C und $101,325 \text{ kPa}$ gewählt^{N1}; Referenztemperaturen von 0°C und 20°C sind jedoch auch zulässig.

Für die Kalibrierung legt diese Internationale Norm die Ultraviolett-Photometrie wegen ihrer nachgewiesenen Genauigkeit und Spezifität gegenüber Ozon als primäres Referenzverfahren fest. Der Einsatz von sekundären Referenzverfahren (oft Transferstandards genannt), die nicht auf der UV-Photometrie beruhende Verfahren einschließen, ist zulässig, wenn sie zuvor mit dem primären UV-Referenzverfahren kalibriert wurden (Definitionen siehe ISO 6879).

2 Störungen

Das UV-photometrische Verfahren wird nicht von den gängigen gasförmigen Luftverunreinigungen in Konzentrationen von weniger als $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ (Volumenanteil 1×10^{-7}) gestört. Es wurden jedoch Störungen für Stickstoffdioxid- bzw. Schwefeldioxid-Konzentrationen angegeben, die in Volumenanteilen von $0,5 \times 10^{-6}$ Ozonäquivalente von etwa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Volumenanteil 1×10^{-9}) bzw. etwa $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Volumenanteil 4×10^{-9}) vortäuschen. Andere Störkomponenten für Meßgeräte mit Mangandioxid-Ozonfiltern sind im Anhang A dieser Internationalen Norm tabellarisch dargestellt.

Partikel reichern sich, sofern sie nicht entfernt werden, in der Probenahmeleitung an und können eine meßbare Zersetzung von Ozon verursachen.

In der Außenluftprobe enthaltenes Stickstoffmonoxid reagiert während der Verweilzeit in der Probenahmeleitung teilweise mit dem Ozon. Die Korrektur dieses Einflusses wird in Anhang B dieser Internationalen Norm beschrieben.

Bei Ozon-Meßgeräten mit nur einer Absorptionsküvette kann jede Luftverunreinigung, die die UV-Strahlung des Photometers absorbiert und deren Konzentration sich innerhalb der Zykluszeit des Gerätes ändert, eine Störung verursachen. Eine ähnliche Einschränkung gilt an Meßstellen, an denen sich die Ozon-Konzentration in der Außenluft innerhalb dieses Zeitraums selbst ändert, wie zum Beispiel an Straßenkreuzungen.

ANMERKUNG: Wenn der Verdacht besteht, daß Störungen auftreten, ist es im allgemeinen ratsamer, ein anderes Verfahren einzusetzen (zum Beispiel das Chemilumineszenz-Verfahren mit Ethylen, siehe [2]), als zu versuchen, die Störkomponente herauszufiltern, da die Instabilität von Ozon die Erprobung und Prüfung von entsprechenden Filtern besonders schwierig macht.

3 Grundlagen

Probenluft wird kontinuierlich durch eine optische Absorptionsküvette gesaugt, in der sie mit monochromatischer Strahlung der Wellenlänge $253,7 \text{ nm}$ aus einer stabilisierten Niederdruck-Quecksilber-Entladungslampe durchstrahlt wird. Die UV-Strahlung, die durch die Absorptionsküvette tritt, wird von einer empfindlichen Photodiode oder einem Photomultiplier gemessen und in ein meßbares elektrisches Signal umgewandelt. Die Absorption dieser Strahlung durch die Probenluft in der Absorptionsküvette ist ein Maß für die Ozon-Konzentration in der Außenluft. Ein Katalysator entfernt selektiv das Ozon aus dem Probenluftstrom. Dies erfolgt entweder für die Meßküvette (Ein-Küvetten-Anordnung) oder eine separate, identische

Vergleichsküvette (Zwei-Küvetten-Anordnung); beide Anordnungen sind zulässig.

Das Lambert-Beersche Gesetz zur Lichtabsorption setzt die gemessene UV-Durchlässigkeit mit der Weglänge der Absorptionsküvette, dem Absorptionskoeffizienten von Ozon bei $253,7 \text{ nm}$ und der Ozon-Konzentration in Beziehung. Diese Beziehung ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$\text{Durchlässigkeit} = I/I_0 = \exp(-aCd) \quad (1)$$

Dabei ist:

I/I_0 die Durchlässigkeit der ozonhaltigen Probe, d. h. das Verhältnis der Strahlungsintensitäten (üblicherweise Lichtintensitäten genannt), die vom Detektor gemessen werden, wenn die Absorptionsküvette Probenluft enthält bzw. wenn die Küvette von Ozon befreite Luft enthält;

a der Absorptionskoeffizient von Ozon bei $253,7 \text{ nm}$, in Quadratmeter je Mikrogramm;
($a = 1,44 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\mu\text{g}$; siehe [3]);

C die Massenkonzentration von Ozon bei der Proben-temperatur und dem Druck in der Absorptionsküvette, in Mikrogramm je Kubikmeter;

d die optische Weglänge, in Meter.

Die meisten modernen kommerziellen Ozon-Meßgeräte messen Temperatur und Druck der Probenluft in der Absorptionsküvette. Mit diesen Daten korrigiert ein interner Mikroprozessor automatisch die gemessene Ozon-Konzentration hinsichtlich der gewählten Bezugsbedingungen. Bei Meßgeräten ohne diese automatische Druck- und Temperaturkompensation müssen die Konzentrationen manuell hinsichtlich der gewählten Bezugsbedingungen (T_{ref} $^\circ\text{C}$ und $101,325 \text{ kPa}$) nach folgender Gleichung korrigiert werden:

$$C_{\text{ref}} = \frac{101,325}{P} \cdot \frac{(T + 273,15)}{(T_{\text{ref}} + 273,15)} \cdot C \quad (2)$$

Dabei ist:

C_{ref} die Massenkonzentration von Ozon bei der Bezugstemperatur (T_{ref}) und dem Bezugsdruck ($101,325 \text{ kPa}$), in Mikrogramm je Kubikmeter;

T die Proben-temperatur der Absorptionsküvette, in Grad Celsius;

P der Proben-druck in der Absorptionsküvette, in Kilopascal;

T_{ref} die Bezugstemperatur, in Grad Celsius;

C die Massenkonzentration von Ozon aus Gleichung (1) bei der Proben-temperatur (T) und dem Proben-druck (P) in der Absorptionsküvette, in Mikrogramm je Kubikmeter.

4 Zubehör

4.1 Probenahmeleitung, hergestellt aus gegenüber Ozon inertem Material, wie zum Beispiel Glas oder Fluorkohlenstoff-Polymer, und so kurz wie möglich, um die Verweilzeit minimal zu halten. Stickstoffmonoxid in der Probenluft reagiert während der Verweilzeit in der Probenahmeleitung teilweise mit Ozon. Diese Abnahme des Ozons ist eine Funktion der Ozon- und Stickstoffmonoxid-Konzentration in der Außenluft (siehe Anmerkung unten). Berechnungen haben gezeigt, daß diese Ozonabnahme bei den üblichen Konzentrationen von

^{N1}) Nationale Fußnote: Im englischsprachigen Originaldokument ist für den Referenzdruck der Wert $101,25 \text{ kPa}$ angegeben. Dabei handelt es sich um einen Druckfehler.