



Aktualität

Genauere Messresultate für bodennahe Ozon

Das Gasanalytiklabor des METAS kalibriert seit 1993 Ozonmessgeräte nach einer einheitlichen Methode mit einem primären Ozonphotometer. Diese Methode soll nun in einem international koordinierten Prozess den neusten Erkenntnissen angepasst und die Messunsicherheiten reduziert werden.

Bernhard Niederhauser

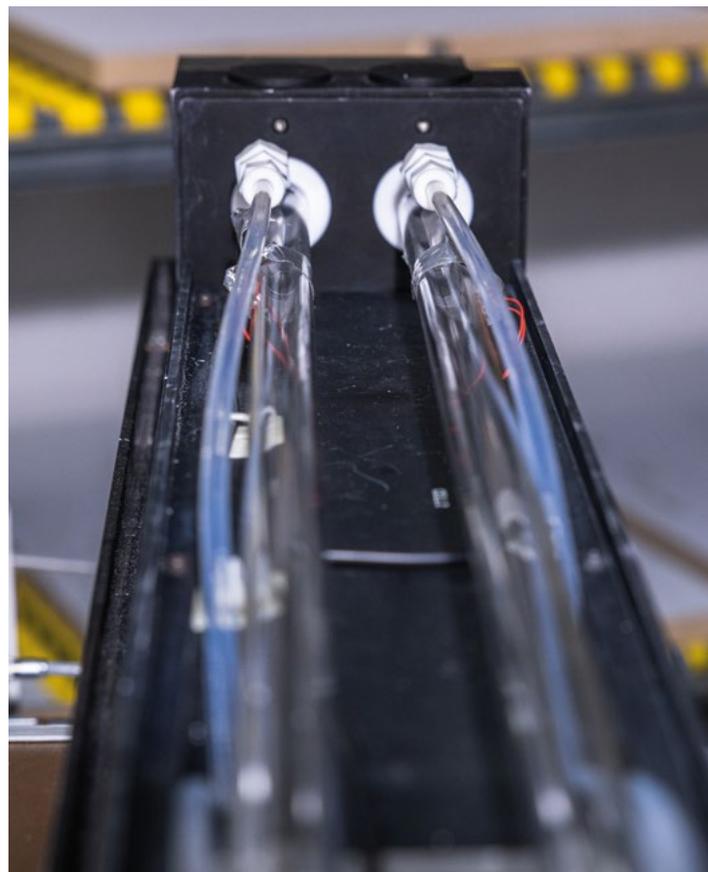
Die Messung und damit auch die Kalibrierung von Messgeräten für Stoffmengenanteile von Ozon in der bodennahen Luft haben in der Schweiz eine lange Tradition. Einer normierten Methode folgend, werden die für die Überwachung der Luftqualität und für die Forschung eingesetzten Messgeräte regelmässig kalibriert. Dabei wird der von einem stabilen Ozongenerator erzeugte Stoffmengenanteil¹ Ozon in Luft durch photometrische Messung mit einem Standard-Referenzphotometer (SRP) berechnet.

$$x_{O_3} = \frac{-1}{2 \cdot L_{opt} \cdot \sigma} \cdot \frac{R}{N_A} \cdot \frac{T_{mes}}{p_{mes}} \cdot \ln(D)$$

Formel zur Berechnung des Stoffmengenanteils von Ozon: x_{O_3} ist der Stoffmengenanteil von Ozon; L_{opt} ist die mittlere optische Länge der Messzellen; σ ist der Absorptionsquerschnitt eines Ozonmoleküls; R ist die universelle Gaskonstante und N_A die Avogadrokonstante. T_{mes} und p_{mes} sind die gemessenen Temperatur- und Druckbedingungen und D ist das Produkt der Transmissionen beider Messzellen.



Das «Manifold» verteilt das Ozonluftgemisch mit stabilem Stoffmengenanteil auf die Referenz und gleichzeitig auf bis zu drei Prüflinge.



Die beiden 90 cm langen Messzellen werden abwechselnd mit einem ozonhaltigen Gemisch oder mit Nullluft beaufschlagt.

Dieses Ozonluftgemisch wird gleichzeitig auf einen Prüfling gegeben, um ihn damit zu kalibrieren. Den grössten Einfluss auf diese Berechnung und ihre Unsicherheit hat der Absorptionsquerschnitt (vgl. Formel). Der derzeit verwendete Wert des Absorptionsquerschnitts aus dem Jahr 1961² wird nun weltweit durch einen neuen, vereinbarten Wert mit der Bezeichnung CCQM.O3.2019 ersetzt werden und ab dem Jahr 2025 genauere Referenzwerte und damit auch genauere Messwerte ermöglichen.

Eine Arbeitsgruppe koordiniert die weltweite Implementierung

Damit die Umstellung vom alten auf den neu definierten Wert des Absorptionsquerschnitts möglichst reibungslos und vor allem rückverfolgbar vonstatten geht, wurde eine internationale Arbeitsgruppe eingesetzt, die die Umstellung koordiniert und Leitfäden erarbeitet. Die Arbeitsgruppe mit Schweizer Beteiligung hat aktuell die Leitfäden zur Implementierung und zur einheitlichen Verwendung von

Absorptionskennwerte

	Vor dem Wechsel	Umrechnungsfaktor	Nach dem Wechsel
Zeitbereich	Bis Dez. 2024		Ab Jan. 2025
Name der Referenz	Hearn.1961		CCQM.O3.2019
Absorptionsquerschnitt pro Molekül σ	1,1476·10 ⁻¹⁷ cm ²	1,01298	1,1329·10 ⁻¹⁷ cm ² ⁴
Rel. Messunsicherheit σ	1,06 %		0,31 %
Linearer Absorptionskoeffizient σ_x	308,32 cm⁻¹	1,01293	304,39 cm⁻¹
Rel. Messunsicherheit σ_x	1,06 %		0,31 %

Die Angaben der Absorptionskennwerte unterscheiden sich vor und nach dem Wechsel. Der bisher verwendete Wert wird mit dem neuen, etwas tieferen und dreimal genaueren Wert ersetzt. Nicht nach CCQM.O3.2019 korrigierte Daten können mit dem Umrechnungsfaktor auf die neue Referenz umgerechnet werden. Da im SRP der lineare Absorptionskoeffizient gespeichert ist, ist für die Umrechnung die Zeile mit blauem Text ausschlaggebend.

Metadaten sowie diverse Berichte zu Zahlen und Fakten rund um den Wechsel veröffentlicht. Diese und weitere Erkenntnisse werden auf der Informationsplattform des Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)³ zugänglich gemacht. Interessierte Personen können sich registrieren, um die aktuellsten Ergänzungen mitzubekommen. Des Weiteren wurden auch Fragen wie zur Anpassung von internationalen, regionalen und nationalen Normen geklärt und ein Zeitfenster für die Implementierung definiert. Letztlich soll eine Publikation über die Auswirkungen des Wechsels auf lange Sicht in unterschiedlichen Kontexten vorbereitet werden.

Das Vorgehen in der Schweiz

In der Schweiz haben sich die beiden Kalibrierdienstleister, das METAS und die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), darauf geeinigt, Kalibrierungen ab Januar 2025 nur noch mit dem neuen Absorptionsquerschnitt anzubieten. Dadurch ist es möglich, im Übergangsjahr 2025 alle Daten, die auf einem Kalibrierzertifikat von 2024 und früher basieren, auf den neuen Absorptionsquerschnitt umzurechnen (siehe Tabelle).

Im Umkehrschluss können im Jahr 2025 alle Daten von Geräten, die mit Referenz zu CCQM.O3.2019 kalibriert wurden, wie bis anhin ordentlich mit der Kalibrierfunktion aus dem Kalibrierzertifikat korrigiert werden. Es ist davon auszugehen, dass der Prozess per Ende 2025 abgeschlossen werden kann. Dann wird man die neuen Datensätze von Ozonmessungen nur noch an den detaillierten Metadaten unterscheiden können.

Auswirkungen auf die Immissionswerte

Durch die leichte Verminderung des Absorptionskennwertes von ca. 1,3 % werden gemäss dem Gesetz von Lambert-Beer (siehe Formel) die Messwerte um den gleichen Betrag steigen. Dies mag in wenigen Fällen zu zusätzlichen Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte nach der Luftreinhalteverordnung⁵ führen, da diese nicht entsprechend angepasst werden und auf den «runden» Zahlen (z. B. 120 µg/m³ für den 1-h-Mittelwert) verbleiben. Ob der Wechsel des Absorptionsquerschnittes in anderen Ländern andere Auswirkungen hat oder sich überhaupt signifikant auswirkt, werden weiterführende Studien und Publikationen über Ozonzeitreihen in Zukunft zeigen. ●

- 1 Der Stoffmengenanteil ist für ideale Gase gleichbedeutend mit der Volumenkonzentration.
- 2 Hearn, Proc. Phys. Soc., 78, 1961, DOI 10.1088/0370-1328/78/5/340; <https://doi.org/10.1088/0370-1328/78/5/340>
- 3 <https://www.bipm.org/en/ozone>
- 4 J T Hodges et al. 2019. Metrologia 56, 034001, <https://doi.org/10.1088/1681-7575/ab0bdd>
- 5 Luftreinhalte-Verordnung (LRV, SR 814.318.142.1), https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/208_208_208/de