

	Luftbeschaffenheit Ermittlung der Unsicherheit von zeitlichen Mittelwerten von Luftbeschaffenheitsmessungen (ISO 11222:2002)	DIN ISO 11222
--	--	--------------------------------

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

ICS 13.040.01

Air quality — Determination of the uncertainty of the time average of air quality measurements (ISO 11222:2002)

Qualité de l'air — Détermination de l'incertitude de mesure de la moyenne temporelle de mesurages de la qualité de l'air (ISO 11222:2002)

Die Internationale Norm ISO 11222:2002-07 „Air quality — Determination of the uncertainty of the time average of air quality measurements“ ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 11222 wurde vom Unterkomitee SC 4 „Allgemeine Gesichtspunkte“ 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.

Für die im Inhalt zitierten internationalen Schriftstücke wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen und andere deutsche Unterlagen hingewiesen:

GUM siehe DIN V ENV 13005
VIM siehe Internationales Wörterbuch der Metrologie

Fortsetzung Seite 2 bis 24

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

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN V ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung ENV 13005:1999.*

Internationales Wörterbuch der Metrologie (Deutsche Fassung des „International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology“ – VIM), 2. Auflage, Beuth: Berlin 1994 ¹⁾

¹⁾ zu beziehen durch: Beuth-Verlag GmbH, 10772 Berlin (Besucher- und Lieferanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin), Tel.: (0 30) 26 01-0, Fax: (0 30) 26 01-12 31

Deutsche Übersetzung

Luftbeschaffenheit — Ermittlung der Unsicherheit von zeitlichen Mittelwerten von Luftbeschaffenheitsmessungen

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Anforderungen an die Eingangsdaten.....	9
5.1 Allgemeines.....	9
5.2 Spezifische Anforderungen an die Eingangsdaten.....	10
6 Verfahren	12
6.1 Allgemeines.....	12
6.2 Messeinrichtungsbedingte Standardunsicherheit	13
6.3 Standardunsicherheit aufgrund unvollständiger zeitlicher Überdeckung	14
6.4 Kombinierte Standardunsicherheit.....	15
6.5 Erweiterte Messunsicherheit	15
7 Bericht.....	16
Anhang A (informativ) Beispiel zur Berechnung der Unsicherheit eines Monatsmittelwertes von Stickstoffdioxid in der Außenluft	18
A.1 Eingangsdaten	18
A.2 Verfahren zur Ermittlung der Unsicherheit des Monatsmittelwertes	22
A.3 Diskussion.....	24
Literaturhinweise	24

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, 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 Mitglieds Körperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert die Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften.

Es wird darauf hingewiesen, dass Bestandteile dieser Internationalen Norm patentrechtlich geschützt sein können. ISO darf nicht für die Kennzeichnung einiger oder all dieser Patentrechte verantwortlich gemacht werden.

Die Internationale Norm ISO 11222 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Luftbeschaffenheit“, Unterkomitee SC 4 „Allgemeine Gesichtspunkte“ erarbeitet.

Anhang A ist lediglich informativer Bestandteil dieser Internationalen Norm.

Einleitung

Im Bereich der Luftbeschaffenheitsmessungen können die Messgrößen große zeitliche Schwankungen aufweisen. Bei der Ermittlung zeitlicher Mittelwerte von Daten der Luftbeschaffenheit ist daher eine besondere Vorgehensweise notwendig. Der Ansatz [3], bei dem die Standardabweichung der aufgezeichneten Messergebnisse durch die Wurzel aus der Anzahl der Messungen geteilt wird, ist nur auf Messgrößen anwendbar, die sich zeitlich nicht ändern, und auf Messeinrichtungen, die keine systematischen Unsicherheiten aufweisen.

Die statistische Behandlung von zufälligen und systematischen Abweichungen von Messergebnissen wurde 1993 durch das im *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen* (GUM) vorgestellte Konzept der Messunsicherheit vereinheitlicht. Obwohl im GUM nicht ausdrücklich darauf hingewiesen wird, kann das Konzept der Unsicherheitsfortpflanzung auch auf Messgrößen mit ausgeprägter Zeitabhängigkeit angewandt werden.

Die Standardunsicherheit kann als Maß für die Datenqualität benötigt werden, das bei der Mitteilung von Mittelwerten der Daten von Luftbeschaffenheitsmessungen bereitzustellen ist. Gegebenenfalls können Datenqualitätsziele für die folgenden Unsicherheiten getrennt festgelegt werden:

- a) die Unsicherheit des zeitlichen Mittelwertes, die durch die Messeinrichtung hervorgerufen wird;
- b) die Unsicherheit des zeitlichen Mittelwertes, die durch die unvollständige zeitliche Überdeckung der Messdaten hervorgerufen wird;
- c) die Unsicherheit des zeitlichen Mittelwertes, die durch die begrenzte räumliche Überdeckung der Messdaten hervorgerufen wird.

Diese Einflüsse stellen unabhängige Beiträge zur mittleren quadratischen Unsicherheit dar. In dieser Internationalen Norm wird angenommen, dass ein zeitlicher Mittelwert von gemessenen Luftbeschaffenheitsdaten zur Beschreibung der Luftbeschaffenheit an einem festgelegten Ort oder in einem festgelegten Schornstein für eine gegebene Zeitspanne dient. Die Unsicherheit des zeitlichen Mittelwertes aufgrund der räumlichen Überdeckung wird nicht betrachtet.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt Verfahren zur Quantifizierung der Unsicherheit eines zeitlichen Mittelwertes einer Menge von Luftbeschaffenheitsdaten, die an einem festgelegten Ort und in einer festgelegten Zeitspanne ermittelt wurden. Die Luftbeschaffenheitsdaten können durch kontinuierliche oder intermittierende Messungen mit Hilfe einer festgelegten Messeinrichtung ermittelt worden sein. Die Unsicherheit des zeitlichen Mittelwertes hängt sowohl von der Unsicherheit der Messergebnisse als auch von der Unsicherheit aufgrund der unvollständigen zeitlichen Überdeckung der Datenmenge ab.

Diese Internationale Norm ist nur anwendbar, wenn

- a) die Menge der Luftbeschaffenheitsdaten, die zur Berechnung des zeitlichen Mittelwertes verwendet wird, repräsentativ für die zeitliche Struktur der Messgröße in der festgelegten Zeitspanne ist,
- b) geeignete Informationen über die Unsicherheit der Messergebnisse verfügbar sind, und
- c) die Messergebnisse alle am selben Ort ermittelt wurden.

Diese Internationale Norm setzt Empfehlungen des *Leitfadens zur Angabe der Unsicherheit beim Messen* (GUM) um.

2 Normative Verweisungen

Das folgende normative Dokument enthält Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen sind nachfolgende Änderungen oder Überarbeitungen dieser Veröffentlichungen nicht anzuwenden. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neueste Ausgabe des unten genannten normativen Dokumentes angewendet werden kann. Bei undatierten Verweisungen ist die letzte Ausgabe des normativen Dokumentes, auf das Bezug genommen wurde, anzuwenden. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

GUM:1993, *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, First edition, BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML, corrected and reprinted 1995

3 Begriffe

Für den Zweck dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1

arithmetischer Mittelwert Durchschnitt

Summe der Beobachtungswerte dividiert durch die Anzahl der Beobachtungswerte

[ISO 3534-1:1993, 2.26]

3.2

kombinierte Standardunsicherheit

Standardunsicherheit eines Messergebnisses, wenn dieses Ergebnis aus den Werten einer Anzahl anderer Größen gewonnen wird. Sie ist gleich der positiven Quadratwurzel einer Summe von Gliedern, wobei die Glieder Varianzen oder Kovarianzen dieser anderen Größen sind, gewichtet danach, wie das Messergebnis bei Änderungen dieser Größen variiert.

[GUM:1993, 2.3.4]

ANMERKUNG Die (kombinierte) Standardunsicherheit des Ergebnisses einer Messung ist die positive Wurzel der mittleren quadratischen Unsicherheit.

3.3

Kovarianz

Maß für die gegenseitige Abhängigkeit zweier Beobachtungsgrößen, die als Zufallsgrößen betrachtet werden können

ANMERKUNG Zwei Beobachtungsgrößen haben eine von Null verschiedene Kovarianz, wenn sie korreliert sind, d. h. wenn die Änderung einer Größe eine Änderung der anderen Größe zur Folge hat.

3.4

Erweiterungsfaktor

Zahlenfaktor, mit dem die kombinierte Standardunsicherheit multipliziert wird, um eine erweiterte Messunsicherheit zu erhalten

[GUM:1993, 2.3.6]

3.5

erweiterte Messunsicherheit

Kennwert, der einen Bereich um das Messergebnis kennzeichnet, von dem erwartet werden kann, dass er einen großen Anteil der Verteilung der Werte umfasst, die der Messgröße vernünftigerweise zugeordnet werden könnten

[GUM:1993, 2.3.5]

ANMERKUNG Wenn die erweiterte Messunsicherheit eines Ergebnisses X einer Messung für ein Vertrauensniveau p durch $U_p(X)$ gegeben ist, kann das Auftreten des unbekannten wahren Wertes von X mit einer Wahrscheinlichkeit p innerhalb des Intervalls $[X - U_p(X); X + U_p(X)]$ erwartet werden.

3.6

Einflussgröße

Größe, die nicht Messgröße ist, jedoch das Messergebnis beeinflusst

[GUM:1993, B.2.10]

3.7

mittlere quadratische Unsicherheit

<eines Messergebnisses> Quadrat der kombinierten Standardunsicherheit eines Messergebnisses

ANMERKUNG Die mittlere quadratische Unsicherheit eines Messergebnisses kann auch durch die mittlere quadratische Abweichung der Messergebnisse von Maßverkörperungen des "wahren" Wertes geschätzt werden.

3.8

Messgröße

spezielle Größe, die Gegenstand einer Messung ist

[VIM:1993, 2.6]

ANMERKUNG Im Bereich der Messung der Luftbeschaffenheit kann die Messgröße eine stark veränderliche Funktion der Zeit sein.

3.9

Messeinrichtung

Gesamtheit von Geräten und anderen Einrichtungen einschließlich der Bedienungsanweisungen zur Durchführung von festgelegten Luftbeschaffenheitsmessungen

ANMERKUNG Die Bedienungsanweisung beinhaltet oder verweist auf Festlegungen zur Durchführung der Kalibrierung, wenn die Kalibrierung der Messeinrichtung für den ordnungsgemäßen Betrieb benötigt wird.

3.10

Modellgleichung

mathematisches Modell der Messung, das die Menge der Werte bei mehrmaligen Beobachtungen in das Messergebnis umwandelt

3.11**Freiheitsgrade**

ganz allgemein die Anzahl der Glieder einer Summe abzüglich der Anzahl der Nebenbedingungen, die für die Glieder dieser Summe gelten

[GUM:1993, C.2.31]

3.12**Zufallsgröße**

Variable, die einen beliebigen Wert aus einer gegebenen Menge von Werten annehmen kann und mit der eine Wahrscheinlichkeitsverteilung verknüpft ist

[GUM:1993, C.2.2]

3.13**Referenzmaterial**

Material oder Substanz von ausreichender Homogenität, von dem bzw. der ein oder mehrere Merkmalswerte so genau festgelegt sind, dass sie zur Kalibrierung von Messgeräten, zur Beurteilung von Messverfahren oder zur Zuweisung von Stoffwerten verwendet werden können

[VIM:1993, 6.13]

3.14**Bezugsnormal**

Normal, im allgemeinen von der höchsten verfügbaren Genauigkeit an einem betrachteten Ort oder bei einer Organisation, von dem dort Messungen abgeleitet werden

[VIM:1993, 6.6]

3.15**Messergebnis**

einer Messgröße zugeordneter, durch Messung gewonnener Wert

[VIM:1993, 3.1]

3.16**Normal**

Maßverkörperung, Messgerät, Referenzmaterial oder Messeinrichtung zum Zweck, eine Einheit oder einen oder mehrere Größenwerte festzulegen, zu verkörpern, zu bewahren oder zu reproduzieren

[VIM:1993, 6.1]

3.17**Standardabweichung**

positive Quadratwurzel aus der Varianz der betrachteten Zufallsgröße

ANMERKUNG Aus GUM:1993, C.2.12, angepasste Definition.

3.18**Standardunsicherheit**

als Standardabweichung ausgedrückte Unsicherheit des Ergebnisses einer Messung

[GUM:1993, 2.3.1]

3.19**zeitlicher Mittelwert**

Mittelwert einer Menge von Messergebnissen (Luftbeschaffenheitsdaten), die innerhalb einer festgelegten Zeitspanne aufgezeichnet wurden

3.20**Messunsicherheit**

dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden könnte

[VIM:1993, 3.9]

ANMERKUNG Die Unsicherheit eines Messergebnisses darf mit Hilfe der (kombinierten) Standardunsicherheit oder der erweiterten Unsicherheit für ein festgelegtes Vertrauensniveau angegeben werden.

3.21**Varianz**

<einer Zufallsgröße oder einer Wahrscheinlichkeitsverteilung> zentrales Moment der Ordnung 2

ANMERKUNG Die Varianz einer Zufallsgröße darf gleichwertig als der Erwartungswert der quadratischen Abweichung der Zufallsgröße von ihrem Erwartungswert festgelegt werden.

4 Symbole und Abkürzungen

C_i	einzelne Messergebnisse, die im Zeitintervall T gewonnen wurden
$\bar{C}_T$	zeitlicher Mittelwert der Messwerte C_i der Luftbeschaffenheit
f	Anzahl der Freiheitsgrade
f_{eff}	Anzahl der effektiven Freiheitsgrade
f_M	Anzahl der Freiheitsgrade, die der Standardunsicherheit $u_M(\bar{C}_T)$ zugeordnet ist, die durch die eingesetzte Messeinrichtung hervorgerufen wird
f_S	Anzahl der Freiheitsgrade, die der Standardunsicherheit $u_S(\bar{C}_T)$ zugeordnet ist, die durch die unvollständige zeitliche Überdeckung hervorgerufen wird
$f(u(j))$	Anzahl der Freiheitsgrade zur Bewertung der Standardunsicherheit $u(j)$
$f(u_r(j))$	Anzahl der Freiheitsgrade zur Bewertung der Standardunsicherheit $u_r(j)$
$f(u_{nr}(j))$	Anzahl der Freiheitsgrade zur Bewertung der Standardunsicherheit $u_{nr}(j)$
$f(u_{nr})$	Anzahl der Freiheitsgrade zur Bewertung der Standardunsicherheit u_{nr}
$f(u_r(C_i))$	Anzahl der Freiheitsgrade zur Bewertung der Standardunsicherheit $u_r(C_i)$
$k_p(f)$	Erweiterungsfaktor für ein Vertrauensniveau p und eine Anzahl der Freiheitsgrade f
M	Anzahl der Zeitintervalle $T(j)$, die das Zeitintervall T überdecken
Max	Maximalwert der Menge von Werten
N	Anzahl der Messergebnisse C_i , die im Zeitintervall T gewonnen wurden
N_{max}	Anzahl der Messergebnisse C_i , die für eine vollständige Überdeckung des Zeitintervalls T benötigt werden
$n(j)$	Anzahl der im Zeitintervall $T(j)$ gewonnenen Messergebnisse