

	Luftbeschaffenheit Ermittlung der Unsicherheit von zeitlichen Mittelwerten von Luftbeschaffenheitsmessungen (ISO/DIS 11222:2001)	DIN ISO 11222
ICS 13.040.01	Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Bd. 5 Einsprüche bis 2001-05-31 Air quality — Determination of the uncertainty of the time average of air quality measurements (ISO/DIS 11222:2001) Qualité de l'air — Détermination de l'incertitude de mesure de la moyenne temporelle de mesurages de la qualité de l'air (ISO/DIS 11222:2001) Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf 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 an: KRdL im VDI und DIN, Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf Das internationale Schriftstück ISO/DIS 11222 : 2001-02, "Air quality — Determination of the uncertainty of the time average of air quality measurements", ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden. Nationales Vorwort Der Internationale Norm-Entwurf ISO/DIS 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 beteiligt. Für die im Inhalt zitierten Internationalen Normen 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, 2. Auflage, Beuth: Berlin 1994

Deutsche Übersetzung

Luftbeschaffenheit — Ermittlung der Unsicherheit von zeitlichen Mittelwerten von Luftbeschaffenheitsmessungen

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 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 11222 wurde vom Unterkomitee SC 4 *Allgemeine Gesichtspunkte* des Technischen Komitees ISO/TC 146 *Luftbeschaffenheit* erarbeitet.

Anhang A ist informativ.

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 [1], 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 durch das im *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen* [GUM] vorgestellte Konzept der Messunsicherheit vereinheitlicht. Dieser Ansatz beruht auf der allgemeinen Anwendung des Gesetzes der Unsicherheitsfortpflanzung. Er ersetzt das frühere Konzept der *Genauigkeit* und deren Quantifizierung durch *Präzision* und *Richtigkeit* nach ISO 5725 [2]. Wenn Präzision oder Richtigkeit durch Varianzen geschätzt werden, können sie im Rahmen des Konzepts der Unsicherheitsfortpflanzung des *Leitfadens zur Angabe der Unsicherheit beim Messen* als Teile des Unsicherheitsbudgets des Messergebnisses berücksichtigt werden. Obwohl im *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen* 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 der 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 Messort oder in einem festgelegten Schornstein für eine gegebene Zeitspanne dient. Die Unsicherheit des zeitlichen Mittelwertes aufgrund der begrenzten 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 die Menge der Luftbeschaffenheitsdaten, die zur Berechnung des zeitlichen Mittelwertes verwendet wird, repräsentativ für die zeitliche Struktur der Messgröße für die festgelegte Zeitspanne ist.

Diese Internationale Norm ist nur anwendbar, wenn geeignete Informationen über die Unsicherheit der Messergebnisse verfügbar sind.

Der Einfluss der begrenzten räumlichen Überdeckung des Datensatzes auf die Unsicherheit des zeitlichen Mittelwertes wird in dieser Internationalen Norm nicht behandelt.

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

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 3534-1:1993, *Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: Probability and general statistical terms*.

GUM, *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, First Edition, ISO 1993.

VIM, *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology*, Second Edition, ISO 1994.

3 Begriffe und Definitionen

Für den Zweck dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen.

3.1

arithmetischer Mittelwert, Durchschnitt

Summe der Beobachtungswerte dividiert durch die Anzahl der Beobachtungswerte

[ISO 3534-1 Definition 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 mit Änderungen dieser Größen variiert.

[GUM Definition 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

[GUM Definition C.3.4]

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 Definition 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 Definition 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 Definition B.2.10]

3.7

Lack-of-fit

systematische Abweichung zwischen dem Vorhersagewert der Modellgleichung zur Erzeugung der Messergebnisse und dem beobachteten Signal der Messeinrichtung innerhalb des Anwendungsbereiches

ANMERKUNG Lack-of-fit kann eine Funktion des Messwertes sein.

3.8

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.

3.9

Messgröße

spezielle Größe, die Gegenstand einer Messung ist

[VIM Definition 2.6]

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

3.10

Messeinrichtung

<Luftbeschaffenheit> Gesamtheit von Geräten und Bedienungsanweisungen zur Durchführung von Luftbeschaffenheitsmessungen

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

3.11

Modellgleichung

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

[GUM Definition 3.1.6]

3.12

Freiheitsgrade

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

[GUM Definition C.2.31]

3.13

Zufallsgröße

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

[ISO 3534-1 Definition 1.2]

3.14

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 Definition 6.13]

3.15

Bezugsnormal

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

[VIM Definition 6.6]

3.16

Messergebnis

einer Messgröße zugeordneter, durch Messung gewonnener Wert

[VIM Definition 3.1]

3.17

Normal

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

[VIM Definition 6.1]

3.18

Standardabweichung

positive Quadratwurzel aus der Varianz der betrachteten Zufallsgröße

[GUM Definition C.2.12]

3.19

Standardunsicherheit

als Standardabweichung ausgedrückte Unsicherheit des Ergebnisses einer Messung

[GUM Definition 2.3.1]

3.20

zeitlicher Mittelwert

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

3.21

Messunsicherheit

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

[VIM Definition 3.9]

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

3.22

Varianz

Erwartungswert des zentralen Moments der Ordnung 2 der betrachteten Zufallsgröße oder Wahrscheinlichkeitsverteilung

[GUM Definition C.2.11]

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 unabhängigen Beobachtungen, die zur Ermittlung der Standardunsicherheit $u(j)$ durchgeführt wurden
$F(u_r(j))$	Anzahl der unabhängigen Beobachtungen, die zur Ermittlung der Standardunsicherheit $u_r(j)$ durchgeführt wurden
$F(u_{nr}(j))$	Anzahl der unabhängigen Beobachtungen, die zur Ermittlung der Standardunsicherheit $u_{nr}(j)$ durchgeführt wurden
$F(u_{nr})$	Anzahl der unabhängigen Beobachtungen, die zur Ermittlung der Standardunsicherheit u_{nr} durchgeführt wurden
$F(u_r(C_i))$	Anzahl der unabhängigen Beobachtungen, die zur Ermittlung der Standardunsicherheit $u_r(C_i)$ durchgeführt wurden
$k_p(f)$	Erweiterungsfaktor für die Anzahl der Freiheitsgrade f auf dem Vertrauensniveau p
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
$s(C_i)$	Standardabweichung der Menge von N einzelnen Messergebnissen C_i , die zur Berechnung des zeitlichen Mittelwertes $\bar{C}_T$ verwendet werden
T	Zeitspanne, die dem zeitlichen Mittelwert $\bar{C}_T$ zugeordnet ist
T_s	Zeitspanne, die einem einzelnen Messergebnis C_i zugeordnet ist
$T(j)$	Teilzeitintervall der Zeitspanne T
$u(C_i)$	Standardunsicherheit von C_i
$u_r(C_i)$	zufälliger Anteil der Standardunsicherheit von C_i
u_r	konstanter zufälliger Anteil der Standardunsicherheit von C_i
u_{nr}	nichtzufälliger Anteil der Standardunsicherheit von C_i
$u(j)$	Standardunsicherheit von C_i im Zeitintervall $T(j)$
$u_r(j)$	zufälliger Anteil der Standardunsicherheit von C_i im Zeitintervall $T(j)$
$u_{nr}(j)$	nichtzufälliger Anteil der Standardunsicherheit von C_i im Zeitintervall $T(j)$
$u(\bar{C}_T)$	(kombinierte) Standardunsicherheit des zeitlichen Mittelwertes $\bar{C}_T$
$u_M(\bar{C}_T)$	Standardunsicherheit des zeitlichen Mittelwertes $\bar{C}_T$, die durch die Messeinrichtung hervorgerufen wird