

Luftbeschaffenheit
**Bestimmung von Verfahrenskenngrößen
 von Meßverfahren**
 (ISO 9169 : 1994)

DIN
ISO 9169

ICS 13.040.10

Deskriptoren: Luftbeschaffenheit, Meßverfahren, Verfahrenskenngröße

Air quality – Determination of performance characteristics of measurement methods (ISO 9169 : 1994)

Qualité de l'air – Détermination des caractéristiques de performance des méthodes de mesurage (ISO 9169 : 1994)

Die Internationale Norm ISO 9169, Ausgabe 1994-11-15, "Air quality – Determination of performance characteristics of measurement methods", ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 9169 wurde vom Unterkomitee SC 4 "Allgemeine Gesichtspunkte" des Technischen Komitees ISO/TC 146 "Luftbeschaffenheit" erarbeitet und im November 1994 veröffentlicht. An der Erstellung dieser Norm waren Fachleute aus dem Fachbereich IV "Meßtechnik" der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN beteiligt. Diese Norm behandelt primär die Ermittlung der in ISO 6879 definierten Verfahrenskenngrößen von Meßeinrichtungen zur Messung der Luftbeschaffenheit im Labor.

Zu 2: Die Internationale Norm ISO 5725 : 1986 wurde durch die Teile 1 bis 6 der ISO 5725 : 1994 ersetzt. Die in DIN ISO 9169 zitierten Definitionen und Prüfungen sind in ISO 5725-1 und ISO 5725-2 aufgeführt. Die Internationale Norm ISO 6879 war zum Zeitpunkt der Drucklegung der ISO 9169 im Druck. Der entsprechende Hinweis in Form einer Fußnote wurde bei der Übersetzung der Internationalen Norm durch die Angabe des Zeitpunkts der Veröffentlichung ersetzt, da die Norm ISO 6879 im Dezember 1995 veröffentlicht wurde.

Zu 6.2.1.6: Bei der Berechnung der Meßunsicherheit wird nicht berücksichtigt, daß auch das verwendete Referenzmaterial mit Unsicherheiten behaftet ist. Insofern bleibt die Ermittlung der Unsicherheit des Meßergebnisses unvollständig.

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

ISO 5725 siehe DIN ISO 5725

ISO 6879 siehe DIN ISO 6879

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 32625

Größen und Einheiten in der Chemie – Stoffmenge und davon abgeleitete Größen – Begriffe und Definitionen

DIN ISO 4225

Luftbeschaffenheit – Allgemeine Gesichtspunkte – Begriffe (ISO 4225 : 1994)

DIN ISO 4226

Luftbeschaffenheit – Allgemeine Gesichtspunkte – Einheiten (ISO 4226 : 1993)

DIN ISO 5725

Präzision von Meßverfahren – Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichspräzision von festgelegten Meßverfahren durch Ringversuche (ISO 5725 : 1986)

DIN ISO 6879

Luftbeschaffenheit – Verfahrenskenngrößen und verwandte Begriffe für Meßverfahren zur Messung der Luftbeschaffenheit (ISO 6879 : 1983)

ISO 5725-1

Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 1: General principles and definitions

ISO 5725-2

Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 VDI/DIN Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 5

Deutsche Übersetzung

Luftbeschaffenheit Bestimmung von Verfahrenskenngrößen von Meßverfahren

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. In Fragen der elektrotechnischen Normung arbeitet die ISO eng zusammen mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC).

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten Entwürfe zu Internationalen Normen werden den Mitgliedskörperschaften zunächst zur Annahme vorgelegt, bevor sie vom Rat der ISO als Internationale Norm bestätigt werden. Sie werden nach den Verfahrensregeln der ISO angenommen, wenn mindestens 75% der abstimmenden Mitgliedskörperschaften zugestimmt haben.

Die Internationale Norm ISO 9169 wurde vom Unterkomitee SC 4 "Allgemeine Gesichtspunkte" des Technischen Komitees ISO/TC 146 "Luftbeschaffenheit" erarbeitet.

Anhang A, B und C sind integraler Bestandteil dieser Internationalen Norm. Anhang D dient nur der Information.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Verfahrensanweisungen zur Quantifizierung der folgenden in ISO 6879 definierten Verfahrenskenngrößen für Meßverfahren zur Messung der Luftbeschaffenheit fest¹⁾: systematische Meßabweichung (nur teilweise), Kalibrierfunktion und Linearität, Instabilität, Nachweisgrenze, Wartungsintervall, Selektivität, Empfindlichkeit, Meßbereichsendwert.

Das hier beschriebene Vorgehen gilt nur für Meßverfahren zur Messung der Luftbeschaffenheit mit einer linearen²⁾, kontinuierlichen Kalibrierfunktion, bei der das Meßsignal einen definierten zeitlichen Mittelwert darstellt. Weiterhin wird angenommen, daß wiederholt gemessene Werte, die zu demselben Eingangszustand gehören, normalverteilt sind. Gerätekomponenten zur Umwandlung des Meßsignals des primären Meßverfahrens in die gewünschten zeitlichen Mittelwerte gelten als integraler Bestandteil dieses Meßverfahrens.

Zur Überwachung der Stabilität des Meßverfahrens genügt es unter normalen Meßbedingungen, die wesentlichen Verfahrenskenngrößen mit vereinfachten Kontrollen zu prüfen, wobei der akzeptable Grad der Vereinfachung vom Wissen über die Konstanz der Verfahrenskenngrößen abhängt, das zuvor mit der hier beschriebenen Vorgehensweise gewonnen wurde.

Es gibt keinen grundsätzlichen Unterschied zwischen den instrumentellen (automatischen) Geräteverfahren und den manuellen (z. B. naßchemischen) Verfahren, solange der Meßwert einen Mittelwert darstellt, der für das zuvor definierte Zeitintervall repräsentativ ist. Daher ist die hier beschriebene Verfahrensweise für beide Verfahren anwendbar. Weiterhin sind sie anwendbar für Meßverfahren zur Messung der Außenluft, der Innenraumluft und der Arbeitsplatzluft sowie für Meßverfahren zur Messung von Emissionen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebene-

nen 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

Statistik – Begriffe und Symbole – Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine Begriffe der Statistik

ISO 5725 : 1986

Präzision von Meßverfahren – Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision von festgelegten Meßverfahren durch Ringversuche

ISO 6879 : 1995

Luftbeschaffenheit – Verfahrenskenngrößen und verwandte Begriffe für Meßverfahren zur Messung der Luftbeschaffenheit

3 Definitionen

Für diese Internationale Norm gelten die folgenden Definitionen:

ANMERKUNG 1: Der im Zusammenhang mit dieser Internationalen Norm verwendete Begriff *Meßeinrichtung* stellt keine neue Definition im Sinne der grundlegenden Begriffe dar, die in ISO 6879 beschrieben werden; der Begriff wurde hier nur eingeführt, um die praktische Realisierung eines Meßverfahrens anzudeuten.

3.1 Mittelungszeit: Vorgegebene Länge eines Zeitintervalls, in dem die Repräsentativität des Luftbeschaffenheitsmerkmals gewährleistet ist; als Größenzeichen für die Mittelungszeit wird $\Delta\theta$ benutzt.

1) Die Definition von Meßverfahren in ISO 6879 : 1983, 4.2.1.9 impliziert einen spezifischen Meßaufbau.

2) Diese Linearität kann durch eine im Umfang festgelegte Nachbehandlung des primären Meßsignals erreicht werden.

ANMERKUNG 2: Jeder ermittelte Meßwert ist für ein definiertes Zeitintervall τ repräsentativ, wobei der Wert von τ wegen der spezifischen Eigenschaften des verwendeten Meßverfahrens immer oberhalb eines bestimmten Minimalwertes liegt. Um die Vergleichbarkeit der Daten, die zu vergleichbaren Meßobjekten gehören, sicherzustellen, ist der Bezug auf ein gemeinsames, zuvor definiertes Zeitintervall notwendig. Üblicherweise wird dieser Bezug durch eine Transformation mit Hilfe eines einfachen, linearen und ungewichteten Mittelungsprozesses erreicht.

Mittelung einer Folge von Werten bei diskreter Probenahme:

$$\hat{c}(\theta|\Delta\theta) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \hat{c}(\theta_0 + (k-1)\tau|\tau) \quad (1)$$

mit

$$\begin{aligned} \theta_0 &= \theta - \Delta\theta \\ K\tau &= \Delta\theta, \tau \ll \Delta\theta \end{aligned}$$

Mittelung einer zeitlich kontinuierlichen Folge von Werten:

$$\hat{c}(\theta|\Delta\theta) = \frac{1}{\Delta\theta} \int_{\theta_0}^{\theta} d\theta \hat{c}(\theta|\tau) \quad (2)$$

In beiden Fällen ist die ursprüngliche, durch $\hat{c}(\tau)$ beschriebene Probe repräsentativ für ein Zeitintervall der Länge τ , wogegen $\hat{c}(\Delta\theta)$, also das Ergebnis nach der Anwendung des Mittelungsverfahrens, repräsentativ für das Zeitintervall $\Delta\theta$ ist (genau vor dem Zeitpunkt θ), also für die Mittelungszeit.

Die Mittelungszeit $\Delta\theta$ ist daher das zuvor definierte und, vereinbarungsgemäß, gemeinsame Zeitintervall, für das die Meßgröße $\hat{c}$ in dem Sinne repräsentativ ist, daß die quadratische Abweichung der ursprünglichen, dem Zeitintervall der Länge $\tau \ll \Delta\theta$ zugeordneten Werte von $\hat{c}$ über $\Delta\theta$ ein Minimum ist.

ANMERKUNG 3: Der Mittelungsprozeß kann alternativ auch durch eine spezielle Probenahmetechnik realisiert werden (Integrierende Probenahme).

3.2 Kontinuierliche Meßeinrichtung: Einrichtung, die aufgrund der kontinuierlichen Wechselwirkung mit dem Luftbeschaffenheitsmerkmal ein kontinuierliches Meßsignal liefert.

3.3 Diskontinuierliche Meßeinrichtung: Einrichtung, die eine Folge von diskreten Meßsignalen liefert.

ANMERKUNG 4: Die Erzeugung der diskreten Ausgangsgröße kann auf eine Probenahme in diskreten Schritten oder auf geräteinterne Eigenschaften der Komponenten der Meßeinrichtung beruhen.

3.4 Einflußgröße: Größe, die den Zusammenhang zwischen den (wahren) Werten des betrachteten Luftbeschaffenheitsmerkmals und den entsprechenden Meßwerten beeinflusst, z. B. eine Größe, die die Steigung oder den Achsenabschnitt der Kalibrierfunktion oder die Streuung um die Kalibrierfunktion beeinflusst.

3.5 Bezugsbedingungen: Definierter Satz von Zahlenwerten (einschließlich Toleranzen) für die Einflußgrößen, der repräsentative Werte für die Verfahrenskenngrößen liefert.

3.6 Wartungsintervall: Maximal zulässige Zeitspanne, für die gewährleistet ist, daß die Werte der Verfahrenskenngrößen innerhalb festgelegter Grenzen ohne externe Wartung, z. B. Nachfüllen, Kalibrieren, Justieren, eingehalten werden.

3.7 Zufällige Verteilung: Ziehung von Zahlen aus einer Grundgesamtheit, die aus den natürlichen Zahlen von 1 bis n besteht, wobei das Ziehen zufällig und einzeln nacheinander ohne Zurücklegen erfolgt, bis die Grundgesamtheit erschöpft ist; diese Zahlen wurden zuvor mit n verschiedenen Objekten oder n verschiedenen Operationen verknüpft, die dann in der Reihenfolge neu angeordnet werden, in der die Zahlen gezogen wurden.

Die Reihenfolge der Objekte oder Operationen wird dann zufällig verteilt genannt (siehe ISO 3534-1).

3.8 Zufallsgröße: Größe, die jeden Wert innerhalb einer festgelegten Wertemenge annehmen kann und mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung verknüpft ist. [ISO 3534-1]

3.9 Varianzfunktion: Varianz der Ausgangsgröße als Funktion des betrachteten Luftbeschaffenheitsmerkmals.

3.10 Einlaufzeit: Minimale Wartezeit für ein Gerät, um nach dem Einschalten die Einhaltung festgelegter Werte der Verfahrenskenngrößen zu gewährleisten, wobei die Verfahrenskenngrößen außerhalb des Betriebszustandes stabilisiert werden.

ANMERKUNG 5: In der Praxis kann die Einlaufzeit mit Hilfe derjenigen Verfahrenskenngröße bestimmt werden, für die die längste Zeitdauer zur Stabilisierung zu erwarten ist.

Anmerkung 6: Für manuelle Verfahren wird die Einlaufzeit entsprechend verwendet.

4 Symbole

a_0, a_1, a_2	Koeffizienten des Varianzfunktionsmodells
b_0, b_1	Parameter für die Schätzfunktion der Kalibrierfunktion
C	Luftbeschaffenheitsmerkmal
c	Wert von C
$\hat{c}$	Meßwert beim Wert c
c_i	Wert von C in der i -ten Probe; diese Probe kann durch Referenzmaterial erzeugt werden
c_0	Faktor für Luftbeschaffenheitsmerkmale; in diesem Fall ist $ c_0 =1$
Δc_i	Ungenauigkeit von C beim Wert c_i
$\bar{c}_w$	Gewichteter Mittelwert mit einem Satz von Gewichtungsfaktoren w_k
$DEP(\hat{c})_{IV_i}$	Abhängigkeit erster Ordnung des Meßwertes von der Einflußgröße mit dem Index i beim Wert c
$DEP(b_0)_{IV_i}$	Abhängigkeit erster Ordnung des Achsenabschnitts von der Einflußgröße mit dem Index i
$DEP(b_1)_{IV_i}$	Abhängigkeit erster Ordnung der Steigung von der Einflußgröße mit dem Index i
$DEP(x)_{IV_i}$	Abhängigkeit erster Ordnung des Meßsignals von der Einflußgröße mit dem Index i
$D(b_0)$	Drift (siehe ISO 6879) des Achsenabschnitts der linearen Kalibrierfunktion
$D(b_1)$	Drift der Steigung der linearen Kalibrierfunktion
$D(\hat{c})$	Drift des Meßwertes $\hat{c}$ beim Wert c
F	Statistische Kenngröße (vgl. F -Test)
F_x	x -Quantil der F -Verteilung
IV_i	Selektivität in Bezug auf die Einflußgröße mit dem Index i
IV_i	Einflußgröße mit dem Index i
iV_i	Wert von IV_i
ΔiV_i	Differenz der Werte von IV_i

L	Gesamtzahl der Messungen der Instabilitätsprüfung
LDL	Nachweisgrenze
M	Gesamtzahl der aus Referenzmaterial erzeugten Proben in einem Kalibrierexperiment
N_i	Zahl der Werte der Ausgangsgröße beim Wert c_i
p_l, p_u	Schätzwert der Steigung der Regressionsfunktion der Ausgangsgröße zum Zeitpunkt $c = c_l$, bzw. $c = c_u$
RES_c	Auflösung bei $C = c$
R, r	Vergleichbarkeit, bzw. Wiederholbarkeit
$\hat{s}$	Schätzwert der geglätteten Standardabweichung von X beim Wert c
$\hat{s}^2$	Geglätteter Schätzwert der Varianz von X (wiederholte Messungen) beim Wert c
s_0	Normierungsfaktor für die Standardabweichung; in dieser Internationalen Norm wird der Wert von s_0 als 1 angenommen
s_{b_0}, s_{b_1}	Schätzwert der Standardabweichung der Instabilität (siehe ISO 6879) des Achsenabschnitts und der Steigung der linearen Kalibrierfunktion
s_c	Schätzwert der Standardabweichung der Instabilität beim Wert c
s_{c_x}	Schätzwert der Standardabweichung der experimentell ermittelten Kalibrierfunktion (in Einheiten des Luftbeschaffenheitsmerkmals)
s_{c_c}	Schätzwert der Standardabweichung der experimentell ermittelten Kalibrierfunktion (in Einheiten der Ausgangsgröße)
s_i	Schätzwert der Standardabweichung von wiederholt gemessenen Werten x_{ij} beim Wert c_i ; Wiederholindex j
$\hat{s}_i$	Geglätteter Schätzwert der Standardabweichung von wiederholt gemessenen Werten x_{ij} beim Wert c_i ; Wiederholindex j
s_r	Schätzwert der Wiederholstandardabweichung
$t_{v,q}$	q -Quantil der t -Verteilung mit v Freiheitsgraden
TC	Prüfgröße des Ausreißertests nach Grubbs
X	Ausgangsgröße
x	Wert von X
$\hat{x}$	Schätzwert von x
$\hat{x}_i$	Schätzwert des Meßsignals beim Wert c_i
$\bar{x}_i$	Mittelwert aller Meßsignale beim Wert c_i
$x_{i,extr}$	Meßsignal beim Wert c_i mit dem größten absoluten Abstand von $\bar{x}_i$
x_{ij}	j -tes Meßsignal beim Wert c_i
$x_{l,i}, x_{u,i}$	Meßsignal nach dem i -ten Zeitintervall beim unteren und oberen Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals bei Anwendung von Referenzmaterial
$\bar{x}_\omega$	Gewichteter Mittelwert aller Meßsignale des Kalibrierexperiments
β_0, β_1	Achsenabschnitt und Steigung der linearen Kalibrierfunktion
θ	Zeit
ν	Anzahl der Freiheitsgrade in dem Kalibrierexperiment
ν_1, ν_2	Anzahl der Freiheitsgrade der F -Verteilung
$\omega = \omega(c)$	Kontinuierlicher Gewichtungsfaktor ermittelt mit Hilfe einer Modellfunktion für s_i
ω_i	Gewichtungsfaktor beim Wert c_i

5 Anforderungen

5.1 Beschreibung des Verfahrens

Alle Schritte des Meßverfahrens, wie Probenahme, Analytik, Nachbereitung und Kalibrierung, müssen beschrieben werden. Bild 1 zeigt schematisch die Schritte, die bei der Durchführung einer Messung oder einer Serie von Kalibrierexperimenten zur Bestimmung der Verfahrenskenngrößen zu befolgen sind.

ANMERKUNG 7: Unter bestimmten Umständen kann es angemessen sein, nur einen Teil oder eine Auswahl von Teilen des Meßverfahrens zu prüfen. Unter anderen Umständen kann es unmöglich sein, alle Teile des Meßverfahrens zu berücksichtigen. Es wird empfohlen, möglichst viele Teile in die Prüfung einzubeziehen.

5.2 Festlegung der zu prüfenden Verfahrenskenngrößen

Die Verfahrenskenngrößen des Meßverfahrens müssen entsprechend ihrer Relevanz für die abschließende Bewertung der Genauigkeit festgelegt werden. Die Größen zur Beschreibung der Kalibrierfunktion, d.h. der Achsenabschnitt β_0 und die Steigung β_1 , sowie die Verfahrenskenngrößen, die ihre Güte beschreiben, sind unbedingt notwendig. Diejenigen Verfahrenskenngrößen, für die Vorwissen zur Verfügung steht, und solche, die für Einflußgrößen mit zufälliger Verteilung von Bedeutung sind, sind von geringerer Wichtigkeit und brauchen nicht unbedingt bestimmt zu werden.

5.3 Prüfbedingungen

Die Prüfungen sind unter detailliert festgelegten Bedingungen durchzuführen, die repräsentativ für Feldmessungen sind. Bei der Untersuchung statistischer Verfahrenskenngrößen müssen alle festgelegten Einflußgrößen konstant bleiben. Bei der Untersuchung von Verfahrenskenngrößen, die funktionale Abhängigkeiten beschreiben, müssen alle Einflußgrößen konstant gehalten werden, mit Ausnahme derjenigen, die Gegenstand der Prüfung ist.

6 Prüfverfahren

6.1 Mittelungszeit (siehe 3.1)

Der Bereich zulässiger Mittelungszeiten ist durch die Forderung eingeschränkt, daß aufeinander folgende Meßsignale untereinander statistisch unabhängig sind. Das entsprechende Minimum der Mittelungszeit wird durch eine bestimmte (zeitliche) Verfahrenskenngröße bestimmt:

- für kontinuierliche Meßeinrichtungen: die Einstellzeit;
- für diskontinuierliche Meßeinrichtungen: die Probenahmedauer (Fülldauer, Anreicherungsdauer usw.).

6.1.1 Kontinuierliche Meßeinrichtungen

Zur Feststellung der Einstellzeit, der Totzeit, der Anstiegszeit und der Abfallzeit wird der kontinuierlichen Meßeinrichtung eine Sprungfunktion des Luftbeschaffenheitsmerkmals aufgegeben. Dies kann durch eine plötzliche Änderung des Luftbeschaffenheitsmerkmals erreicht werden, z. B. durch Änderung von 20 % auf 80 % des Meßbereichsendwertes (siehe Bild 2). Diese Verfahrenskenngrößen sollten durch eine genügende Anzahl von Wiederholungen abgesichert werden. Falls sich Anstiegszeit und Abfallzeit unterscheiden, ist die längere Zeitspanne für die Berechnung der Einstellzeit heranzuziehen. Vereinbarungsgemäß beträgt die minimale Mittelungszeit das Vierfache der Einstellzeit.

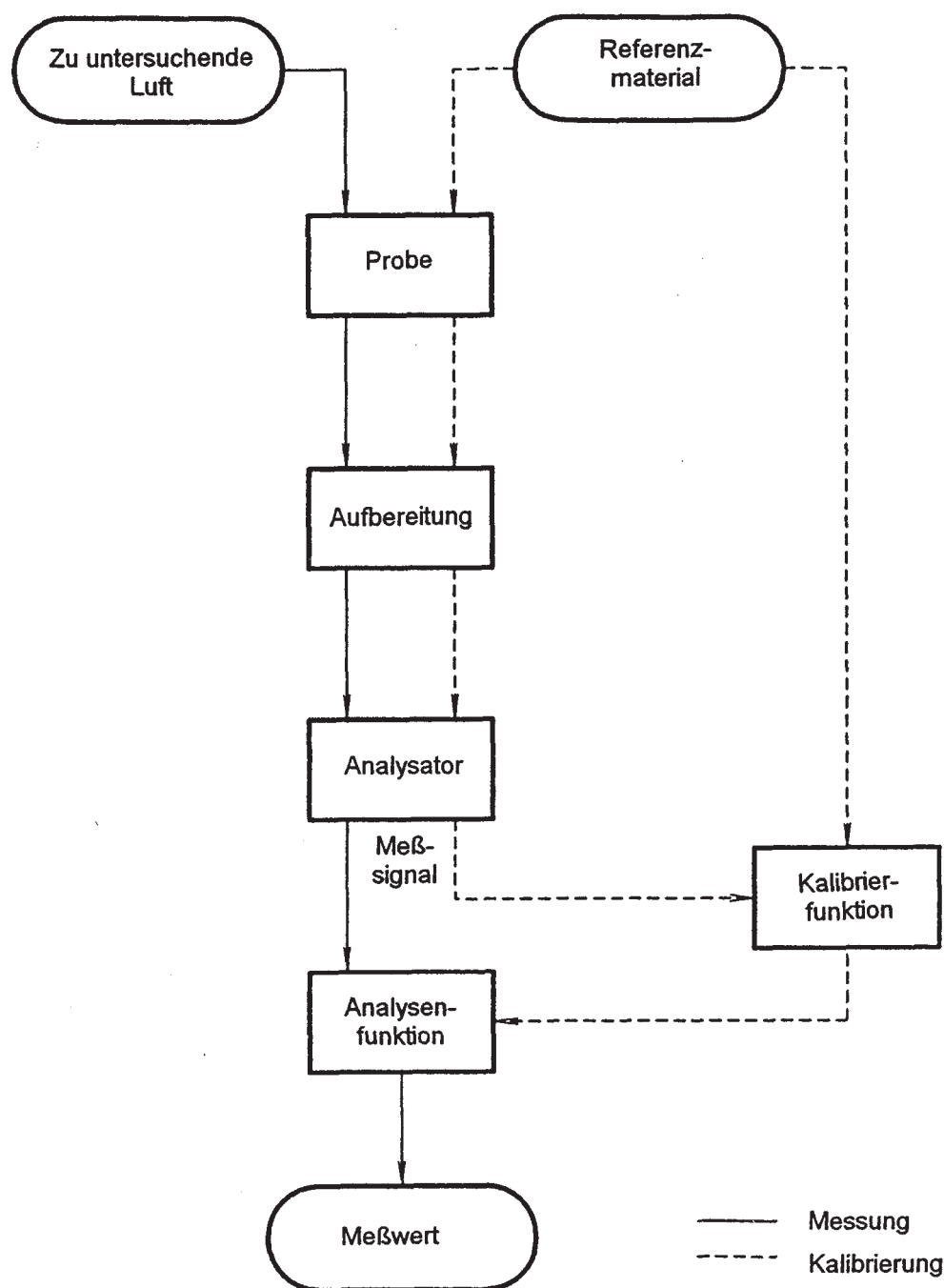


Bild 1: Schema der Messung und der Ermittlung von Verfahrenskenngrößen

6.1.2 Diskontinuierliche Meßeinrichtungen

Die minimale Mittelungszeit ist, abhängig vom Meßverfahren, durch das Maximum der Probenahmedauer, der Fülldauer oder der Anreicherungsdauer festgelegt.

6.2 Funktionale und statistische Verfahrenskenngrößen³⁾

Zu den zu ermittelnden Verfahrenskenngrößen zählen

- diejenigen, die mit der Kalibrierfunktion und deren Stabilität unter Referenzbedingungen im Zusammenhang stehen;
- diejenigen, die mit der Abhängigkeit der Kalibrierfunktion von Einflußgrößen in Zusammenhang stehen.

Eine lineare Kalibrierfunktion ist durch ihre Steigung (Empfindlichkeit) und ihren Achsenabschnitt festgelegt. Die Instabilität und die Wirkung von Einflußgrößen werden

durch ihre Auswirkungen auf die Steigung (Empfindlichkeit) und den Achsenabschnitt beschrieben.

Es dürfen nur solche Meßsignale in diese Prüfungen einbezogen werden, die nach Erreichen des stationären Zustands der Meßeinrichtung ermittelt wurden.

6.2.1 Kalibrierung

Ein Kalibrierexperiment zur Ermittlung der Verfahrenskenngrößen besteht aus mindestens zehn Wiederholmessungen bei minimal fünf verschiedenen Werten des Luftbeschaffenheitsmerkmals.

³⁾ Die funktionalen und statistischen Verfahrenskenngrößen können mit einem Computer mit Hilfe eines TurboPascal-Programms berechnet werden. Dieses Programm ist als Ergänzung der Norm ASTM D 5280 bei ASTM, 1916 Race St., Philadelphia PA 19103-1187, USA, erhältlich.