

DIN CEN/TS 17660-1

Dieses Dokument ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 5.
ICS 13.040.20

**Luftbeschaffenheit –
Leistungsbewertung von Luftqualitätssensorsystemen –
Teil 1: Gasförmige Schadstoffe in der Außenluft;
Deutsche Fassung CEN/TS 17660-1:2021**

Air quality –
Performance evaluation of air quality sensor systems –
Part 1: Gaseous pollutants in ambient air;
German version CEN/TS 17660-1:2021

Qualité de l'air –
Évaluation des performances des systèmes capteurs de la qualité de l'air –
Partie 1: Polluants gazeux dans l'air ambiant;
Version allemande CEN/TS 17660-1:2021

Gesamtumfang 96 Seiten

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) - Normenausschuss

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (CEN/TS 17660-1:2021) wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe WG 42 „Außenluft – Luftqualitätssensoren“ (Sekretariat: NEN, Niederlande; Obmannschaft: NBN, Belgien) des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter Mitwirkung deutscher Experten, die von der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss – benannt worden sind, erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 134-04-03-09 UA „Mindestanforderungen (Immission)“ der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss.

Technische Spezifikationen sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Eine Technische Spezifikation ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden Technische Spezifikation wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser Technische Spezifikation sind erbeten:

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an krdl@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe abgerufen werden;
- oder in Papierform an die VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) — Normenausschuss; Postfach 10 11 39; 40002 Düsseldorf.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

HINWEIS: Die Definition zum Begriff „Umgebungsluft“ (3.1) entspricht der englischen Originalfassung, die jedoch fehlerhaft ist. Die korrekte Definition lautet: Außenluft in der Troposphäre unter Ausschluss von Orten, wo Bestimmungen zu Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten und zu denen die Öffentlichkeit keinen regulären Zugang hat.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 6145-4	siehe	DIN EN ISO 6145-4
ISO 6145-5	siehe	DIN EN ISO 6145-5
ISO 6145-6	siehe	DIN EN ISO 6145-6
ISO 6145-8	siehe	DIN EN ISO 6145-8
ISO 6145-9	siehe	DIN EN ISO 6145-9
ISO 6145-10	siehe	DIN EN ISO 6145-10
ISO 6145-11	siehe	DIN EN ISO 6145-11
ISO 13528	siehe	DIN ISO 13528

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6145-4, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrier gasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 4: Kontinuierliches Spritzen-Injektionsverfahren*

DIN EN ISO 6145-5, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrier gasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 5: Kapillardosierer*

DIN EN ISO 6145-6, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrier gasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 6: Kritische Düsen*

DIN EN ISO 6145-8, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrier gasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 8: Diffusionsverfahren*

DIN EN ISO 6145-9, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrier gasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 9: Sättigungsverfahren*

DIN EN ISO 6145-10, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrier gasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 10: Permeationsverfahren*

DIN EN ISO 6145-11, *Gasanalyse — Herstellung von Kalibrier gasgemischen mit Hilfe von dynamisch-volumetrischen Verfahren — Teil 11: Elektrochemische Herstellung*

DIN ISO 13528, *Statistische Verfahren für Eignungsprüfungen durch Ringversuche*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Luftbeschaffenheit —
Leistungsbewertung von Luftqualitätssensorsystemen —
Teil 1: Gasförmige Schadstoffe in der Außenluft

Air quality —
Performance evaluation of air quality sensor systems —
Part 1: Gaseous pollutants in ambient air

Qualité de l'air —
Évaluation des performances des systèmes
capteurs de la qualité de l'air —
Partie 1: Polluants gazeux dans l'air ambiant

Diese Technische Spezifikation (CEN/TS) wurde vom CEN am 17. Oktober 2021 als eine künftige Norm zur vorläufigen Anwendung angenommen.

Die Gültigkeitsdauer dieser CEN/TS ist zunächst auf drei Jahre begrenzt. Nach zwei Jahren werden die Mitglieder des CEN gebeten, ihre Stellungnahmen abzugeben, insbesondere über die Frage, ob die CEN/TS in eine Europäische Norm umgewandelt werden kann.

Die CEN Mitglieder sind verpflichtet, das Vorhandensein dieser CEN/TS in der gleichen Weise wie bei einer EN anzukündigen und die CEN/TS verfügbar zu machen. Es ist zulässig, entgegenstehende nationale Normen bis zur Entscheidung über eine mögliche Umwandlung der CEN/TS in eine EN (parallel zur CEN/TS) beizubehalten.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	13
4.1 Symbole	13
4.2 Abkürzungen	17
5 Grundsätze der Bewertung	18
5.1 Einführung in die Methodologie	18
5.2 Allgemeines Ziel	20
5.3 Protokoll	20
5.4 Ausgangsanforderungen	22
5.5 Infrastruktur für Prüfungen	23
5.6 Prüfergebnisse und Klassifizierung	23
5.7 Änderungen der Gestaltung des Sensorsystems	24
5.8 Liste der durchzuführenden Prüfungen	24
5.9 Normale Prüfbedingungen	27
6 Leistungsanforderungen	27
6.1 Datenqualitätsziele	27
6.2 Leistungsanforderungen	28
7 Allgemeine Anforderungen an die Durchführung von Prüfungen	30
7.1 Allgemeine Anforderungen an Prüfungen	30
7.1.1 Anzahl der Sensorsysteme	30
7.1.2 Abfolge der Laborprüfungen für Schritt 2	30
7.1.3 Vorbereitung der Sensorsysteme vor den Labor- und Feldprüfungen	31
7.2 Expositionskammer für Laborversuche	31
7.3 Mittelungszeit und Wiederholung der Ablesungen für jede Laborprüfung	32
8 Vorprüfung des Sensorsystems unter kontrollierten Bedingungen (Schritt 1)	32
8.1 Allgemeines	32
8.2 Einstellzeit	33
8.2.1 Prüfbedingungen, Prüfverfahren und Prüfanforderungen	33
8.2.2 Bewertung der Prüfergebnisse	33
8.3 Bewertung der Abweichung von der Linearität	34
8.3.1 Prüfbedingungen und Prüfverfahren	34
8.3.2 Bewertung der Prüfergebnisse	34
8.4 Wiederholpräzision	36
8.4.1 Prüfbedingungen und Prüfverfahren	36
8.4.2 Bewertung der Prüfergebnisse	37
9 Erweiterte Liste der Laborprüfungen (Schritt 2)	38
9.1 Langzeitdrift	38
9.1.1 Allgemeines	38
9.1.2 Prüfbedingungen und Prüfverfahren	38

9.1.3	Messunsicherheit und Bewertung der Prüfergebnisse für die Langzeitdrift.....	38
9.2	Querempfindlichkeiten gegenüber gasförmigen Störkomponenten.....	40
9.2.1	Allgemeines	40
9.2.2	Prüfbedingungen und Prüfverfahren	40
9.2.3	Messunsicherheit und Bewertung der Prüfergebnisse	41
9.3	Temperatur- und Feuchteinflüsse	43
9.3.1	Prüfbedingungen und Prüfverfahren	43
9.3.2	Messunsicherheit und Bewertung der Prüfergebnisse	45
9.4	Memory-Effekt des Hauptgases, der Feuchte und der Temperatur.....	46
9.4.1	Prüfbedingungen und Prüfverfahren	46
9.4.2	Bewertung der Prüfergebnisse und der Messunsicherheit.....	46
9.5	Einfluss der Windgeschwindigkeit	47
9.6	Einfluss des atmosphärischen Drucks.....	47
9.7	Einfluss elektromagnetischer Felder.....	48
9.8	Einfluss der Stromversorgung und von Batterien.....	48
9.9	Bewertung der Datenqualitätsziele der Laborversuche.....	48
10	Feldprüfungen (Schritt 3 oder Schritt 4)	49
10.1	Allgemeines	49
10.2	Auswahl der Luftqualitätsüberwachungsstation	49
10.3	Installation.....	50
10.4	Einsatz und laufende Qualitätskontrolle während der Feldprüfungen	51
10.5	Bewertung der Unsicherheit der Sensorsystem-Messung.....	52
10.5.1	Allgemeines	52
10.5.2	Vorläufige Prüfung der Korrelation zwischen Prüfgas und potenziellen Störkomponenten an Prüfstandorten	52
10.5.3	Unsicherheit zwischen Instrumenten für Sensorsysteme und Referenzinstrumente.....	52
10.5.4	Unsicherheit von Messungen in den Feldprüfungen.....	53
10.5.5	Korrektur für Steigung und/oder Schnittpunkt	54
11	Klassifizierung auf der Grundlage der Prüfergebnisse	56
11.1	Allgemeines	56
11.2	Bewertung der Vorprüfung (Schritt 1).....	56
11.3	Bewertung der Laborprüfung (Schritt 2, sofern anwendbar)	56
11.4	Bewertung der Feldprüfungen (Schritt 3, sofern ausgeführt, ansonsten Schritt 4)	57
11.5	Endgültige Klassifizierung	58
12	Prüfbericht.....	58
Anhang A (informativ) Gemeinsame Lage von Sensoren, Einsatz und Management eines Sensorsystem-Netzwerks		63
A.1	Hintergrund.....	63
A.2	Gemeinsame Lage und Einsatz	63
A.2.1	Einzelne Sensorsysteme.....	63
A.2.2	Sensornetzwerke.....	64
A.3	Kalibrierung und Validierung von Netzwerken.....	65
Anhang B (informativ) Anleitung zur Prüfung von CO₂-Sensorsystemen		67
B.1	Einleitung	67
B.2	Vorgehensweise und allgemeine Anforderungen an die Durchführung der Prüfungen	67
B.3	Datenqualitätsziele und Leistungsanforderungen	67
B.4	Laborprüfungen	68
B.5	Feldprüfungen	69
B.6	Berechnungen.....	69
Anhang C (informativ) Anleitung für die Gestaltung einer Expositionskammer.....		70
Anhang D (informativ) Bewertung des Einflusses der Windgeschwindigkeit auf Messungen des Sensorsystems		73

Anhang E (normativ) Bewertung des Einflusses des atmosphärischen Drucks auf die Sensorsystem-Messungen	74
Anhang F (informativ) Bewertung des Einflusses elektromagnetischer Felder auf die Sensorsystem-Messungen	75
Anhang G (informativ) Luftzusammensetzung an verschiedenen Arten von Standorten im Freien.....	76
Anhang H (informativ) Auswahl des Klimas für einen Feldversuchsstandort	79
Anhang I (normativ) Kleinstes-Quadrat-Regressionsgleichungen	82
Anhang J (normativ) Werte für $u(b_s, RM)$	83
Anhang K (informativ) Beispiel für die Bestimmung der Messunsicherheit	86
K.1 Allgemeines	86
K.2 Vorprüfung.....	86
K.3 Zwischen Sensorsystemen und Referenzverfahren.....	86
K.4 Messunsicherheit.....	86
Literaturhinweise.....	91

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (CEN/TS 17660-1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ist Teil 1 einer Reihe von Dokumenten, die unter dem allgemeinen Titel *Luftbeschaffenheit — Leistungsbewertung von Luftqualitätssensorsystemen* veröffentlicht wurden.

Teil 1 behandelt die Leistungsbewertung von Luftqualitätssensorsystemen für gasförmige Schadstoffe in der Außenluft.

Teil 2 behandelt die Leistungsbewertung von Luftqualitätssensorsystemen für partikelförmige Schadstoffe in der Außenluft.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Technische Spezifikation zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Sensorsysteme gelten allgemein als aufstrebende Messeinrichtungen für die Überwachung der Luftqualität. Sensorsysteme bieten eine schnelle und kostengünstige Alternative zu den Referenzverfahren nach der Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa [1]. Sensorsysteme könnten eine Überwachung der Luftverschmutzung zu geringeren Kosten und mit einer höheren räumlichen Dichte als mit den Referenzverfahren ermöglichen. Darüber hinaus ermöglichen sie neue Anwendungen im Bereich der Luftverschmutzung, wenn sie mit dem globalen Positionsbestimmungssystem (GPS), dem globalen System für Mobilkommunikation (GSM) und Smartphones einschließlich der Überwachung komplexer Topographien, an Verkehrskreuzungen, in Straßenschluchten, an abgelegenen Orten und für wissenschaftliche Bürgerstudien wie etwa die Überwachung um empfindliche Rezeptoren, Schulen oder Parks kombiniert werden.

Sensorsysteme nutzen einen oder mehrere kostengünstige Sensoren, die auf verschiedenen Betriebsprinzipien basieren, wie etwa amperometrische Sensoren, Metalloxide, optische Sensoren (Infrarot-Absorption). Sensorsysteme haben jedoch Gemeinsamkeiten hinsichtlich ihrer Tragbarkeit und niedrigen Kosten im Vergleich zu traditionellen Referenzverfahren. Sensorsysteme sind üblicherweise in der Lage, die Luftverschmutzung kontinuierlich und mit schnellen Einstellzeiten zwischen einigen Zehntelsekunden und mehreren Minuten zu messen.

Aktuell ist die Nutzung von Sensorsystemen für die Überwachung der Luftqualität begrenzt durch die gelegentlich geringe Genauigkeit der Messungen, die sie erreichen können. Darüber hinaus bestand kein eindeutiges Protokoll für die Bewertung von Sensorsystemen mit einem strukturierten metrologischen Ansatz, der geeignet war, die Rückverfolgbarkeit von Sensorsystemmessungen zu nationalen oder internationalen Normen sicherzustellen. Ein Protokoll wird umfassende und transparente Bewertungen von Sensorsystemen ermöglichen. Dies kann ein wichtiger Schritt sein, um Sensorsystemmessungen in die Überwachung der Luftqualität für geregelte und nicht-geregelte Zwecke einzubinden.

Das in diesem Dokument präsentierte Protokoll wendet Sensorsysteme an und unterstützt die Anforderungen der Richtlinie 2008/50/EG. Das präsentierte Verfahren bewertet, ob die in der Richtlinie 2008/50/EG als Datenqualitätsziel für orientierende Messungen und objektive Schätzungen festgelegte Messunsicherheit erfüllt wird. Das Protokoll ermöglicht jedoch eine weniger anspruchsvolle Bewertung der Leistung von Sensorsystemen für nicht-geregelte Messungen.

Das Protokoll gilt für Sensorsysteme als einzelne Messeinrichtungen. Dieses Protokoll gilt nicht für Sensorsysteme als Knoten in einem Sensornetzwerk. Anhang A enthält Informationen zur Nutzung von Sensorsystemen in Sensornetzwerken.

Dieses Dokument legt allgemeine Verfahren und Anforderungen für die Bewertung der Leistung von Sensorsystemen fest, um die gegenseitige Anerkennung durch die relevanten Organe oder Stakeholder zu ermöglichen und so den administrativen und Kostenaufwand für Hersteller zu reduzieren. Es beschreibt keine Rollen und Verantwortlichkeiten der Hersteller, Prüflabore und relevanten Organe im Rahmen dieser Verfahren.

Zusätzlich zu den in der Richtlinie 2008/50/EG geregelten gasförmigen Schadstoffen gilt Kohlenstoffdioxid als vom Anwendungsbereich dieses Protokolls umfasst, auch wenn dieser Stoff nicht in der Richtlinie 2008/50/EG aufgeführt ist. Dementsprechend liegt kein Datenqualitätsziel für Kohlenstoffdioxid vor. Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat keine Richtlinien für Kohlenstoffdioxid festgelegt. Es besteht jedoch ein wachsendes Interesse an der Überwachung von Kohlendioxid in der Umgebungsluft mit Sensorsystemen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt allgemeine Grundsätze einschließlich Prüfverfahren und Prüfanforderungen für die Klassifizierung der Leistung von kostengünstigen Sensorsystemen für die Überwachung gasförmiger Stoffe in der Außenluft an festen Standorten fest. Die Klassifizierung von Sensorsystemen beinhaltet Prüfungen, die unter vorgeschriebenen Labor- und Feldbedingungen durchgeführt werden.

Das beschriebene Verfahren ist für die Bestimmung der Massenkonzentration von Schadstoffen in der Luft anwendbar. Die in diesem Dokument betrachteten Schadstoffe sind die in der Richtlinie 2008/50/EG geregelten gasförmigen Schadstoffe (O_3 , $NO/NO_2/NO_x$, CO , SO_2 und Benzol) in dem in der Außenluft erwarteten Konzentrationsbereich.

Dieses Dokument bietet eine Klassifizierung, die mit den Anforderungen an orientierende Messungen und objektive Schätzungen in der Richtlinie 2008/50/EG konsistent ist. Darüber hinaus liefert es eine Klassifizierung für Anwendungen (nicht-geregelte Messungen) die entspanntere Leistungskriterien erfordern.

Dieses Dokument gilt für einzeln verwendete Sensorsysteme. Es gilt nicht für Sensorsysteme als Teil eines Sensornetzwerks. Für einige Anwendungen (z. B. in Städten) werden Sensorsysteme jedoch als Teil eines Sensornetzwerks eingesetzt. Anhang A enthält Informationen zur Nutzung von Sensorsystemen als Knoten in einem Sensornetzwerk.

Dieses Dokument bietet eine Anleitung zur Prüfung von CO_2 -Sensorsystemen in Anhang B, da CO_2 , auch wenn es nicht in Richtlinie 2008/50/EG aufgeführt ist, ein interessanter Indikator stellvertretend für Aktivitäten ist, die Verbrennungsprozesse beinhalten, oder für die Verdunstung von CO_2 aus Erdreich oder Wasser.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN ISO 14956:2006, *Luftqualität — Beurteilung der Eignung eines Messverfahrens durch Vergleich mit einer geforderten Messunsicherheit (ISO 14956:2002)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp/ui>

3.1

Umgebungsluft

Außenluft in der Troposphäre, wo Bestimmungen zu Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten und zu denen die Öffentlichkeit keinen regulären Zugang hat

[QUELLE: Richtlinie 2008/50/EG]

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies beinhaltet nicht durch die Richtlinie 89/654/EG festgelegte Arbeitsplätze.

3.2

Sensor

einzelner Sensor

chemische Zelle oder physische Einheit, die ein analytisch verwertbares Signal durch Erkennung oder Messung des Analyten erzeugt

3.3

Sensorsystem

Sensorknoten

einzelner integrierter Hardwaresatz, der einen oder mehrere Sensoren verwendet, um eine chemische Konzentration oder Menge zu erkennen und/oder zu messen, der in der Lage ist, Echtzeitmessungen zu liefern

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Instrument“ hat eine sehr ähnliche Definition, doch viele Forscher beziehen sich üblicherweise bei der Verwendung des Worts „Instrument“ auf ein Gerät einer Referenzklasse.

Anmerkung 2 zum Begriff: Alle in diesem Dokument vorgesehenen Prüfungen sind ausschließlich für Sensorsysteme konzipiert.

Anmerkung 3 zum Begriff: Sensorsysteme enthalten eine Anzahl gemeinsamer Komponenten zusätzlich zu dem grundlegenden Sensor- oder Analyseelement, das für die Erkennung verwendet wird. Gemeinsame Hauptkomponenten und Funktionen können Folgendes umfassen:

- Sensorelement oder Detektor (der eigentliche Sensor);
- Probenahmekapazität (aktive oder passive Probenahme);
- Energiesysteme, einschließlich Batterien;
- Analog/Digital-Umwandlung;
- Signalverarbeitung;
- lokale Datenspeicherung;
- Datenübertragung;
- Einhausung oder Gehäuse.

3.4

Sensorsystem der Klasse 1

Messeinrichtung, die Daten liefert, welche mindestens mit den Datenqualitätszielen für orientierende Messungen konsistent sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „orientierende Messung“ bezieht sich auf die Festlegung in der Richtlinie 2008/50/EG und nicht auf die Leistung des Sensorsystems.

3.5

Sensorsystem der Klasse 2

Messeinrichtung, die Daten liefert, welche mindestens mit den Datenqualitätszielen für objektive Schätzungen konsistent sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „objektive Schätzung“ bezieht sich auf die Festlegung in der Richtlinie 2008/50/EG und nicht auf die Leistung des Sensorsystems.

3.6

Sensorsystem der Klasse 3

Messeinrichtung, die Daten liefert, welche einer entspannten Zielmessunsicherheit entsprechen, aber nicht formell mit einem verbindlichen Datenqualitätsziel verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Entspannte Zielmessunsicherheiten sind in Tabelle 3 angegeben.

3.7

Expositionskammer

Volumen, das unter kontrollierten Bedingungen der Temperatur, der Feuchte und der Prüfgasvolumen-Fraktion versiegelt werden kann und für die Prüfung des Sensorsystems verwendet wird

3.8

Mittelungszeitraum

Zeitraum, dem ein Grenzwert zugeordnet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Für dieses Dokument wird ein Standard-Mittelungszeitraum von 1 h für Feldmessungen angewendet, wenn der Mittelungszeitraum in der Richtlinie 2008/50/EG mehr als 1 h beträgt.

3.9

unabhängige Messung

Messung, die nicht durch eine vorherige Einzelmessung beeinflusst wird, indem zwei Einzelmessungen durch mindestens vier Einstellzeiten voneinander getrennt werden

3.10

Einzelmessung

über eine der Einstellzeit des Sensorsystems entsprechende Zeitspanne gemittelte Messung

[QUELLE: übernommen aus EN 14211:2012, 3.15]

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition weicht von der Bedeutung des Konzepts „Einzelmessung“ in der Richtlinie 2008/50/EG ab.

3.11

Kaltstart

erster Start nach einer Abschaltung oder langen Instandhaltung

Anmerkung 1 zum Begriff: Auch wenn die Dauer variieren kann, erfolgt ein Kaltstart üblicherweise nach einer Abschaltung von mindestens 48 h (2 Tage oder mehr).

3.12

Warmstart

Neustart nach einem kurzen Instandhaltungszeitraum von üblicherweise 1 h

3.13

Heißstart

Neustart nach einer Abschaltung von wenigen Minuten

3.14

Lagerfähigkeit

maximaler Lagerungszeitraum vor dem Gebrauch nach Angabe des Herstellers

3.15

Nullgas

Gas oder Gasmischung, um das Nullansprechen eines gegebenen Analyseverfahrens oder Messgeräts für einen gegebenen Gehaltsbereich zu erzeugen

[QUELLE: ISO 7504:2015, 4.6]

3.16

Kalibrierung

Vorgehensweise, bei der unter festgelegten Bedingungen in einem ersten Schritt eine Relation zwischen den Größenwerten mit Messunsicherheiten durch Messnormen und den entsprechenden Anzeigen mit verbundenen Messunsicherheiten bestimmt wird und diese Informationen in einem zweiten Schritt dann genutzt werden, um eine Relation zur Erlangung eines Messergebnisses aus einer Anzeige zu bestimmen

[QUELLE: JCGM 200:2012, 2.39]

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Kalibrierung kann in Form einer Feststellung, einer Kalibrierfunktion, eines Kalibrierdiagramms, einer Kalibrierkurve oder einer Kalibriertabelle ausgedrückt werden. In einigen Fällen kann eine Kalibrierung aus einer additiven oder multiplikativen Korrektur des angezeigten Werts unter Angabe der beigeordneten Messunsicherheit bestehen. Die Kalibrierung ist nicht mit der oft fälschlicherweise als „Selbstkalibrierung“ bezeichneten Einstellung eines Messsystems oder mit dem Nachweis der Kalibrierung zu verwechseln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieses Dokument beschreibt nicht den Prozess der Kalibrierung von Sensorsystemen.

3.17

Drift

kontinuierliche oder schrittweise Veränderung der Messung im Verlauf der Zeit aufgrund von Veränderungen der Eigenschaften eines Sensorsystems

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Drift ist weder mit einer Veränderung einer gemessenen Größe noch einer Veränderung einer erkannten Einflussgröße verbunden.

3.18

Memory-Effekt

Auswirkung vorheriger Werte der Messgröße auf die aktuellen Messergebnisse

[QUELLE: EN ISO 9169:2006, 2.1.21]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Memory-Effekt kann durch die Differenz zwischen den zunehmenden und abnehmenden Messungen, beginnend mit festen unteren und oberen Messwerten quantifiziert werden.

3.19

Nachweisgrenze

Nachweisgrenze

gemessener Größenwert, erhalten durch ein gegebenes Messverfahren, für den die Wahrscheinlichkeit der fälschlichen Feststellung der Abwesenheit einer Komponente eines Materials β in Anbetracht einer Wahrscheinlichkeit α der fälschlichen Feststellung ihrer Anwesenheit beträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: IUPAC empfiehlt Standardwerte für α und β von 0,05.

Anmerkung 2 zum Begriff: Manchmal wird die Abkürzung LOD verwendet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Begriff „Nachweisgrenze“ ist dem Begriff „Empfindlichkeit“ vorzuziehen.

[QUELLE: JCGM 200:2012, 4.18]

3.20

Wiederholpräzision von Messergebnissen

Wiederholpräzision

Genauigkeit der gegenseitigen Annäherung zwischen Ergebnissen aufeinanderfolgender Messungen derselben Messgröße, ausgeführt unter denselben Messbedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bedingungen werden als Wiederholbedingungen bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zu den Bedingungen für die Wiederholpräzision gehören:

- dasselbe Messverfahren;
- derselbe Beobachter;
- dasselbe Messinstrument, verwendet unter denselben Messbedingungen;
- derselbe Standort;
- Wiederholung innerhalb eines kurzen Zeitraums.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Wiederholpräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse angegeben werden.

[QUELLE: VIM:1993, 3.6]

3.21

Selektivität eines Messsystems

Selektivität

Eigenschaft eines Messsystems, das mit einem festgelegten Messverfahren verwendet wird und so einen oder mehrere gemessene Größenwerte für jede Messgröße liefert, sodass die Werte jeder Messgröße unabhängig von anderen Messgrößen oder anderen Größenwerten in Bezug auf das/den untersuchte(n) Phänomen, Körper oder Stoff sind

[QUELLE: JCGM 200:2012, 4.13]

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Chemie beinhalten gemessene Mengen oftmals verschiedene Komponenten in dem gemessenen System und dies sind nicht notwendigerweise Mengen derselben Art.

Anmerkung 2 zum Begriff: In der Chemie wird die Selektivität eines Messsystems üblicherweise für Mengen mit ausgewählten Komponenten in Konzentrationen innerhalb angegebener Intervalle erreicht.

3.22

Empfindlichkeit eines Messsystems

Empfindlichkeit

Quotient aus der Änderung in einer Messsystemanzeige und der entsprechenden Wertänderung einer gemessenen Größe

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Empfindlichkeit eines Messsystems kann auch vom Wert der gemessenen Größe abhängig sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die betrachtete Veränderung des Werts einer gemessenen Größe muss im Vergleich zur Auflösung groß sein.

[QUELLE: JCGM 200:2012, 4.12]

3.23

Stabilität eines Messinstruments

Stabilität

Eigenschaft eines Messinstruments, dessen metrologische Eigenschaften im zeitlichen Verlauf konstant bleiben

[QUELLE: JCGM 200:2012, 4.19]

Anmerkung 1 zum Begriff: Stabilität kann auf verschiedene Weise quantifiziert werden, wie etwa im Hinblick auf die Dauer des Zeitintervalls, über das eine metrologische Eigenschaft sich um einen angegebenen Betrag ändert, oder im Hinblick auf die Veränderung einer Eigenschaft über ein angegebenes Zeitintervall.

3.24

Messunsicherheit

Messunsicherheit

Unsicherheit

nicht-negativer Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die der Messgröße auf der Grundlage der verwendeten Information beigeordnet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messunsicherheit schließt Komponenten ein, die sich aus systematischen Effekten ergeben, wie Komponenten, die mit Korrekturen und den zugewiesenen Größenwerten von Normalen zusammenhängen, sowie die Eigenunsicherheit. Manchmal werden geschätzte systematische Effekte nicht korrigiert, sondern es werden stattdessen beigeordnete Messunsicherheitsbeiträge berücksichtigt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Parameter kann beispielsweise sein: eine Standardabweichung, genannt Standardmessunsicherheit (oder ein vorgegebenes Vielfaches davon), oder die halbe Spannweite eines Intervalls mit einer angegebenen Überdeckungswahrscheinlichkeit.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Messunsicherheit umfasst im Allgemeinen viele Komponenten. Einige davon können mit Hilfe der Ermittlungsmethode A der Messunsicherheit aus der statistischen Verteilung der Größenwerte aus Messreihen ermittelt und durch Standardabweichungen charakterisiert werden. Die anderen Komponenten, die nach der Ermittlungsmethode B der Messunsicherheit ermittelt werden können, können ebenfalls durch Standardabweichungen charakterisiert werden, ermittelt aus Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen auf der Grundlage von Erfahrungen oder anderer Information.

Anmerkung 4 zum Begriff: Im Allgemeinen wird für eine Menge an Information davon ausgegangen, dass die Messunsicherheit einem angegebenen Größenwert beigeordnet ist, der der Messgröße zugewiesen ist. Eine Änderung dieses Größenwerts führt zu einer Änderung der beigeordneten Unsicherheit.

[QUELLE: JCGM 200:2012, 2.26]

3.25

kombinierte Standardmessunsicherheit

Standardmessunsicherheit, die man erhält, indem man die einzelnen Standardmessunsicherheiten verwendet, die den Eingangsgrößen des Modells der Messung beigeordnet werden

[QUELLE: JCGM 200:2012, 2.31]

3.26

erweiterte Messunsicherheit

erweiterte Unsicherheit

Produkt aus einer kombinierten Standardmessunsicherheit und einem Faktor, der größer als eins ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Faktor hängt von der Art der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ausgangsgröße des Modells der Messung ab sowie von der gewählten Überdeckungswahrscheinlichkeit.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Benennung „Faktor“ in dieser Definition bezieht sich auf Erweiterungsfaktor.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die erweiterte Messunsicherheit wird in Absatz 5 der Empfehlung INC-1 (1980) (siehe GUM) „Gesamtunsicherheit“ genannt und in den IEC-Dokumenten einfach nur „Unsicherheit“.

[QUELLE: JCGM 200:2012, 2.35]

3.27

Erweiterungsfaktor

Zahlenfaktor, der größer als eins ist und mit dem die kombinierte Standardmessunsicherheit multipliziert wird, um die erweiterte Messunsicherheit zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Erweiterungsfaktor wird üblicherweise mit dem Symbol k dargestellt.

[QUELLE: JCGM 200:2012, 2.38]

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

ANMERKUNG In der folgenden Liste sind alle Symbole in Verbindung mit der Messunsicherheit von Quellenbeiträgen als Standardunsicherheit angegeben, z. B. $u(X)$. Im Text können jedoch erweiterte Unsicherheiten derselben Quellenbeiträge verwendet werden, z. B. $U(X)$.

a	Schnittpunkt der Regressionsgeraden
A	Mittelwert der Werte y_i
b	Steigung der Regressionsgeraden
b_a	Mittelwert der Steigung der Regressionsgeraden beim Niveau null und höchstem Prüfniveau
c	Schnittpunkt des korrigierten Datensatzes
C_a	Mittelwert der Werte C_i
C_i	i -ter Wert des Ansprechens des Sensorsystems
$\hat{C}_i$	i -ter Wert der anhand einer linearen Regression geschätzten Konzentration
$C_{\text{int,max}}$	maximale Konzentration der Störkomponente
$C_{\text{int,min}}$	minimale Konzentration der Störkomponente
$C_{s,0}$	mittlere Konzentration der Messungen bei höchstem Prüfniveau zu Beginn der Driftperiode
$C_{s,1}$	mittlere Konzentration der Messungen bei höchstem Prüfniveau zum Ende der Driftperiode
C_{emf,X_1}	Ansprechwert des Sensorsystems bei geprüfter elektromagnetischer Feldstärke $X_{\text{emf},1}$
C_{emf,X_2}	Ansprechwert des Sensorsystems bei geprüfter elektromagnetischer Feldstärke $X_{\text{emf},2}$
C_{p,X_1}	Ansprechwert des Sensorsystems bei geprüfem atmosphärischem Druck $X_{p,1}$
C_{p,X_2}	Ansprechwert des Sensorsystems bei geprüfem atmosphärischem Druck $X_{p,2}$

C_{wv,X_1}	Wert des Sensorsystems bei geprüfter Windgeschwindigkeit $X_{wv,1}$
C_{wv,X_2}	Wert des Sensorsystems bei geprüfter Windgeschwindigkeit $X_{wv,2}$
$C_{z,0}$	mittlere Konzentration der Messungen beim Niveau null zu Beginn der Driftperiode
$C_{z,1}$	mittlere Konzentration der Messungen beim Niveau null zum Ende der Driftperiode
d	Steigung des korrigierten Datensatzes
$D_{l,s}$	Langzeitdrift bei höchstem Prüfniveau
$D_{l,z}$	Langzeitdrift beim Niveau null
$D_{l,s,max}$	maximale Langzeitdrift beim höchsten Prüfniveau, bestimmt während des Prüfzeitraums von 90 Tagen
$D_{l,z,max}$	maximale Langzeitdrift beim Niveau null, bestimmt während des Prüfzeitraums von 90 Tagen
k	Erweiterungsfaktor
L	aktuell beurteilter LV, UAT oder LAT
m	Anzahl der Wiederholungen beim selben Konzentrationswert
n	Anzahl der Messpunkte; Anzahl der Messungen
n_s	Anzahl der Sensorsystem-Replikate
r	Wiederholpräzision der Messung; Wiederholpräzision
R	ist der Wert der aus der linearen Regression resultierenden Restsumme der Quadrate
ρ	Restwert
$\rho_{c,i}$	Restwert jedes Mittelwerts bei jedem Konzentrationswert
$\rho_{c,i,max}$	maximaler einzelner Restwert von $\rho_{c,i}$
$s(a)$	Quadratwurzel der Quadratsumme der Standardabweichung der Schnittpunkte für das niedrige Niveau plus den Standardabweichungen der Schnittpunkte für das hohe Niveau der interessierenden Verbindungen für Temperatur und Feuchte oder die Standardabweichung der Schnittpunkte für Prüfgas
$s(b)$	Quadratwurzel der Quadratsumme der Standardabweichung der Steigungen für das niedrige Niveau plus den Standardabweichungen der Steigungen für das hohe Niveau der interessierenden Verbindungen für Temperatur und Feuchte oder die Standardabweichung der Steigungen für Prüfgas
s_r	Standardabweichung der Wiederholpräzision
$s(X_i)$	Standardabweichung der Wiederholpräzision des Parameters X , angegeben in den Eignungsprüfungsberichten der Referenzanalysatoren

t	Zeit
t_{90}	Einstellzeit
t_f	Einstellzeit (Abfall)
t_r	Einstellzeit (Anstieg)
$t_{n-1,\alpha}$	zweiseitiger t -Studentfaktor bei einem Vertrauensniveau $1 - \alpha$, mit $n - 1$ Freiheitsgraden
$u(a)$	Standardunsicherheit des Schnittpunkts einer Regressionsgeraden
$u(a)^2$	Quadrat der Unsicherheit des Schnittpunkts des unkorrigierten Datensatzes
$u(b)$	Standardunsicherheit der Steigung einer Regressionsgeraden
$u(b)^2$	Quadrat der Unsicherheit der Steigung des unkorrigierten Datensatzes
$u(D_{l,LV})$	Standardunsicherheit aufgrund von Langzeitdrift beim Niveau des Grenzwerts
$u(D_{l,z})$	Standardunsicherheit aufgrund von Drift beim Niveau null
$u(h_x)$	Standardunsicherheit aufgrund des Einflusses von Prüfgas ($u(h_{x_c})$), Temperatur ($u(h_{x_t})$) oder Feuchte ($u(h_{x_{rh}})$)
$u(h_{x_c})$	Standardunsicherheit aufgrund des Memory-Effekts der Sensorsysteme für Prüfgas
$u(h_{x_{rh}})$	Standardunsicherheit aufgrund des Memory-Effekts der Sensorsysteme für Feuchte
$u(h_{x_t})$	Standardunsicherheit aufgrund des Memory-Effekts der Sensorsysteme für Temperatur
$u(X)$	Standardunsicherheit des geprüften Parameters X
$u(X_p)$	Standardunsicherheit in Verbindung mit dem Einfluss des atmosphärischen Drucks
$u(X_{rh})$	Standardunsicherheit in Verbindung mit dem Einfluss von Feuchte
$u(X_t)$	Standardunsicherheit in Verbindung mit dem Einfluss der Temperatur
$u(X_{wv})$	Standardunsicherheit in Verbindung mit dem Einfluss der Windgeschwindigkeit
$u(bs, RM)$	zwischen der Standardunsicherheit des Referenzverfahrens
$u(bs, s)$	zwischen der Standardunsicherheit von Sensorsystemen
$u(emf)$	Standardunsicherheit in Verbindung mit dem Einfluss elektromagnetischer Felder
$u(int)$	Standardunsicherheit in Verbindung mit dem Einfluss einer gasförmigen Störkomponente
$u(lof)$	Standardunsicherheit in Verbindung mit der Abweichung von der Linearität
$U(lof)$	erweiterte Messunsicherheit in Verbindung mit der Abweichung von der Linearität

$U_{\text{field},L}$	erweiterte Unsicherheit der Feldmessungen des Sensorsystems beim Wert des aktuell beurteilten LV, UAT oder LAT in Massenkonzentrationseinheiten
$U_{\text{field,corr},L}$	erweiterte Unsicherheit des korrigierten Sensorsystems beim Wert des aktuell beurteilten LV, UAT oder LAT in Massenkonzentrationseinheiten
U_{lab}	erweiterte Standardunsicherheit der Laborprüfungen
x	Wert der Referenzmessung
x_i	i -ter x -Wert (Referenzmessung)
$\bar{x}$	Mittelwert der Werte x_i
x_a	Mittelwert der Werte x_i
X	geprüfter Parameter (Prüfgas X_c , Temperatur X_t , Feuchte X_{rh} , atmosphärischer Druck X_p , Windgeschwindigkeit X_{wv})
X_{ct}	hoher Prüfgaswert während der Interferenzprüfung
X_i	i -ter Wert des geprüften Parameters X (Temperatur X_t oder Feuchte X_{rh})
X_{int}	hoher Wert der gasförmigen Störkomponente
X_a	Mittelwert der Werte X_i
X_{max}	Höchstwert des Parameters X (Temperatur X_t oder Feuchte X_{rh})
X_{min}	Mindestwert des Parameters X (Temperatur X_t oder Feuchte X_{rh})
$X_{p,1}$	Mindestwert des atmosphärischen Drucks unter Prüfbedingungen
$X_{p,2}$	Höchstwert des atmosphärischen Drucks unter Prüfbedingungen
$X_{p,\text{max}}$	höchster erwarteter Wert für atmosphärischen Druck unter realen Umgebungsbedingungen
$X_{p,\text{min}}$	niedrigster erwarteter Wert für atmosphärischen Druck unter realen Umgebungsbedingungen
$X_{wv,1}$	Mindestwert der Windgeschwindigkeit unter Prüfbedingungen
$X_{wv,2}$	Höchstwert der Windgeschwindigkeit unter Prüfbedingungen
$X_{wv,\text{max}}$	höchster erwarteter Wert der Windgeschwindigkeit unter realen Umgebungsbedingungen
$X_{wv,\text{min}}$	niedrigster erwarteter Wert der Windgeschwindigkeit unter realen Umgebungsbedingungen
y	Ansprechwert des Sensorsystems
y_i	i -ter y -Wert (Ansprechen des Sensorsystems)
$y_{i,j}$	Ansprechwert des Sensorsystems für den Zeitraum i des Sensorsystems j
$\bar{y}$	Mittelwert der Werte y_i

$\bar{y}_i$	Mittelwert für den Zeitraum i der n_s Sensorsystem-Replikate;
y_a	Mittelwert der Werte y_i beim gleichen Konzentrationsniveau;
Y	gemessenes Signal
Y_{c_t}	Sensorsystem-Messung einer Gasmischung mit Prüfgaswert bei X_{c_t} und der Konzentration der Störkomponente beim hohen Niveau der gasförmigen Störkomponente X_{int}
$Y_{c_t,0}$	Sensorsystem-Messung mit Prüfgaswert bei X_{c_t} und ohne Störkomponente
Y_{int}	Einflussgröße der Störkomponente am Grenzwert
Y_{int,c_t}	Einfluss der Störkomponente auf das Ansprechen des Sensorsystems bei Prüfgaswert X_{c_t}
$Y_{int,z}$	Einfluss der Störkomponente auf das Ansprechen des Sensorsystems beim Niveau null des Prüfgases
Y_z	Sensorsystem-Messung mit Prüfgas beim Niveau null und der Konzentration der Störkomponente beim hohen Niveau der gasförmigen Störkomponente X_{int}
$Y_{z,0}$	Sensorsystem-Messung mit Prüfgas beim Niveau null und ohne Störkomponente

4.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen:

AQMS	Luftqualitätsüberwachungsstation (en: air quality monitoring station) (unter Verwendung der in Richtlinie 2008/50/EG festgelegten Messverfahren)
AT	Alarmschwellenwert (en: alert threshold) (für den Schutz der Gesundheit festgelegt in Richtlinie 2008/50/EG)
CL	kritischer Wert (en: critical level) (für den Schutz der Pflanzenwelt festgelegt in Richtlinie 2008/50/EG)
DQO	Datenqualitätsziel (en: data quality objective)
GPS	globales Positionierungssystem (en: global positioning system)
GSM	globales System für Mobilkommunikation (en: global system for mobile communications)
LAT	unterer Beurteilungsschwellenwert (en: lower assessment threshold) (festgelegt in Richtlinie 2008/50/EG)
LOD	Nachweisgrenze (en: limit of detection)
LV	Grenzwert (en: limit value) (oder Zielwert nach Richtlinie 2008/50/EG)
RH	relative Feuchte (en: relative humidity)
RM	Referenzverfahren (en: reference method)
RSS	aus der linearen Regression resultierende Restsumme der Quadrate

SOP	Standardverfahrensanweisung (en: standard operating procedure)
UAT	oberer Beurteilungsschwellenwert (en: upper assessment threshold) (festgelegt in Richtlinie 2008/50/EG)
WLAN	drahtloses lokales Netzwerk (en: wireless local area network)

5 Grundsätze der Bewertung

5.1 Einführung in die Methodologie

Das Schema in Bild 1 zeigt den Fokus und die Aktivitäten, die Teil (Leistungsbewertung) und nicht Teil (Vorbereitung, Einsatz) des in diesem Dokument festgelegten Prüfverfahrens sind.

Sensorsysteme in diesem Dokument liefern Messungen erwartungsgemäß direkt als Gaskonzentrationen (ob als Mischverhältnisse oder Masse je Volumeneinheit), ohne dass eine Kalibrierung als Teil dieses Prüfverfahrens erforderlich ist.

Wenn die Kalibrierung Teil der üblichen Verfahrensanweisung ist, können die während der Leistungsbewertung erfassten Daten nicht für die Kalibrierung eines einzelnen Sensorsystems verwendet werden. Diese Kalibrierung muss in der Vorbereitungsphase erfolgen, bevor die Sensorsysteme für die Leistungsbewertung bereitgestellt werden. Die Daten der Leistungsbewertung (zweites Rechteck in Bild 1) können nicht für diese erste Kalibrierung einzelner Sensorsysteme verwendet werden. Wenn die von dem Hersteller bereitgestellte Standardverfahrensanweisung (SOP) ein Kalibrierungsintervall beinhaltet, das innerhalb des Zeitrahmens der Bewertung liegt, wird diese ohne Verwendung des Bewertungsdatensatzes durchgeführt. Die während der Bewertungsphase durchgeführte Kalibrierung (sofern Teil der SOP) wird in dem Prüfbericht angegeben und impliziert, dass dieses Kalibrierungsintervall während des Einsatzes des Sensorsystems als Sensorsystem der Klasse 1, Klasse 2 oder Klasse 3 verbindlich ist.

Die vorgeschlagene Leistungsbewertung führt zu einer eindeutigen linearen Korrekturfunktion (siehe 10.5.5), die auf den gesamten Datensatz und alle Sensorboxen angewendet werden kann. Ein Sensorsystem kann während der Einsatzphase entsprechend seiner Klassifizierung für orientierende Messungen oder objektive Schätzungen nach Richtlinie 2008/50/EG verwendet werden. Die Einsatz- und Vorbereitungsverfahrensanweisungen des Herstellers müssen befolgt werden und die während der Leistungsbewertung angewendete SOP muss ebenfalls während des Einsatzes verwendet werden, damit das Sensorsystem ein gültiges Sensorsystem der Klasse 1, Klasse 2 oder Klasse 3 ist.

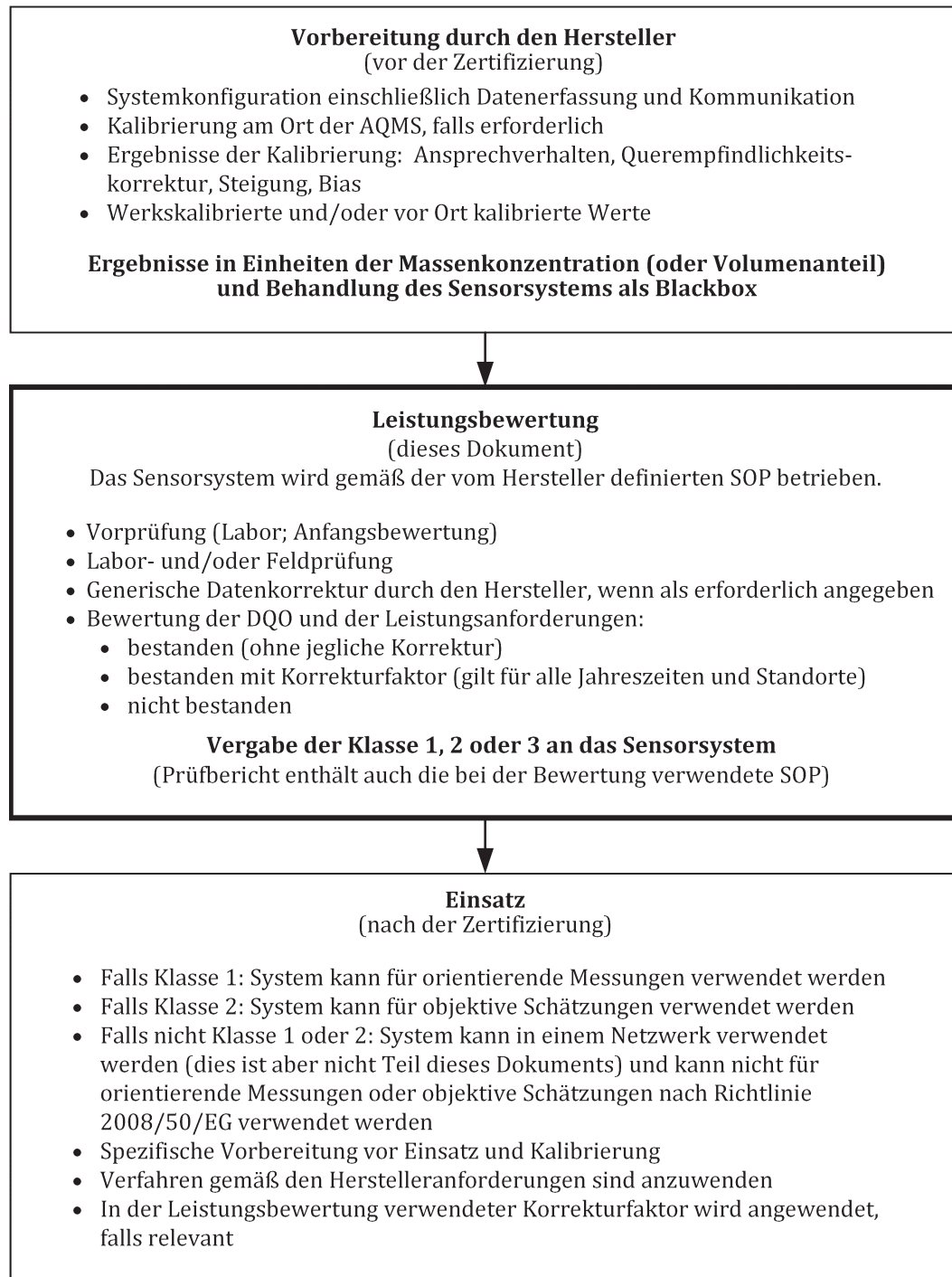


Bild 1 — Schema der Aktivitäten, die Teil dieses Dokuments (Leistungsbewertung) und nicht Teil dieses Dokuments (Vorbereitung, Einsatz) sind

5.2 Allgemeines Ziel

Dieses Dokument beschreibt das Prüfprotokoll und die Datenqualitätsziele (DQO) für die Bewertung und Klassifizierung von Sensorsystemen. Ziel des Protokolls ist es, einen genormten Ansatz für die Prüfung und Klassifizierung von Sensorsystemen zu erhalten. Das Protokoll erfordert die Durchführung von Laborprüfungen und Feldprüfungen an Luftqualitätsüberwachungsstationen (AQMS), wo Sensorsysteme und Referenzverfahren kombiniert existieren und verglichen werden. Die Ergebnisse der Feldprüfungen sind für den gewählten Stations- und Bereichstyp repräsentativ. Die Ergebnisse können an anderen Feldstandorten abweichen, wo unterschiedliche Luftzusammensetzung und Klimabedingungen zu einer anderen Sensorleistung führen können. Das Protokoll beinhaltet die Bewertung verschiedener Variablen, die die Empfindlichkeit, Selektivität und Stabilität von Sensorsystem-Messungen beschreiben.

Die folgenden Klassen sind in diesem Dokument festgelegt:

- Sensorsysteme der Klasse 1 und Klasse 2 für geregelte oder andere Zwecke, die die DQO für orientierende Messungen und objektive Schätzungen nach Richtlinie 2008/50/EG erfüllen.
- Sensorsysteme der Klasse 3 für nicht-geregelte Zwecke, die durch entspannte Anforderungen an die Zielmessunsicherheit gekennzeichnet sind, wie etwa für spezifische Forschungsthemen, Bildungszwecke und Bürgerwissenschaften.

Die Klassifizierung von Sensorsystemen gilt für Standorte, die die in dem begleitenden Klassifizierungsbericht festgelegte(n) Standortklassifizierung und meteorologischen Bedingungen (siehe 10.1) erfüllen.

5.3 Protokoll

Das Protokoll mit den verschiedenen Schritten ist in Bild 2 dargestellt, das das Ablaufdiagramm der innerhalb des Bewertungsprotokolls durchzuführenden Prüfungen enthält.

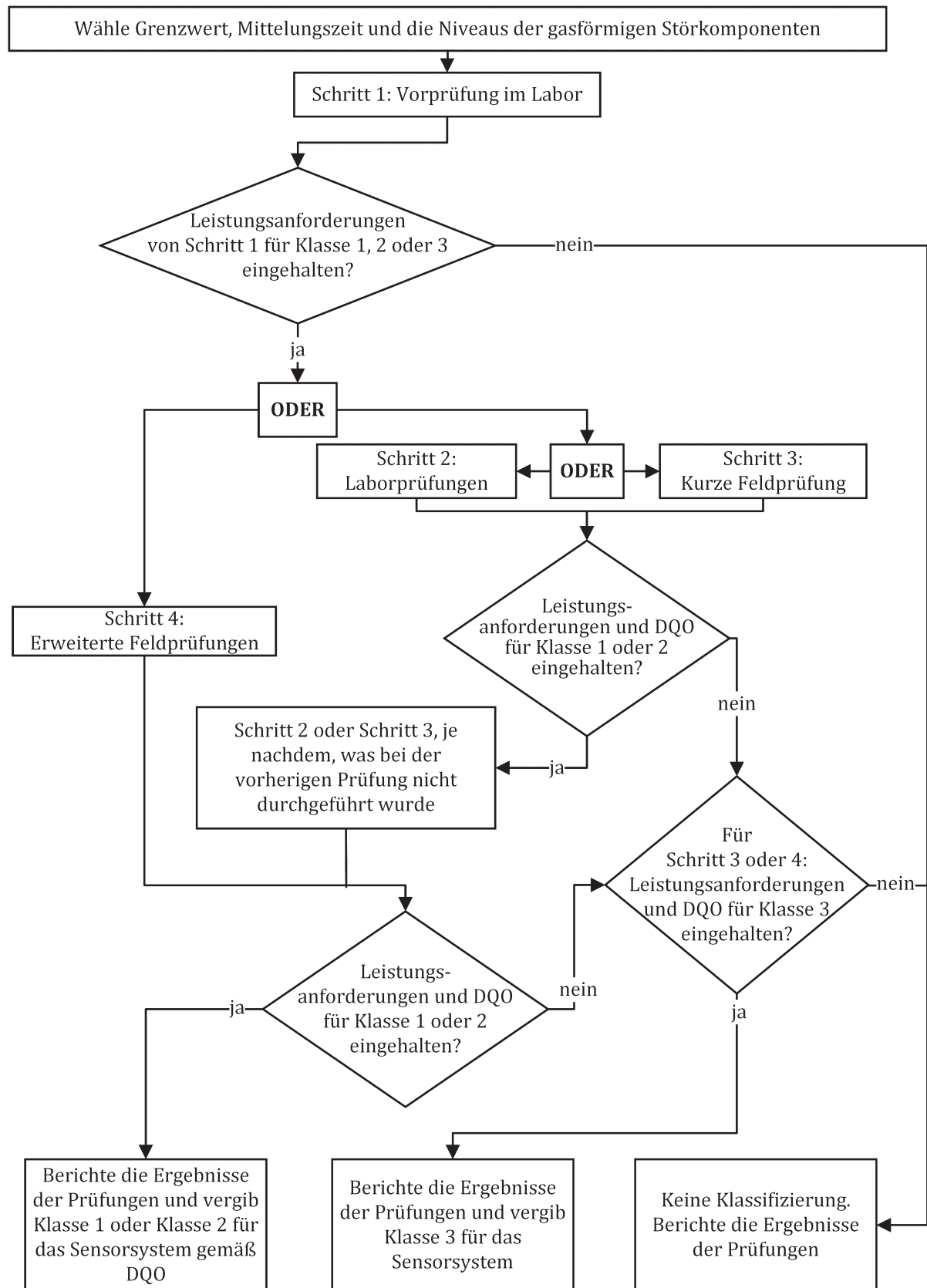


Bild 2 — Protokoll der Bewertung von Sensorsystemen

Das Prüfverfahren beinhaltet eine Laborvorprüfung, gefolgt von einer Kombination aus Laborprüfungen und Feldprüfungen oder erweiterten Feldprüfungen. Das Prüfverfahren wird zu einer Klassifizierung und dem Bericht der Prüfergebnisse führen. Bild 2 zeigt die verschiedenen Optionen für die Durchführung der Prüfungen. Nach Abschluss der Laborvorprüfungen kann der Antragsteller für die Sensorsystem-Zertifizierung in Koordination mit der zuständigen Prüfstelle aus drei verschiedenen Prüfoptionen auswählen. Eine Prüfoption schließt Laborprüfungen nach der Laborvorprüfung (Schritt 1) aus, erfordert aber erweiterte Feldprüfungen (Schritt 4). Die anderen beiden Optionen sind eine Kombination aus Laborprüfungen (Schritt 2) und kurzen Feldprüfungen (Schritt 3), wobei der Antragsteller die Reihenfolge der Ausführung auswählen kann. Die DQO-Anforderungen werden nach jedem Schritt überprüft, wie in Bild 2 gezeigt.

Die DQO für Sensorsysteme der Klasse 1, Klasse 2 und Klasse 3 sind in 6.1 angegeben. Die Prüfverfahren umfassen mehrere Schritte:

- Schritt 1: Eine schnelle Vorprüfung des Sensorsystems bestehend aus der Bewertung der Einstellzeit des Sensorsystems, der mangelnden Anpassung der Regressionsfunktion und der Wiederholpräzision der Messungen (siehe Abschnitt 8): Alle Sensorsysteme müssen den Vorprüfungen unterzogen werden. Sofern diese erfolgreich sind, muss mit Schritt 2 UND Schritt 3 ODER nur mit Schritt 4 fortgefahren werden;
- Schritt 2: Eine erweiterte Liste der in einem Labor in einer Expositions-kammer unter kontrollierten Bedingungen durchzuführenden Prüfungen ist Abschnitt 9 zu entnehmen: Die Liste der zu bewertenden Parameter beinhaltet z. B. die Langzeitstabilität der Sensorsysteme, den Einfluss gasförmiger Störkomponenten, die Temperatur und die Feuchte. Die Liste der durchzuführenden Prüfungen ist in 7.1.2 angegeben. Sensorsysteme, die dem erweiterten Laborprüfverfahren (Schritt 2) unterzogen werden, müssen außerdem kurzen Feldprüfungen (Schritt 3) unterzogen werden;
- Schritt 3: Kurze Feldprüfungen: Sensorsysteme müssen an der AQMS geprüft werden, wo Sensorsysteme und Referenzinstrumente nebeneinander angebracht sind, siehe Abschnitt 10. Dieser Schritt dient dazu, die Messunsicherheit des Sensorsystems durch Vergleich mit Referenzmessungen anhand des Verfahrens in der Anleitung zum Nachweis der Äquivalenz von Außenluft-Überwachungsverfahren [26] zu schätzen. Sensorsysteme, die kurzen Feldprüfungen unterzogen werden (Schritt 3), müssen außerdem dem erweiterten Laborprüfverfahren (Schritt 2) unterzogen werden;
- Schritt 4: Die Laborprüfung gefolgt von kurzen Feldprüfungen nach den Vorprüfungen ist nicht zwingend vorgeschrieben. Sie kann unter der Voraussetzung umgangen werden, dass die „erweiterten Feldprüfungen“ mit doppelter Anzahl an Überwachungsstandorten der kurzen Feldprüfungen durchgeführt wird (siehe Bild 2 und 10.1). Alle anderen Anforderungen der Feldprüfung bleiben wie für die kurzen Feldprüfungen vorgesehen (Schritt 3).

In jedem Schritt müssen die Leistungsanforderungen einschließlich der DQO erfüllt werden, bevor mit dem nächsten Schritt fortgefahren wird. Leistungsanforderungen sind in 6.2 aufgelistet. Die Datenverarbeitung in Schritt 3 und Schritt 4 kann entweder ohne Korrektur des Ansprechens des Sensorsystems oder mit Korrektur des Ansprechens mit einer einzelnen Steigungs- und/oder Schnittpunktkorrektur für alle Sensorsysteme und Prüfstandorte durchgeführt werden. Diese Korrekturverfahren sind in Abschnitt 10 beschrieben.

5.4 Ausgangsanforderungen

Die folgenden Eigenschaften müssen vor dem Beginn der Versuche festgelegt oder nachgeschlagen werden:

- interessierende Verbindung und entsprechender Grenzwert (LV) oder Zielwert nach Richtlinie 2008/50/EG nur für Sensorsysteme der Klasse 1 und Klasse 2 (siehe Tabelle 3);

- entsprechender Mittelungszeitraum oder kürzester Mittelungszeitraum, wenn mehrere LV und Mittelungszeiträume für die entsprechende Verbindung gelten (siehe Tabelle 3);
- Art der Überwachungsstandorte, an denen die Sensorsysteme eingesetzt werden (Stadt, Vorstadt oder ländliche Regionen im Hintergrund oder Verkehrsstandorte). Tabelle 2 enthält weitere Informationen zu den Prüfniveaus für Laborprüfungen.

Es wird angenommen, dass die Sensorsysteme in diesem Dokument Messungen direkt in Gaskonzentrationseinheiten liefern, ohne dass eine Kalibrierung vor den Prüfungen erforderlich ist, sofern dies nicht Teil der üblichen Verfahrensanweisung für das geprüfte Sensorsystem ist (siehe 5.1). Es ist nicht Absicht dieses Dokuments, Richtlinien für die Entwicklung eines Kalibrierungs- oder Korrekturmodells für Sensorsystem-Messungen zu liefern.

5.5 Infrastruktur für Prüfungen

Die Laborprüfungen werden mithilfe einer Expositions-kammer durchgeführt, die in der Lage ist, die Luftdurchflussrate durch die Kammer, die Konzentration der Prüfgase, die Temperatur und die relative Feuchte (RH) in der Kammer zu messen, zu steuern und zu ändern. Informationen über Expositions-kammern sind in Anhang C angegeben. Die Bewertung von Sensorsystemen muss auf dem Vergleich zwischen dem Ansprechen der Sensorsysteme und Messungen von Referenzinstrumenten oder auf aus dem Gasmischer der Expositions-kammer berechneten Daten basieren. Wenn Daten des dynamischen Verdünnungssystems als Referenzwerte verwendet werden, muss mindestens ein jährlicher Vergleich beider Verfahren vorgenommen werden, um zu überprüfen, dass die Differenzen innerhalb der Unsicherheiten liegen, und die Unsicherheit muss angegeben werden (siehe ISO 13528 und EN ISO 6145-7).

Die Prüfungen müssen von einer unabhängigen zuständigen Stelle (Prüflabor) durchgeführt werden. Die Klassifizierung muss von oder im Auftrag der zuständigen Behörde erteilt werden. Die die erforderlichen Prüfungen durchführende zuständige Stelle muss in der Lage sein, nachzuweisen, dass ihre Arbeit die Anforderungen international anerkannter Normen für Prüflaboratorien erfüllt.

ANMERKUNG 1 EN ISO/IEC 17025 ist die geltende international anerkannte harmonisierte Norm.

ANMERKUNG 2 Eine formale Akkreditierung durch eine Mitglieds-körperschaft der Europäischen Akkreditierungsstelle nach EN ISO/IEC 17025 stellt einen Nachweis der Konformität dar.

5.6 Prüfergebnisse und Klassifizierung

Die in Schritt 1 zu erfüllenden Leistungsanforderungen sind in Tabelle 4 angegeben.

Dementsprechend muss jedes Sensorsystem für eine Einstufung in der Klasse 1 oder Klasse 2 die Leistungsanforderungen von Schritt 3 oder Schritt 4 in Tabelle 4 sowie entweder das DQO der erweiterten Feldprüfung (Schritt 4) oder das DQO der Laborprüfung (Schritt 2) und der kurzen Feldprüfung (Schritt 3) in Tabelle 3 (siehe Bild 2) erfüllen.

Wenn die DQO und/oder Leistungsanforderungen der Klasse 1 und Klasse 2 nicht erfüllt werden, kann ein Sensorsystem in die Klasse 3 eingestuft werden, wenn die DQO-Anforderungen in Tabelle 4 und die Leistungsanforderungen in Tabelle 3 von Klasse 3 erfüllt werden. Wo empfohlen wird, Schritt 2 und Schritt 3 auszuführen, wenn diese Richtung des Ablaufdiagramms gewählt wurde, kann das Sensorsystem ebenfalls und allein auf der Grundlage von Schritt 3 in die Klasse 3 eingestuft werden.

Die endgültige Klassifizierung wird ausführlicher in Abschnitt 11 behandelt.

5.7 Änderungen der Gestaltung des Sensorsystems

Der Hersteller muss eine technische Dokumentation aller gestalterischen Änderungen für jede Art von Sensorsystem führen. Ein Sensorsystem bezieht sich auf alle in 3.2 beschriebenen Elemente, sofern diese vorhanden sind. Die technische Dokumentation muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Änderungen von Komponenten;
- Datum der Änderungen;
- Beurteilung der Auswirkung der Änderungen im Hinblick auf die anzuwendenden Leistungskriterien;
- Daten, die die Beurteilung der Auswirkung der Änderungen unterstützen;
- Beurteilung der wesentlichen Änderungen durch das Prüflabor;
- Verweisungen auf verknüpfte Informationen wie etwa die Kommunikation mit der Zertifizierungsstelle.

Wenn der Hersteller gestalterische Änderungen vornimmt, muss er das Prüflabor und die relevante Stelle informieren, außer wenn er nachweisen kann, dass das Sensorsystem weiterhin die in dem ursprünglichen Zertifikat angegebene Leistung erbringt.

Die folgenden drei Klassen von Veränderungen zertifizierter Sensorsysteme sind festgelegt:

- Typ 0: Änderungen, die keinen messbaren Einfluss auf die Leistung des Sensorsystems haben;
- Typ 1: Änderungen, die einen Einfluss auf die Leistung des Sensorsystems haben können, wo jedoch anschließende Prüfungen nachweisen, dass solche Änderungen keinen wesentlichen Einfluss haben;
- Typ 2: Änderungen, die einen wesentlichen Einfluss auf die Leistung des Sensorsystems haben.

Ein wesentlicher Einfluss (Typ 2) gilt als ein Einfluss, der die Leistung des Sensorsystems im Vergleich zu der in dem Zertifikat angegebenen Leistung für die angegebenen Leistungseigenschaften reduziert oder verbessert. Sensorsystem-Hersteller müssen Sensorsystem-Anwender über diese Art der Änderungen informieren.

Der Hersteller muss alle Änderungen an einem zertifizierten Sensorsystem bewerten. Wenn Änderungen des Typs 2 identifiziert werden, muss der Hersteller die relevante Stelle und das Prüflabor konsultieren, um zu prüfen, ob zusätzliche Prüfungen erforderlich sind, um die Auswirkung der gestalterischen Änderungen zu bestimmen. Der Hersteller muss alle Änderungen und Bewertungen entsprechend den Anforderungen dieses Dokuments auf nachprüfbarer Weise dokumentieren.

5.8 Liste der durchzuführenden Prüfungen

Die durchzuführenden Prüfungen nach der Kategorie der Sensorsysteme der Klasse 1, Klasse 2 oder Klasse 3 sind nachfolgend aufgelistet. Die Prüfungen müssen entweder im Labor mit einer Expositions-kammer oder an Feldstandorten durchgeführt werden.

Der Einfluss aller Parameter, die nicht im Labor geprüft werden, wird dennoch in die anhand der Ergebnisse der Feldprüfungen bewertete Messunsicherheit aufgenommen. Es ist jedoch nicht möglich, zwischen allen Einflüssen zu unterscheiden, weil diese aufgrund einer mangelnden Unabhängigkeit von Einflussvariablen (z. B. sind Temperatur und Feuchte gegenläufig korreliert) unklar sind.

Abschnitt 7 enthält die allgemeinen Anforderungen an die Durchführung der Prüfungen. Abschnitt 8, Abschnitt 9 und Abschnitt 10 enthalten Einzelheiten zu den durchzuführenden Experimenten.

Durchzuführende Prüfungen für die Bewertung von Sensorsystemen im Labor oder an Feldstandorten:

a) Schritt 1:

- Einstellzeit (8.2);
- Abweichung von der Linearität (8.3);
- Wiederholpräzision, Nachweisgrenze (8.4).

b) Schritt 2:

- Langzeitdrift (9.1);
- Querempfindlichkeiten durch gasförmige Störkomponenten (9.2);
- Temperatureinfluss (9.3);
- Feuchteinfluss (9.3);
- Memory-Effekt des Sensorsystems für den Hauptschadstoff (9.4);
- Memory-Effekt bei Veränderung des Temperatur- oder Feuchteniveaus (9.4);
- Windgeschwindigkeitseinfluss (Anhang D);
- Druckeinfluss: diese Prüfung ist verbindlich für auf Infrarot-Absorption basierenden Sensorsysteme (Anhang E);
- Einfluss elektromagnetischer Felder (Anhang F);
- Stromversorgungseinfluss (siehe EN 45544-2).

c) Schritt 3 und Schritt 4:

- Kurze oder erweiterte Feldprüfungen (Abschnitt 10).

Tabelle 1 beschreibt die Prüfbedingungen, Prüfverfahren und Prüfanforderungen; die Bewertung der Prüfergebnisse und die Bewertung der Unsicherheit der Sensorsystem-Messung sind in den in der Tabelle angegebenen Abschnitten beschrieben.

Tabelle 1 — Prüfniveaus und Anzahl der Prüfungen je Prüftyp

Prüftyp	Beschreibung der Prüfung
Schritt 1 (Abschnitt 8)	
Einstellzeit (8.2)	3 schnelle Änderungen des Hauptstoffs zwischen dem Niveau null und dem höchsten Prüfniveau und zwischen dem höchsten Prüfniveau und dem Niveau null bei mittlerer Temperatur und Feuchte ohne Störkomponenten
Abweichung von der Linearität (8.3)	Mindestens 4 Niveaus zwischen dem Niveau null und dem höchsten Prüfniveau bei mittlerer Temperatur und Feuchte ohne Störkomponenten. Die genauen Prüfniveaus sind in Tabelle 2 mit einem Toleranzintervall von 10 % angegeben (siehe 7.2)