

DIN ISO/IEC 62990-1
(VDE 0400-990-1)
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 13.040.30

Einsprüche bis 2017-12-06

Entwurf

Arbeitsplatzatmosphäre –
Teil 1: Gasmessgeräte –
Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten für die Messung
toxischer Gase
(IEC 31/1322/CDV:2017)

Workplace Atmospheres –
 Part 1: Gas detectors –
 Performance requirements of detectors for toxic gases
 (IEC 31/1322/CDV:2017)

Atmosphères des lieux de travail –
 Partie 1: Détecteurs de gaz –
 Exigences d'aptitude à la fonction des détecteurs de gaz toxiques
 (IEC 31/1322/CDV:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-10-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 116 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt		Seite
Nationales Vorwort.....		5
Einleitung		6
1 Anwendungsbereich		7
2 Normative Verweisungen		8
3 Begriffe		8
3.1 Gaseigenschaften.....		8
3.2 Gerätearten		9
3.3 Sensoren		11
3.4 Gaszufuhr zum Gerät		11
3.5 Signale und Alarme		12
3.6 Zeiten.....		14
3.7 Unsicherheit.....		15
3.8 Verschiedenes		16
4 Allgemeine Anforderungen		16
4.1 Einleitung		16
4.2 Bauweise		16
4.2.1 Allgemeines		16
4.2.2 Anzeigevorrichtungen.....		17
4.2.3 Alarmsignale.....		18
4.2.4 Störungssignale.....		19
4.2.5 Einstellungen		19
4.2.6 Batterieversorgte Geräte		20
4.2.7 Gasmesstransmitter zum Betrieb mit separaten Steuereinheiten.....		20
4.2.8 Separate Steuereinheiten zum Betrieb mit Gasmesstransmittern		20
4.2.9 Softwaregesteuerte Geräte		20
4.3 Beschriftung und Kennzeichnung		22
4.4 Betriebsanleitung		22
5 Prüfverfahren		25
5.1 Allgemeines		25
5.2 Allgemeine Prüfanforderungen.....		25
5.2.1 Prüfmuster und Reihenfolge der Prüfungen.....		25
5.2.2 Vorbereitung der Geräte vor jeder einzelnen Prüfung		26
5.2.3 Kalibrier- und Prüfadapter		27
5.3 Normalbedingungen für die Prüfung		27
5.3.1 Allgemeines		27

5.3.2	Prüfgas(e).....	27
5.3.3	Durchflussrate der Prüfgase	28
5.3.4	Energieversorgung	28
5.3.5	Temperatur	28
5.3.6	Druck	28
5.3.7	Feuchte	28
5.3.8	Akklimatisierungszeit.....	29
5.3.9	Gebrauchslage	29
5.3.10	Optionen der Datenübertragung	29
5.3.11	Gaswarngeräte als Teil von Systemen	29
5.4	Prüfungen.....	29
5.4.1	Allgemeines.....	29
5.4.2	Lagerung des ausgeschalteten Gerätes	30
5.4.3	Messung der Abweichungen.....	30
5.4.4	Mechanische Prüfungen	31
5.4.5	Umweltprüfungen	33
5.4.6	Prüfungen des Betriebsverhaltens	35
5.4.7	Elektrische Prüfungen	40
5.4.8	Stabilität.....	42
5.4.9	Prüfungen der Störsignalgabe	43
5.4.10	Softwaregesteuerte Geräte	44
6	Messunsicherheit und Messbereichsanfang für Geräte des Typs HM	45
6.1	Allgemeines.....	45
6.2	Verfahren zur Berechnung der Messunsicherheit.....	45
6.2.1	Grundlegendes Konzept	45
6.2.2	Quellen der Unsicherheit.....	46
6.2.3	Berechnung der relativen erweiterten Messunsicherheit.....	50
6.3	Verfahren für die Berechnung des Messbereichsanfangs.....	51
6.4	Annahmekriterien	51
6.4.1	Messunsicherheit	51
6.4.2	Messbereichsanfang	52
6.5	Zusammenhang zwischen Unsicherheit und Genauigkeit.....	52
Anhang A (normativ) Gasspezifische Anforderungen an das Betriebsverhalten.....		53
Anhang B (informativ) Bestimmung von Anstiegszeiten und Abklingzeiten		55
B.1	Geräte mit Messgasförderung.....	55
B.1.1	Prüfeinrichtung	55
B.1.2	Geräte ohne eingebaute Pumpe	55
B.1.3	Geräte mit eingebauter Pumpe	55
B.2	Geräte, denen Gas durch Diffusion zugeführt wird	56

	Seite
B.2.1 Kalibrieradapter-Verfahren	56
B.2.2 Diffusions- oder Strömungsverfahren.....	56
Literaturhinweise	58
Bilder	
Bild 1 – Zusammenhang zwischen Anzeigebereich und Messbereich	13
Bild 2 – Anwärmzeit in reiner Luft (typisch)	14
Bild 3 – Anwärmzeit in Standardprüfgas (typisch).....	15
Bild 4 – Beispiel für die Messunsicherheit am Nullpunkt	16
Bild B.1 – Schematisches Beispiel einer Prüfeinrichtung für Geräte mit Messgasförderung.....	56
Bild B.2 – Schematisches Beispiel einer Prüfkammer für das Diffusionsverfahren	57
Bild B.3 – Schematisches Beispiel einer Prüfkammer für die Strömungsverfahren.....	57
Tabellen	
Tabelle 1 – In der Schätzung der erweiterten Unsicherheit zu berücksichtigende Faktoren	46
Tabelle A.1 – Gasspezifische Anforderungen an das Betriebsverhalten (1 von 2).....	53

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 31/1322/CDV:2017 „Workplace Atmospheres – Part 1: Gas detectors – Performance requirements of detectors for toxic gases“ (CDV, en: Committee Draft for Vote) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Teil des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 31 „Equipment for explosive atmospheres“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme und Abstimmung vorgelegt. Es wird jedoch nicht zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage gestellt. Derzeit ist also nicht vorgesehen, dieses Dokument als Europäische Norm zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS (en: Final Draft International Standard) nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CDV als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 966.1 „Mess- und Warngeräte für gefährliche Gase“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC [und/oder ISO] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

**Arbeitsplatzatmosphäre –
Teil 1: Gasmessgeräte –
Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten für die Messung toxischer
Gase**

Einleitung

Es bestehen nationale Gesetze und Regelwerke, die die Bewertung der Exposition einer Arbeitskraft gegenüber chemischen Arbeitsstoffen in Arbeitsplatzatmosphären fordern.

Dieser Teil der IEC 62990 enthält allgemeine Anforderungen an Bauweise, Prüfung und Betriebsverhalten von Geräten, die für die Messung der Konzentration von toxischen Gasen und Dämpfen in Arbeitsplatzatmosphären und anderen industriellen und gewerblichen Anwendungen vorgesehen sind. Die Anforderungen an das Betriebsverhalten sollen für die am Einsatzort vorliegenden Umweltbedingungen gelten. Weil jedoch in der Praxis ein weiterer Bereich von Umweltbedingungen angetroffen wird, legt dieses Dokument Anforderungen fest, die von Messverfahren bei Prüfung unter vorgeschriebenen Laborbedingungen erfüllt werden müssen.

Diese Normung gilt für die folgenden Gerätearten: Überwachung der Gesundheit (HM) und Überwachung der Sicherheit (SM). Für eine gegebene Messaufgabe von Geräten des Typs HM hängt der Bereich, in dem die Anforderungen eingehalten werden müssen, vom Arbeitsplatzgrenzwert ab. Für die meisten toxischen Gase und Dämpfe sind die Arbeitsplatzgrenzwerte jedoch auf internationaler Ebene nicht harmonisiert worden. Deshalb wurde entschieden, für die Prüfungen des Betriebsverhaltens anstelle des Arbeitsplatzgrenzwertes einen Bezugswert zu benutzen. Die Liste der Bezugswerte ist im [Anhang A](#) aufgeführt. Die gewählten Bezugswerte sind gleich den oder liegen nahe bei den in verschiedenen Ländern benutzten Arbeitsplatzgrenzwerten. Sie sind jedoch nur zur Benutzung bei der Baumusterprüfung von Geräten bestimmt und ohne jede gesetzliche Bedeutung.

Elektrische Geräte, die für die direkte Detektion und direkte Konzentrationsmessung von toxischen Gasen und Dämpfen eingesetzt werden, zeigen in reiner Luft Messwerte (nominell Null), die sich mit Umweltbedingungen und Zeit ändern. Diese Norm enthält daher Prüfverfahren und Anforderungen an akzeptable Änderungen der Messwerte bei Aufgabe von Nullgas und festgelegten Prüfgasen.

Bei Geräten mit Sensoren für brennbare Gase, toxische Gase und/oder Sauerstoff sollten die folgenden relevanten Normen berücksichtigt werden.

Allgemeine Anforderungen an Bauweise, Prüfung und Betriebsverhalten von Gasmessgeräten für brennbare Gase und Dämpfe sind in [IEC 60079-29-1: Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 29-1: Gasmessgeräte - Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten für die Messung brennbarer Gase](#) enthalten.

Allgemeine Anforderungen an Bauweise, Prüfung und Betriebsverhalten von Geräten mit offener Messstrecke für brennbare Gase sind in [IEC 60079-29-4: Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 29-4: Gasmessgeräte - Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten mit offener Messstrecke für die Messung brennbarer Gase](#) enthalten.

Ein Leitfaden für Auswahl, Installation, Einsatz und Wartung von Gasmessgeräten ist in [IEC 60079-29-2: Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 29-2: Gasmessgeräte – Auswahl, Installation, Einsatz und Wartung von Geräten für die Messung von brennbaren Gasen und Sauerstoff](#) enthalten.

Ein Leitfaden zur funktionalen Sicherheit von ortsfesten Gaswarnsystemen ist in [IEC 60079-29-3: Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 29-3: Gasmessgeräte - Leitfaden zur funktionalen Sicherheit von ortsfesten Gaswarnsystemen](#) enthalten.

1 Anwendungsbereich

Diese internationale Norm legt allgemeine Anforderungen an Bauweise, Prüfung und Betriebsverhalten fest und beschreibt die Prüfverfahren, die für tragbare, transportable und ortsfeste Geräte für die Detektion und Messung toxischer Gase und Dämpfe in Arbeitsplatzatmosphären und anderen industriellen und gewerblichen Anwendungen gelten.

Diese internationale Norm ist anwendbar auf kontinuierlich messende Geräte, deren primärer Zweck es ist, eine Anzeige, einen Alarm und/oder ein anderes Ausgangssignal abzugeben, um das Vorhandensein eines toxischen Gases oder Dampfes in der Atmosphäre anzuzeigen und in einigen Fällen automatische oder manuelle Schutzmaßnahmen auszulösen. Sie ist anwendbar auf Geräte, bei denen der Sensor ein elektrisches Signal erzeugt, wenn Gas vorhanden ist.

Diese Norm gilt für zwei Arten von Geräten:

- Typ HM (Überwachung der Gesundheit) "berufliche Exposition" Geräte

Für Arbeitsplatzmessungen sind die Anforderungen an das Betriebsverhalten fokussiert auf die Messunsicherheit bei Gaskonzentrationen im Bereich von Arbeitsplatzgrenzwerten (OELV). Der Messbereichsendwert wird vom Hersteller in Übereinstimmung mit 4.2.1 festgelegt.

- Typ SM (Überwachung der Sicherheit) "allgemeine Gaswarnanwendung" Geräte

Für allgemeine Gaswarnanwendungen (zum Beispiel Sicherheitswarnung, Leckdetektion) sind die Anforderungen an das Betriebsverhalten fokussiert auf die Alarmgabe. Der Messbereichsendwert wird vom Hersteller festgelegt.

Im Allgemeinen werden für Geräte des Typs HM die Anforderungen an die Genauigkeit höher sein als für Geräte des Typs SM. Ein Gerät kann sowohl die Anforderungen für den Typ HM als auch für den Typ SM erfüllen.

Bei Geräten zur Messung mehrerer Gase gilt diese Norm ausschließlich für die Detektion toxischer Gase oder Dämpfe.

Diese Europäische Norm ist nicht anwendbar für Geräte:

- mit Sammlern oder Konzentratoren wie Sorptionsmitteln oder Papierbändern, die eine irreversible Anzeige haben;
- die zur Messung brennbarer Gase und Dämpfe bezüglich des Explosionsrisikos eingesetzt werden;
- die zur Messung von Sauerstoff eingesetzt werden;
- die ausschließlich in Laboratorien zur Analyse oder Messung eingesetzt werden;
- die ausschließlich für Prozessmesszwecke eingesetzt werden;
- die im häuslichen Bereich eingesetzt werden;
- die zur Überwachung von Umweltluftverschmutzungen eingesetzt werden;
- die mit offener Messstrecke (Sichtlinie) zur Bereichsüberwachung eingesetzt werden;
- die zur Lüftungsüberwachung in Tiefgaragen oder Tunneln eingesetzt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests - Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61000-4-29, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-29: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments*

IEC 61326-1:2012, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements – Part 1: General requirement*

ISO 18158, *Workplace Air - Terminology*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Gaseigenschaften

3.1.1

Umgebungsluft

übliche Atmosphäre, die das Gerät umgibt

3.1.2

reine Luft

Luft, die frei von Gasen und Dämpfen ist, auf die der Sensor empfindlich ist oder die das Betriebsverhalten des Sensors beeinflussen

3.1.3

Arbeitsplatzgrenzwert (OELV)

Grenzwert für den zeitlich gewichteten Mittelwert der Konzentration eines chemischen Arbeitsstoffs in der Luft im Atembereich eines Arbeitnehmers in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff "Grenzwert" wird häufig als Synonym für "Arbeitsplatzgrenzwert" verwendet. Jedoch wird der Begriff "Arbeitsplatzgrenzwert" bevorzugt, weil es mehr als einen Grenzwert gibt (z.B. biologischer Grenzwert und Arbeitsplatzgrenzwert)

Anmerkung 2 zum Begriff: Arbeitsplatzgrenzwerte (OELVs) werden meistens für Referenzzeiträume von 8 h festgelegt, können aber auch für kürzere Zeiträume oder Konzentrationsspitzen festgelegt werden.

[QUELLE: ISO 18158. Anmerkung 2 zum Begriff wurde gekürzt]

3.1.4

Bezugswert

Wert für Geräte des Typs HM, der als Grundlage für die Spezifikation von Anforderungen wie Messbereich, Auflösung und Alarmschwelle verwendet wird.

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm wird der Begriff "Bezugswert" verwendet, weil für die meisten toxischen Gase und Dämpfe die Arbeitsplatzgrenzwerte auf internationaler Ebene nicht harmonisiert worden sind.

3.1.5

Gifte

<für Sensorelemente> Substanzen, die zu einer zeitweiligen oder dauernden Änderung der Messeigenschaften, insbesondere Empfindlichkeitsverlust, des Sensorelements führen

3.1.6

toxisches Gas

allgemeiner Ausdruck für jedes Gas oder jeden Dampf, das oder der für Menschen gesundheitsschädlich sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Zwecke dieser Norm sind "toxische Dämpfe" im Ausdruck "toxisches Gas" enthalten

3.1.7

Volumenanteil (V/V)

Quotient aus dem Volumen einer gegebenen Komponente und der Summe der Volumina aller Komponenten eines Gasgemischs vor dem Mischen, wobei alle Volumina auf den Druck und die Temperatur des Gasgemischs bezogen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Volumenanteil und die Volumenkonzentration nehmen denselben Wert an, wenn bei gleichen Zustandsbedingungen die Summe der Volumina der Komponenten vor dem Mischen und das Volumen des Gemischs gleich sind. Da jedoch das Mischen von zwei oder mehr Gasen bei gleichen Zustandsbedingungen im Regelfall mit einer leichten Kontraktion oder seltener mit einer leichten Expansion einhergeht, ist das im Allgemeinen nicht der Fall.

3.1.8

Nullgas

vom Hersteller zum Zweck der Kalibrierung oder Justierung des Gerätenullpunkts empfohlenes Gas, das frei von toxischen Gasen und Substanzen, die zu Querempfindlichkeiten führen können, sowie vergiftenden Substanzen ist

3.1.9

Standardprüfgas

Prüfgas mit einer für jedes Gerät und Gas und/oder Dampf festgelegten Zusammensetzung, das für alle Prüfungen zu verwenden ist, soweit nicht anders angegeben

3.1.10

zeitlich gewichteter Mittelwert der Konzentration (TWA)

Gaskonzentration in Luft, die über einen Referenzzeitraum gemittelt wird

3.1.11

Referenzzeitraum

Festgelegter Zeitraum, für den der Arbeitsplatzgrenzwert eines chemischen Arbeitsstoffs gilt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Referenzzeitraum beträgt üblicherweise 8 h für Langzeitmessungen und 15 min für Kurzzeitmessungen.

[QUELLE: ISO 18158. Der Begriff "biologischer Stoff" wurde gelöscht, da er für diese Norm nicht relevant ist]

3.2 Gerätearten

3.2.1

reines Warngerät

Gerät, das Alarm geben kann, jedoch nicht mit einer Anzeige des Messwerts ausgerüstet ist

3.2.2

Gerät mit Messgasförderung

Gerät, bei dem das Gas dem Gassensor durch Ansaugung zugeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine handbetriebene oder elektrische Pumpe wird häufig verwendet, um dem Sensor Gas zuzuführen.

3.2.3

Gerät mit automatischer Messgasförderung

Gerät mit Messgasförderung mit einer integrierten Pumpe oder einer externen Pumpe, die direkt mit dem Gerät verbunden ist

3.2.4

kontinuierlich betriebenes Gerät

Gerät, das über lange Zeiten mit Energie versorgt wird, aber sowohl kontinuierlich als auch intermittierend messen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Ausgabe der Norm werden alle Geräte als kontinuierlich betrieben betrachtet.

3.2.5

Diffusionsgerät

Gerät, bei dem der Transport des Gases aus der Atmosphäre zum Sensor ohne Messgasförderung erfolgt

3.2.6

ortsfestes Gerät

Gerät, das an einer Halterung befestigt oder anderweitig an einem festen Ort gesichert ist, während es mit Energie versorgt wird

3.2.7

tragbares Gerät

Gerät, das dazu vorgesehen ist, während des Betriebs von einer Person getragen zu werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Tragbare Geräte sind batterieversorgt und schließen folgende Geräte ein, sind aber nicht auf diese beschränkt:

- a) Handmessgeräte, üblicherweise mit weniger als 1 kg Masse, die sich für den Einhandbetrieb eignen;
- b) personenbezogene Überwachungsgeräte, in Größe und Masse ähnlich wie Handmessgeräte, die kontinuierlich betrieben werden (aber nicht unbedingt ständig messen), während sie vom Benutzer getragen werden; und
- c) größere Geräte, die von dem Benutzer betrieben werden können, während sie von Hand, mit Hilfe eines Schultergurtes oder einer Tragetasche gehalten werden. Sie können mit einer handgeführten Sonde ausgerüstet sein.

3.2.8

transportables Gerät

Gerät, das nicht dazu vorgesehen ist, während des Betriebs von einer Person getragen zu werden, und nicht für eine ortsfeste Installation vorgesehen ist

3.2.9

Gasmesstransmitter

ortsfestes Gasmessgerät, das ein konditioniertes elektrisches Signal oder einen Messwertausgang nach einem allgemein anerkannten Industriestandard (wie 4–20 mA) bereitstellt und bestimmt ist zum Betrieb mit separaten Steuereinheiten zur Gasmessung, Systemen zur Datenerfassung und Signalverarbeitung, zentralen Überwachungseinrichtungen oder ähnlichen Systemen, die typischerweise Informationen von verschiedenen Orten und Quellen verarbeiten, die Gasmessgeräte einschließen, aber nicht auf diese beschränkt sind

3.2.10

Steuereinheit zur Gasmessung

Gerät, das bei Betrieb mit externen Sensoren zur Bereitstellung einer Messwertanzeige, von Alarmfunktionen, Ausgangskontakten oder Alarmsignalausgängen oder jeder Kombination davon dient

3.2.11

separate Steuereinheit zur Gasmessung

Gerät, das bei Betrieb mit Gasmessstransmittern zur Bereitstellung einer Messwertanzeige, von Alarmfunktionen, Ausgangskontakten oder Alarmsignalausgängen oder jeder Kombination davon dient

3.2.12

Gerät mit eingebautem(n) Sensor(en)

Gerät, das zur Bereitstellung einer Messwertanzeige, von Alarmfunktionen, Ausgangskontakten und/oder Alarmsignalausgängen dient und einen Sensor verwendet, der sich innerhalb des Gehäuses befindet oder direkt daran angebracht ist

3.2.13

Zubehör

Komponente, die für spezielle Zwecke an dem Gerät angebracht werden kann

BEISPIEL Externe Gaspumpe, Entnahmesonde, Schläuche, Sammeltrichter, Wetterschutz

3.3 Sensoren

3.3.1

Sensorelement

Teil des Sensors, das empfindlich für das zu messende Gas/Dampf ist

3.3.2

Sensor

Baugruppe, in der das Sensorelement und eventuell zugehörige Schaltungselemente untergebracht sind

3.3.3

eingebauter Sensor

Sensor, der sich innerhalb des Gerätegehäuses befindet oder direkt daran angebracht ist

3.3.4

externer Sensor

Sensor, der vom Hauptgerät räumlich getrennt installiert ist, aber elektrisch mit einer Steuereinheit zur Gasmessung, einem Gasmessstransmitter oder mit transportablen oder tragbaren Messgeräten verbunden ist

3.4 Gaszufuhr zum Gerät

3.4.1

Probenleitung

Leitung, durch die die Gasprobe dem Sensor zugeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Zubehör wie Filter oder Wasserabscheider wird häufig in die Probenleitung eingebracht.

3.4.2

Entnahmesonde

Zubehör, das aus einer separaten Probenleitung besteht, die wahlweise an dem Gerät angebracht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie ist üblicherweise kurz (z. B. ungefähr 1 m lang) und starr, kann dabei teleskopartig sein. In einigen Fällen wird sie mit einem flexiblen Schlauch an das Gerät angeschlossen.

3.4.3

Justierung

Vorgang, der ausgeführt wird, um die Abweichung des Messwerts von der Konzentration eines Prüfgases zu minimieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn ein Gerät justiert wird, um in reiner Luft Null anzuzeigen, wird der Vorgang Nullpunktjustierung genannt.

3.4.4

Kalibrierung

Verfahren, das den Zusammenhang zwischen einem Messwert und der Konzentration eines Prüfgases herstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn bei einer Kalibrierung die Abweichung zu groß ist, wird üblicherweise nachfolgend eine Justierung durchgeführt.

3.4.5

Kalibriervorrichtung für den Feldeinsatz

Einrichtung, um dem Gerät Prüfgas zum Zwecke der Kalibrierung, Justierung oder Prüfung der Funktion zuzuführen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kalibriervorrichtung für den Feldeinsatz kann auch zur Prüfung der Funktion der Alarme verwendet werden, wenn die Gaskonzentration oberhalb der Alarmschwelle liegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Kalibrier- und Prüfadapter (siehe 3.4.6) ist ein Beispiel für eine Kalibriervorrichtung für den Feldeinsatz.

3.4.6

Kalibrier- und Prüfadapter

Einrichtung, die an das Gerät angebracht werden kann, um dem Sensor Prüfgas in reproduzierbarer Art und Weise zuzuführen

3.5 Signale und Alarme

3.5.1

Alarmschwelle

Einstellung des Gerätes, bei der die gemessene Gaskonzentration das Gerät zur Auslösung einer Anzeige, eines Alarms oder eines anderen Ausgangsfunktion veranlasst

3.5.2

TWA-Alarmschwelle

Einstellung des Gerätes, bei der der gemessene zeitlich gewichtete Mittelwert der Konzentration das Gerät zur Auslösung einer Anzeige, eines Alarms oder eines anderen Ausgangsfunktion veranlasst

3.5.3

Anzeige

Darstellung des Messwerts an einem Ausgang oder auf einer Anzeigeeinrichtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Anzeige kann durch Signalunterdrückung, Filterung oder Mittelung beeinflusst sein.

3.5.4

Störungssignal

hörbares, sichtbares oder anderes Ausgangssignal, das sich vom Alarmsignal unterscheidet und das entweder direkt oder indirekt zu einer Warnung oder Anzeige führt, dass das Gerät nicht einwandfrei arbeitet

3.5.5

selbsthaltender Alarm

Alarm, der, wenn er einmal ausgelöst wurde, nur durch einen bewussten Eingriff wieder zurückgestellt werden kann

3.5.6

Messwert

berechnete Konzentration des Gases und/oder Dampfes, die aus der Verarbeitung des Sensorsignals resultiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Messwert kann vor der Anzeige an einem Ausgang oder auf einer Anzeigeeinrichtung weiterverarbeitet werden (z. B. zeitlich gewichtete Mittelung, Anzeigeunterdrückung).

3.5.7

Messprinzip

Art des physikalischen oder physikalisch-chemischen Detektionsprinzips und das Messverfahren zur Ermittlung des Messwerts

3.5.8

Sonderzustand

jeder Betriebszustand des Gerätes außer denen, bei denen die Überwachung der Gaskonzentration und/oder Alarmierung beabsichtigt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Sonderzustände schließen Anwärmphase, Kalibriermodus oder Störung ein.

3.5.9

Anzeigebereich

Bereich der Messwerte der Gaskonzentration, den das Gerät anzeigen kann (siehe Bild 1)

3.5.10

Anzeigebereichsanfang

kleinster Messwert innerhalb des Anzeigebereichs (siehe Bild 1)

3.5.11

Anzeigebereichsendwert

größter Messwert innerhalb des Anzeigebereichs (siehe Bild 1)

3.5.12

Messbereich

Bereich der Messwerte der Gaskonzentration, in dem die Genauigkeit des Geräts innerhalb festgelegter Grenzen liegt (siehe Bild 1)

3.5.13

Messbereichsanfang

kleinster Messwert innerhalb des Messbereichs (siehe Bild 1)

3.5.14

Messbereichsendwert

größter Messwert innerhalb des Messbereichs (siehe Bild 1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Anzeigen unterhalb des Messbereichsanfangs oder oberhalb des Messbereichsendwerts werden nicht notwendigerweise die Anforderungen dieser Norm erfüllen.

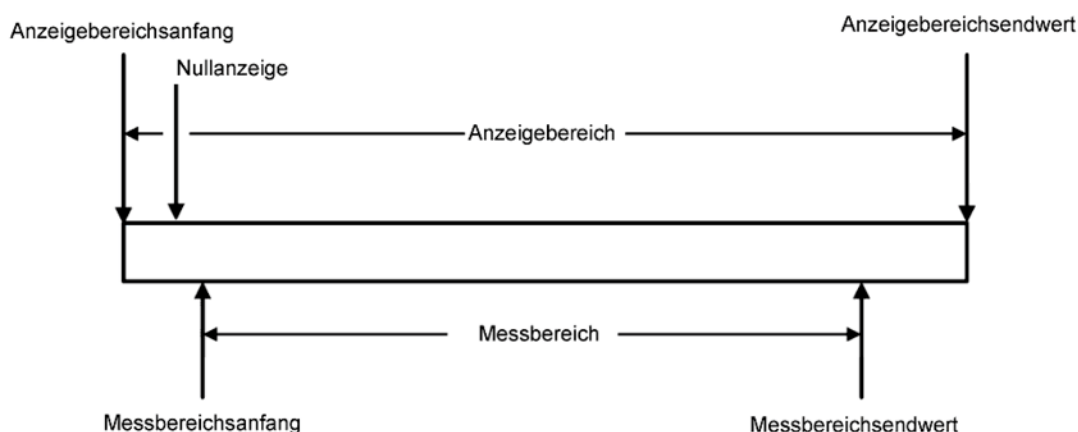


Bild 1 – Zusammenhang zwischen Anzeigebereich und Messbereich

3.6 Zeiten

3.6.1

Drift

zeitlich bedingte Abweichung der Anzeige bei beliebigem festen Volumenanteil des Gases (einschließlich reiner Luft) unter konstanten Umgebungsbedingungen

3.6.2

Endanzeige

Anzeige des Gerätes im stabilisierten Zustand

3.6.3

stabilisierter Zustand

Zustand, bei dem bei drei aufeinanderfolgenden Messwerten des Gerätes bei konstantem Volumenanteil des Gases, die in Abständen von 2 min oder dem Zweifachen der jeweiligen Einstellzeit $t(90)$ (dabei gilt der kleinere Wert) abgelesen werden, keine größeren Abweichungen als $\pm$ Messbereichsanfang für Geräte des Typs HM oder ± 1 % des Messbereichs für Geräte des Typs SM auftreten

3.6.4

Anstiegzeit $t(x)$

Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt eines sprunghaften Wechsels von reiner Luft nach Standardprüfgas am Eingang des Gerätes im angewärmten Zustand und dem Zeitpunkt, an dem der Messwert einen festgelegten Prozentsatz (x) der Endanzeige erreicht

3.6.5

Abklingzeit $t(x)$

Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt eines sprunghaften Wechsels von Standardprüfgas nach reiner Luft am Eingang des Gerätes im angewärmten Zustand und dem Zeitpunkt, an dem der Messwert einen festgelegten Prozentsatz (x) der anfänglichen Anzeige erreicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Für reine Warngeräte darf die festgelegte Anzeige durch die Aktivierung eines bei dem festgelegten Wert eingestellten Alarms dargestellt werden.

3.6.6

Anwärmzeit

Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt des Einschaltens des Gerätes in einer bestimmten Atmosphäre und dem Zeitpunkt, an dem der Messwert die festgelegten Abweichungen erreicht und innerhalb dieser verbleibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2 und Bild 3.

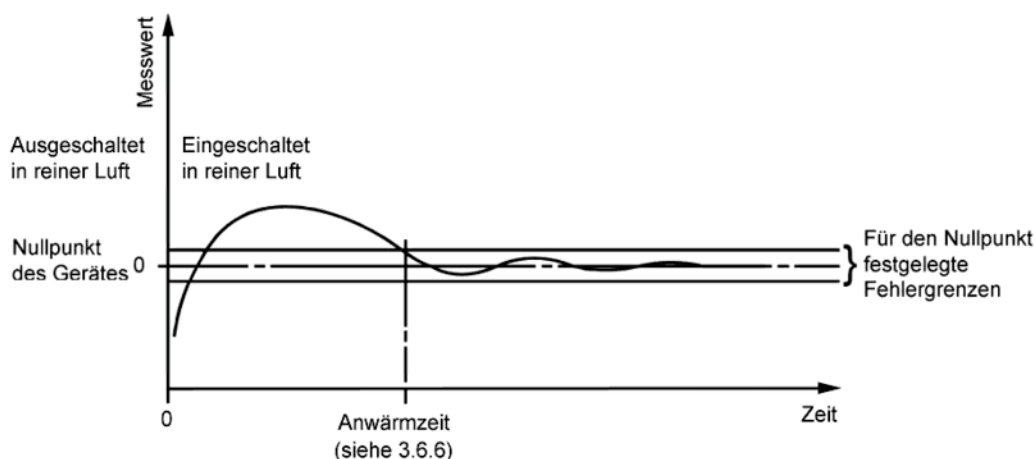


Bild 2 – Anwärmzeit in reiner Luft (typisch)

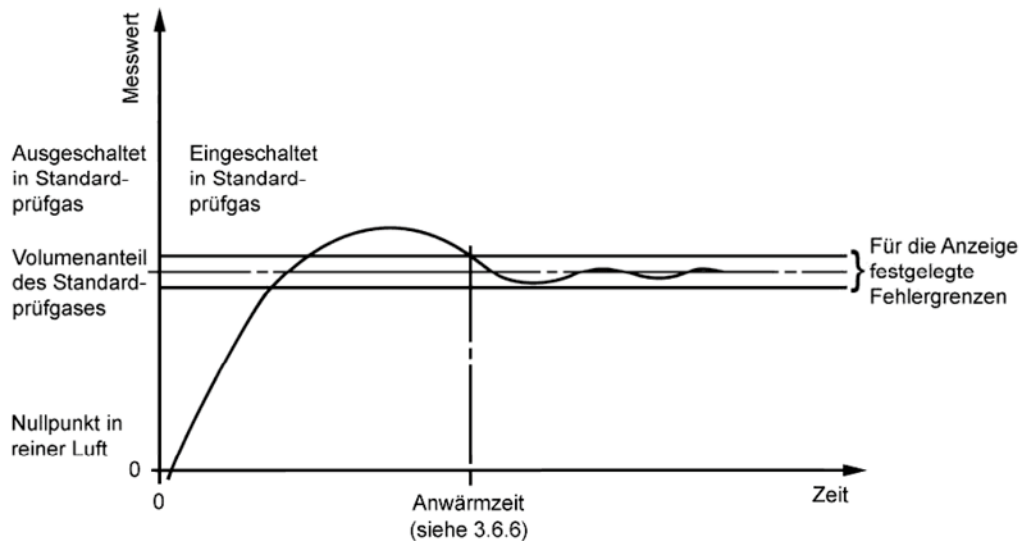


Bild 3 – Anwärmzeit in Standardprüfgas (typisch)

3.7 Unsicherheit

3.7.1

erweiterte Messunsicherheit (U)

Größe, die ein Intervall um ein Messergebnis definiert, von dem erwartet wird, dass es einen großen Anteil der Verteilung der Messwerte einschließt, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden muss

[QUELLE: ISO 18158]

3.7.2

Messgröße

bestimmte Größe, die Gegenstand einer Messung ist

[QUELLE: ISO 18158]

3.7.3

Erweiterungsfaktor k

numerischer Faktor, mit dem die kombinierte Standardmessunsicherheit multipliziert wird, um eine erweiterte Messunsicherheit zu erhalten

3.7.4

nicht zufällige Messunsicherheit

mit nicht zufälligen Fehlern verbundene Messunsicherheit

3.7.5

zufällige Messunsicherheit

mit zufälligen Fehlern verbundene Messunsicherheit

3.7.6

Messunsicherheit am Nullpunkt

Größe, die ein Intervall um Null definiert, von dem erwartet wird, dass es einen großen Anteil der Verteilung der Messwerte einschließt, die vernünftigerweise der Messung in reiner Luft zugeordnet werden muss.

In Bild 4 ist der Mittelwert der Messwerte in reiner Luft nicht gleich 0. Damit soll verdeutlicht werden, dass ein Versatz durch Drift vorhanden sein kann. Der Mittelwert kann oberhalb oder unterhalb von 0 liegen.

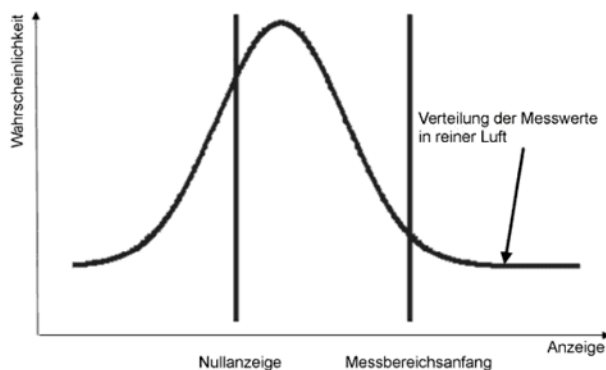


Bild 4 – Beispiel für die Messunsicherheit am Nullpunkt

3.8 Verschiedenes

3.8.1

Spezialwerkzeug

Werkzeug, das benötigt wird, um Zugang zu den Einstellelementen zu erhalten oder sie zu verstellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Ausführung des Werkzeuges hat zum Ziel, unbefugte Eingriffe am Gerät zu erschweren.

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Einleitung

Die Geräte müssen die Anforderungen von 4.2 erfüllen, soweit anwendbar.

Zusätzlich zu den Anforderungen dieser Norm müssen die Teile des Gerätes zur Messung von Gas und/oder Dampf, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden sollen, mit den relevanten Anforderungen an die Konstruktion und den Explosionsschutz übereinstimmen, die in der Normenreihe IEC 60079 festgelegt sind. Die Temperatur- und Druckbereiche von Geräten, die diese Norm erfüllen, dürfen nicht die Temperatur- und Druckbereiche der jeweiligen Schutzart(en) übersteigen.

4.2 Bauweise

4.2.1 Allgemeines

Bei Geräten des Typs HM muss der Messbereichsendwert größer oder gleich dem Zweifachen des Bezugswerts sein (siehe [Tabelle A.1](#)).

Jedes Gerät muss so gebaut sein, dass regelmäßige Funktionskontrollen leicht von dem Benutzer durchgeführt werden können und dass es mit geeigneten Einrichtungen zur Aufgabe von Prüfgas versehen werden kann (Kalibriervorrichtung für den Feldeinsatz).

Gaswarngeräte oder deren Teile (z. B. externe Sensoren) müssen aus Werkstoffen hergestellt sein, von denen bekannt ist, dass sie gegen Degradation durch die Umwelt, in der sie eingesetzt werden sollen, resistent sind. Geräte, die speziell für den Einsatz bei Anwesenheit korrosiver Gase oder Dämpfe vorgesehen sind oder die korrosive Nebenprodukte während des Messvorgangs entwickeln können (zum Beispiel durch katalytische Oxidation oder andere chemische Prozesse), müssen aus Werkstoffen hergestellt sein, von denen bekannt ist, dass sie gegen durch diese Substanzen verursachte Korrosion resistent sind.

In dem Gerät verwendete Werkstoffe und Bauteile, die für das Betriebsverhalten des Gerätes relevant sind, müssen innerhalb der Herstellerfestlegungen oder -einschränkungen benutzt werden, es sei denn, andere anzuwendende Sicherheitsbestimmungen legen etwas anderes fest. Wenn solche Herstellerfestlegungen oder -einschränkungen nicht verfügbar sind, dürfen Nachweise der Funktion des Gerätes verwendet werden. Alle Materialien im Gasweg dürfen keine Anzeigeabweichungen hervorrufen, die durch Adsorptions- oder

Absorptionseffekte an den sich im Kontakt mit dem toxischen Gas befindlichen Materialien hervorgerufen werden.

Bei Geräten mit Messgasförderung müssen die Gaseinlässe und Gasauslässe eindeutig gekennzeichnet sein, um die richtige Verbindung mit Probenleitungen und Abgasleitungen sicherzustellen.

Jegliche Fehlfunktionen von Ausgängen des Gasmessgeräts, die für die Sicherheit oder Gesundheit nicht von Bedeutung sind, dürfen die sicherheitsbezogenen Funktionen des Geräts nicht nachteilig beeinflussen.

BEISPIEL Geräte mit 4-20 mA und HART-Übertragung, bei denen in der Betriebsanleitung nur die 4-20 mA Übertragung als sicherheitsbezogen festgelegt ist. Der Verlust der HART-Übertragung ist nicht sicherheitsbezogen.

4.2.2 Anzeigevorrichtungen

4.2.2.1 Allgemeines

Es müssen leicht unterscheidbare Einrichtungen für die Signalisierung vorhanden sein, dass das Gerät eingeschaltet ist oder sich in Alarm oder in einem Sonderzustand befindet.

Tragbare Geräte müssen optische und akustische Signale sowohl für Störung als auch für Alarme haben.

Transportable oder ortsfeste Geräte müssen optische Signale sowohl für Störung als auch für Alarme haben. Es ist bei ortsfesten Geräten zulässig, dass auf Gasmessstransmitter oder externe Sensoren bezogene Signale nur an der (separaten) Steuereinheit zur Gasmessung angezeigt werden.

Wenn bei transportablen oder ortsfesten Geräten akustische Signale vorhanden sind, müssen damit mindestens Alarme signalisiert werden.

Wenn ein Gerät mehr als einen Anzeigebereich besitzt, muss der jeweils gewählte Bereich klar erkennbar sein.

4.2.2.2 Anzeigeeinrichtungen und andere Einrichtungen zur Anzeige von Messwerten

Bei Geräten mit einer Einrichtung zur Anzeige von Gaskonzentrationen müssen die Gasart, Konzentration und Messeinheit dargestellt werden. Es ist zulässig, Gas und Messeinheit neben der Anzeigeeinrichtung zu kennzeichnen.

Die Auflösung der Anzeigeeinrichtung und aller anderen Einrichtungen zur Anzeige des Messwerts muss im Messbetrieb innerhalb des Messbereichs mindestens 2 % des Messbereichsendwerts betragen.

Zusätzlich muss für Geräte des Typs HM die Auflösung gleich oder besser als 10 % des Bezugswerts sein.

ANMERKUNG Siehe auch [5.2.2](#).

Alle Einrichtungen zur Anzeige des Messwerts müssen innerhalb der Auflösung jeder Einrichtung den gleichen Messwert darstellen.

Bedingungen oberhalb des Anzeigebereichsendwerts müssen eindeutig angezeigt werden.

4.2.2.3 Anzeigeunterdrückung und Messwerte unterhalb des Nullpunkts

Die Geräte müssen so konfiguriert werden können, dass im Messbetrieb jede Art von Unterdrückung des Messwerts dauerhaft ausgeschaltet ist. Im Kalibriermodus muss jede Art von Unterdrückung des Messwerts automatisch ausgeschaltet sein.

Messwerte innerhalb des Messbereichs müssen angezeigt werden.

Bei Geräten des Typs HM müssen Messwerte unterhalb des in der Betriebsanleitung angegebenen Messbereichsbeginns dargestellt werden:

- a) als Null,
- b) als der Messwert oder
- c) durch eine andere Anzeige, dass der Messwert unterhalb des Messbereichsanfangs liegt.

Es gilt die folgende zusätzliche Anforderung: Bei Messwerten unterhalb $-2 \times$ Messbereichsanfang muss das Gerät den negativen Messwert anzeigen oder ein Störungssignal abgeben. Das Störungssignal muss bei Messwerten unterhalb $-4 \times$ Messbereichsanfang oder -10% des Messbereichsendwerts (dabei gilt der näher zu Null liegende Wert) abgegeben werden.

Bei Geräten des Typs SM müssen Messwerte unterhalb des halben Bezugswerts gemäß [Tabelle A.1](#) oder 5% des Messbereichsendwerts (dabei gilt der näher zu Null liegende Wert) dargestellt werden:

- a) als Null,
- b) als der Messwert oder
- c) durch eine andere Anzeige, dass der Messwert unterhalb der oben angegebenen Grenze liegt.

Es gilt die folgende zusätzliche Anforderung: Bei Messwerten unter $-0,5 \times$ Bezugswert gemäß [Tabelle A.1](#) oder -5% des Messbereichsendwerts (dabei gilt der näher zu Null liegende Wert) muss das Gerät den negativen Messwert anzeigen oder ein Störungssignal abgeben. Das Störungssignal muss bei Messwerten unterhalb $-1 \times$ Volumenanteil des Standardprüfgases gemäß [Tabelle A.1](#) oder -10% des Messbereichsendwerts (dabei gilt der näher zu Null liegende Wert) abgegeben werden.

4.2.2.4 Leuchtanzeige

Falls nur eine Leuchtanzeige zur Signalisierung von Alarmen, Sonderzuständen oder anderen Meldungen vorhanden ist, muss diese rot sein. Wenn getrennte Leuchtanzeigen oder eine mehrfarbige Leuchtanzeige benutzt werden, müssen die Farben in der folgenden Rangordnung ((a) besitzt die höchste Priorität) benutzt werden:

- a) Leuchten für Alarmanzeigen, die das Vorhandensein einer Gaskonzentration jenseits einer Alarmschwelle anzeigen, müssen ROT sein;
- b) Leuchten zur Anzeige von Sonderzuständen müssen GELB sein;
- c) Leuchten zur Anzeige der Energieversorgung müssen GRÜN sein.

Wenn eine mehrfarbige Leuchtanzeige verwendet wird, muss das Gerät eine zusätzliche Anzeige mit einem anderen Mittel als Farbe bereitstellen.

Wenn mehr als eine Leuchtanzeige der gleichen Farbe mit unterschiedlichen Funktionen vorhanden ist, müssen die Leuchtanzeigen ihrer Funktion entsprechend beschriftet sein. Anstelle gedruckter Aufschriften sind Text, Markierungen und Symbole auf einer Bildschirmanzeige zur Beschreibung der Leuchtanzeigen zulässig.

4.2.3 Alarmsignale

4.2.3.1 Allgemeines

Die Einstellungen von akustischen und optischen Alarmen des Geräts dürfen nicht mehrdeutig sein. Wenn das Gerät mehr als einen Anzeigebereich für ein Gas hat, darf das Gerät bei Wechsel des Messbereichs nicht automatisch irgendwelche Alarmeinstellungen ändern.

4.2.3.2 Alarmausgangsfunktionen

Alarmschwellen und TWA-Alarmschwellen dürfen nicht auf Werte außerhalb des Anzeigebereichs einstellbar sein.

Alarme müssen in der Werkseinstellung selbsthaltend sein und einen bewussten Eingriff zum Zurückstellen erfordern. Wenn mehr als eine Alarmschwelle vorhanden ist, darf der niedrigere Alarm nicht-selbsthaltend sein. Es ist zulässig, dass alle Alarme konfigurierbar sind, ob sie selbsthaltend oder nicht-selbsthaltend sind.

Alarmer müssen aktiv bleiben, solange die Alarmbedingung vorliegt. Ein akustischer Alarm darf zurückgestellt werden können, wenn dieser akustische Alarm nicht das einzige Alarmsignal ist.

Falls Alarmvorrichtungen, Relais- oder Alarmsignalausgänge zeitweise deaktiviert werden können, muss diese Deaktivierung durch ein Signal angezeigt werden. Bei ortsfesten Geräten muss dieses Signal ein Relais oder ein anderes übertragbares Ausgangssignal enthalten. Ausgangssignal oder Relais sind nicht gefordert, wenn die Alarmer automatisch innerhalb von 15 min wieder aktiviert werden.

BEISPIEL Es kann notwendig sein, Alarmvorrichtungen für Kalibrierzwecke zu deaktivieren.

4.2.4 Störungssignale

Extern versorgte Geräte müssen bei Ausfall der Energieversorgung ein Störungssignal abgeben.

Extern versorgte Geräte müssen ein Störungssignal abgeben, wenn die Versorgungsspannung unter die vom Hersteller spezifizierte Störungsschwelle für die minimale Versorgungsspannung fällt.

Ein Kurzschluss oder eine Unterbrechung in Verbindungen zu irgendeinem externen Sensor oder Gasesstransmitter müssen durch ein Störungssignal angezeigt werden.

Es ist unter den obigen Bedingungen erlaubt, dass die Geräte ebenfalls Alarm anzeigen.

Messwerte unter Null (zum Beispiel hervorgerufen durch Drift) müssen durch ein Störungssignal angezeigt werden, das mit den Bedingungen in 4.2.2.3 übereinstimmt.

Bei Geräten, bei denen der Sensor ohne Öffnen des Gehäuses mit einem Werkzeug gewechselt werden kann, muss das Gerät bei Trennung des Sensoranschlusses ein Störungssignal abgeben.

Geräte mit automatischer Messgasförderung müssen mit einem eingebauten Durchflusswächter versehen sein, der bei zu geringem Durchfluss ein Störungssignal auslöst.

4.2.5 Einstellungen

Alle Einstellfunktionen müssen so gebaut sein, dass unbefugte oder unabsichtliche Eingriffe am Gerät erschwert werden.

BEISPIEL Dies können beispielsweise Zugangsverfahren bei Geräten mit Tastatur oder mechanische Vorrichtungen wie eine Abdeckung sein, die den Einsatz eines Spezialwerkzeugs erfordert.

Ortsfeste explosionsgeschützte Geräte, die in explosionsgeschützten Gehäusen untergebracht sind, müssen so gebaut sein, dass die für routinemäßige Kalibrierungen und für Rückstellungen oder ähnliche Funktionen erforderlichen Einstellelemente von außen zugänglich sind und den Explosionsschutz des Gerätes nicht beeinträchtigen.

Die Einstellung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit müssen so ausgeführt sein, dass:

a) Die Einstellung des Einen nicht das Andere beeinflusst;

oder

b) Es darf nicht möglich sein, nur Eines zu justieren und die Reihenfolge der Justierungen muss sicherstellen, dass die beeinflusste Größe als Zweite justiert wird.

Die Geräte dürfen während des Einschaltvorgangs keine automatische Justierung des Nullpunktes durchführen. Wenn ein Gerät während des Einschaltvorgangs den Benutzer nach einer Nullpunktjustierung fragt und dieser nicht reagiert, muss das Gerät ohne Nullpunktjustierung nach spätestens 15 s mit dem Einschaltvorgang fortfahren.

4.2.6 Batterieversorgte Geräte

Geräte, die durch eingebaute Batterien versorgt werden, müssen mit einer Unterspannungsmeldung ausgerüstet sein und Art und Zweck dieser Meldung müssen in der Betriebsanleitung beschrieben sein (siehe 4.4 (c)10).

4.2.7 Gasmessstransmitter zum Betrieb mit separaten Steuereinheiten

Mit dem Gerät muss eine Spezifikation geliefert werden, die den Zusammenhang zwischen der vom Gerät gemessenen Gaskonzentration und dem zugehörigen Ausgangssignal bzw. der zugehörigen Anzeige beschreibt (Übertragungsfunktion). Diese Spezifikation muss so detailliert sein, dass die Genauigkeit der Übertragungsfunktion überprüft werden kann. Der Hersteller muss mindestens Daten liefern, die den Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und den Gaskonzentrationen zeigen, die 0 %, 10 %, 30 %, 50 %, 70 %, 90 % und 100 % des Anzeigebereichsendwerts entsprechen. Anzeigebereichsendwert und Statussignale (z. B. Störung, Kalibriermodus) müssen ebenfalls vom Hersteller spezifiziert werden.

Falls notwendig, muss der Hersteller Hilfsmittel zur Interpretation des Ausgangssignals bzw. der Anzeige zur Verfügung stellen, damit die Genauigkeit der Übertragungsfunktion überprüft werden kann.

4.2.8 Separate Steuereinheiten zum Betrieb mit Gasmessstransmittern

Mit dem Gerät muss eine Spezifikation geliefert werden, die den Zusammenhang zwischen dem Eingangssignal und der berechneten Gaskonzentration beschreibt (Übertragungsfunktion). Diese Spezifikation muss so detailliert sein, dass die Genauigkeit dieser Übertragungsfunktion überprüft werden kann. Der Hersteller muss mindestens Daten liefern, die den Zusammenhang zwischen dem Eingangssignal und den Gaskonzentrationen zeigen, die 0 %, 10 %, 30 %, 50 %, 70 %, 90 % und 100 % des Anzeigebereichsendwerts entsprechen. Benötigte Eingangssignale für den Anzeigebereichsendwert und Statussignale (z. B. Störung, Kalibriermodus) müssen ebenfalls vom Hersteller spezifiziert werden.

Der Hersteller muss Details der Eingangssignale zur Verfügung stellen, damit die Genauigkeit der Übertragungsfunktion überprüft werden kann.

4.2.9 Softwaregesteuerte Geräte

4.2.9.1 Allgemeines

Bei der Konstruktion von softwaregesteuerten Geräten müssen Risiken durch Fehler im Programm durch Anwendung der folgenden Abschnitte berücksichtigt werden. Zusätzlich müssen bei softwaregesteuerten Zubehöriteilen Risiken durch Fehler im Programm berücksichtigt werden, wenn diese sicherheitsbezogen sind.

4.2.9.2 Wandlungsfehler

Die Zuordnung zwischen zusammengehörigen analogen und digitalen Werten muss eindeutig sein. Der Ausgangswertebereich muss so bemessen sein, dass er den gesamten Bereich von Eingangswerten innerhalb der Gerätespezifikation abdeckt. Eine eindeutige Meldung muss erfolgen, wenn der Wandlungsbereich verlassen wird.

Die Konstruktion muss die maximal möglichen Fehler von Berechnungen und der analog-zu-digital und digital-zu-analog Wandlungen berücksichtigen. Die kombinierten Einflüsse von Digitalisierungsfehlern dürfen nicht größer als die kleinste Anzeigeabweichung sein, die von dieser Norm gefordert wird.

4.2.9.3 Anzeige von Sonderzuständen

Wenn ein Gerät einen Sonderzustand einnimmt, muss dies durch ein Signal angezeigt werden. Bei ortsfesten Geräten muss dieses Signal ein Relais oder ein anderes übertragbares Ausgangssignal enthalten.

Wenn ein softwaregesteuertes Gerät einen Hardwareausfall erfährt oder die Software undefinierte oder unkontrollierte Zustände einnimmt, muss das Gerät auf sichere Weise ausfallen, indem es in Übereinstimmung mit der Betriebsanleitung einen vordefinierten und dokumentierten Sonderzustand einnimmt.

4.2.9.4 Software

Der Hersteller muss über geeignete dokumentierte Verfahren für die Entwicklung, Verifikation, Validierung und Änderungsmanagement (der Lebenszyklus) der Software verfügen.

Die Software muss mit dem Folgenden übereinstimmen:

- a) Die Identifikation der installierten Softwareversion(en) muss für den Anwender möglich sein durch:
 - i) Darstellung auf der Anzeigeeinrichtung für mindestens 3 Sekunden während des Einschaltvorgangs oder auf Anwenderanforderung; oder
 - ii) bei Geräten ohne Anzeige- oder andere Abfragefunktion, durch Kennzeichnung(en) auf dem Gerät, die ohne Auseinanderbau des Gerätes sichtbar ist.
- b) Es darf für den Anwender nicht möglich sein, den Programmcode zu ändern.
- c) Parametereinstellungen müssen auf Gültigkeit geprüft werden. Nicht gültige Eingaben müssen zurückgewiesen werden.
- d) Alle vom Anwender änderbaren Parameter und deren gültige Bereiche müssen in der Betriebsanleitung aufgeführt sein.
- e) Zum Schutz vor Parameteränderungen durch nicht befugte Personen muss eine Zugangssperre vorgesehen sein. Sie darf z. B. durch einen Berechtigungscode in der Software integriert oder durch einen mechanischen Verschluss realisiert sein.
- f) Parametereinstellungen müssen nach Entfernen der Energieversorgung und bei Durchlaufen eines Sonderzustandes erhalten bleiben.

4.2.9.5 Datenübertragung

Digitale Datenübertragung zwischen räumlich voneinander getrennten Gerätebestandteilen muss zuverlässig sein. Falls Übertragungsfehler Verzögerungen hervorrufen, die länger als ein Drittel der Anstiegszeit $t(90)$ oder bei reinen Warngeräten der Zeit bis zur Alarmgabe sind, muss das Gerät in einen definierten Sonderzustand übergehen. Der definierte Sonderzustand muss in der Betriebsanleitung beschrieben sein.

4.2.9.6 Prüfroutinen

Rechnergestützte digitale Baueinheiten müssen Prüfroutinen beinhalten. Im Fall einer Fehlererkennung muss das Gerät in einen definierten Sonderzustand übergehen. Der definierte Sonderzustand muss in der Betriebsanleitung beschrieben sein.

Folgende Prüfungen müssen von dem Gerät mindestens ausgeführt werden:

- a) Die Versorgungsspannung der digitalen Baueinheiten muss in Zeitintervallen von höchstens dem Zehnfachen der Anstiegszeit $t(90)$ oder der Zeit bis zur Alarmgabe bei reinen Warngeräten überwacht werden.
- b) Alle Ausgabefunktionen, die die Sicherheitsfunktionen des Gerätes betreffen, müssen prüfbar sein. Die Prüfung muss automatisch während des Einschaltvorgangs und auf Anwenderanforderung ausgeführt werden.
- c) Asynchrone Überwachungseinheiten (z. B. Watchdog timer) müssen unabhängig und getrennt von den Teilen der digitalen Baueinheit arbeiten, die die Datenverarbeitung ausführen. Das Zeitintervall der Überwachungsfunktion darf 10 % der maximalen Anstiegszeit $t(90)$ des Gerätes gemäß [Tabelle A.1](#) nicht übersteigen.
- d) Programmspeicher und Parameterspeicher müssen mit Verfahren überwacht werden, die das Erkennen eines Ein-Bit-Fehlers erlauben;
- e) Flüchtige Speicher, die in Zusammenhang mit den Sicherheitsfunktionen des Gerätes stehen, müssen mit Verfahren überwacht werden, die die Les- und Schreibbarkeit der Speicherzellen prüfen.

Die Prüfungen müssen mit Ausnahme der Prüfung b) automatisch durchlaufen werden. Sie müssen nach dem Einschalten durchgeführt und zyklisch in Abständen von höchstens 24 Stunden wiederholt werden.

4.2.9.7 Funktionskonzept

Der Hersteller muss Dokumentation mit folgenden Beschreibungen bereitstellen:

- Messablauf (einschließlich aller möglichen Varianten);
- alle Sonderzustände, wie sie identifiziert werden können, und wie sie beendet werden;
- vom Anwender änderbare Parameter und deren zulässiger Einstellbereich;
- Darstellung von Messwerten und Meldungen;
- Kriterien für die Auslösung von Alarmen und Signalen;
- Umfang und Realisierung von manuellen und automatischen Prüfroutinen;
- Umfang und Realisierung von Meldungen zu und von dem Gerät.

4.3 Beschriftung und Kennzeichnung

Die Geräte müssen lesbar und dauerhaft mindestens mit den folgenden Angaben versehen sein:

- a) Name und Anschrift des Herstellers;
- b) Bezeichnung von Serie oder Typ;
- c) Seriennummer;
- d) Herstellungsjahr (darf codiert in der Seriennummer enthalten sein);
- e) „IEC“ in Verbindung mit „62990-1“ gefolgt von SM und/oder HM (um die Übereinstimmung mit dieser Normen zu dokumentieren);
- f) falls anwendbar, muss die Kennzeichnung die zusätzlichen Kennzeichnungsanforderungen der IEC 60079-0 erfüllen.

Tragbare und transportable Geräte, Geräte mit eingebauten Sensoren, Gasesstransmitter und externe Sensoren müssen mit dem/den zu detektierenden Gas(en) und Bereich(en) beschriftet sein oder Gas(e) und Bereich(e) müssen in einer Anzeigeeinrichtung auf Anwenderanforderung angezeigt werden.

Bei tragbaren Geräten, bei denen die Verwendung einer Schutztasche bei normaler Verwendung gefordert ist, dürfen die geforderten Kennzeichnungen (a), (b), (e) und (f) nicht verdeckt werden oder die Kennzeichnungen müssen auf der Schutztasche wiederholt werden.

Bei kleinen Geräten darf die Kennzeichnung (e) in der Betriebsanleitung enthalten sein.

4.4 Betriebsanleitung

Jedem Gerät muss mindestens eine Betriebsanleitung beigelegt sein, die die folgenden Angaben beinhaltet, soweit relevant:

- a) vollständige Anweisungen, Zeichnungen und Diagramme zu sicherer und ordnungsgemäßer Installation, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Außerbetriebnahme des Gerätes einschließlich jeder Information für die Verwendung des Gerätes als Typ HM und/oder Typ SM Gerät;
- b) Einzelheiten zu Kalibrierung und/oder Wartung, die das Folgende enthalten müssen:
 - 1) Kalibrier- und Justierverfahren einschließlich Bereichen von Konzentration und Feuchte der Kalibriergase sowie Warnhinweise bezüglich der mit den Kalibriergasen verbundenen Gefahren;
 - 2) Anweisungen zum Gebrauch der Kalibriervorrichtung für den Feldeinsatz, falls vorhanden, einschließlich Grenzen der Durchflussrate und maximaler Geschwindigkeit der Umgebungsluft;
 - 3) Empfehlungen und Anforderungen für die Erstkontrolle und für die routinemäßige Kalibrierung des Gerätes einschließlich der Kalibrierperiode. Die maximale empfohlene Kalibrierperiode darf nicht länger als 6 Monate sein;

- 4) für tragbare Geräte die Anforderung und die Methode, vor jedem Einsatztag eine Funktionskontrolle mit Gas durchzuführen, sowie Anweisungen für die Kalibrierung und Justierung wenn eine solche Funktionskontrolle fehlschlägt;
 - 5) Empfehlungen für die nach einer Messbereichsüberschreitung vorzunehmende Wartung sowie die Auswirkung von Messbereichsüberschreitungen auf Sensoreigenschaften wie Empfindlichkeit oder Einstellzeit;
 - 6) Verfahren, die Zeit bis zu einer stabilen Anzeige bei Aufgabe des Kalibriergases zu überprüfen;
 - 7) eine Empfehlung an die Anwender, als Hinweise die in den empfohlenen Leitfäden beschriebenen Verfahren zu lesen;
 - 8) falls anwendbar, Anleitungen zum Austausch des Sensors.
- c) Einzelheiten über die Betriebsgrenzen, Angaben des Herstellers zum Betriebsverhalten und besondere Eigenschaften einschließlich, soweit zutreffend, der folgenden:
- 1) Gase, für die das Gerät geeignet ist, und seine spezifizierten Anzeige- und Messbereiche;
 - 2) Angaben, die die Empfindlichkeiten (und deren Streuung) auf andere Gase beschreiben, auf die das Gerät reagiert;
 - 3) Anstiegszeiten $t(50)$ und $t(90)$ sowie Abklingzeiten $t(50)$ und $t(10)$ bei den empfohlenen Betriebsarten (Diffusion oder Messgasförderung) und das/die Prüfverfahren (Kalibrieradapter-, Diffusions- oder Strömungsverfahren), die zu deren Messung verwendet wurden;
 - 4) Information, wie sich Anstiegszeiten und Abklingzeiten mit Temperatur, Feuchte sowie Strömungsgeschwindigkeit der Umgebungsluft oder Durchflussrate des Messgases ändern;
 - 5) Temperaturgrenzen (Betriebsverhalten und Explosionsschutz, falls anwendbar);
 - 6) Feuchtegrenzen und transiente Effekte bei Feuchteänderungen, wenn vorhanden;
 - 7) Druckgrenzen (Betriebsverhalten und Explosionsschutz, falls anwendbar) und, wenn angemessen, Korrekturfaktoren für die Druckabhängigkeit;
 - 8) Grenzen der Strömungsgeschwindigkeit der Luft bei Normalbetrieb und bei Kalibrierung;
 - 9) Grenzen der Versorgungsspannung;
 - 10) maximale Leistungsaufnahme;
 - 11) wichtige Eigenschaften und Einzelheiten des Aufbaus von erforderlichen Verbindungsleitungen;
 - 12) für batterieversorgte Geräte Batterietyp(en) und Betriebszeit(en) bis zum Auftreten der Unterspannungsmeldung bei normalen Betriebsbedingungen;
 - 13) Anwärmzeit;
 - 14) Aufgabedauer des Prüfgases bei der Kalibrierung;
 - 15) Nenngebrauchslage und Lagegrenzen (für ortsfeste und transportable Geräte);
 - 16) elektromagnetische Verträglichkeit (z. B. abgeschirmte Kabel, Überspannungsschutz, Spezialgehäuse);
 - 17) Beschreibung jeder Anzeigeunterdrückung einschließlich der Werkseinstellungen und der Methode für ihre Aktivierung/ Deaktivierung
 - 18) für Geräte, die die TWA-Konzentration messen, die Bezugsdauer;
 - 19) Messprinzip;
 - 20) Drift des Gerätes;
 - 21) Informationen zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen, falls anwendbar;
 - 22) Betriebsverhalten bei Betriebsbedingungen außerhalb der Spezifikation dieser Norm, sofern anwendbar (siehe 5.1);
 - 23) für jeden Kommunikationsanschluss die Spezifikation der Schnittstelle, die Kabeleigenschaften und die maximale Abfragerate;
 - 24) Umfangreichste und komplexeste Systemkonfiguration.
- d) Angaben zu Lagerzeit und -grenzen des Gerätes, der Ersatzteile und des Zubehörs einschließlich, falls zutreffend, des Folgenden:

- 1) Temperatur;
 - 2) Feuchte;
 - 3) Druck;
 - 4) Zeit.
- e) Informationen über den ungünstigen Einfluss von Giften und interferierenden Gasen oder Stoffen und sauerstoffangereicherten oder sauerstoffarmen Atmosphären auf den ordnungsgemäßen Betrieb (und im Falle von sauerstoffangereicherter Atmosphäre auf die elektrische Sicherheit) des Gerätes. Falls bekannt, muss angegeben werden, ob der Einfluss der angegebenen interferierenden Gase in der Anwesenheit des zu messenden Gases additiv, subtraktiv oder synergistisch ist;
- f) für Geräte mit Messgasförderung Angaben über minimale und maximale Durchflussrate und Druck, Art der Rohr-/Schlauch-Leitungen sowie deren maximale Länge und Maße für den ordnungsgemäßen Betrieb;
- g) für Geräte mit Messgasförderung Anweisungen zur Sicherstellung, dass die Probenleitungen unbeschädigt sind und dass eine ordnungsgemäßen Durchflussrate vorliegt;
- h) Art und Bedeutung jedes Alarms (einschließlich Anzeige der Messbereichsüberschreitung) und Störungssignals, die Standardeinstellungen der Alarme, die Dauer und der Schalldruckpegel (und zugehöriger Abstand) dieser Alarme und Signale (falls zeitlich begrenzt oder nicht selbsthaltend) sowie sämtliche Maßnahmen, die zur Beendigung oder Rückstellung solcher Alarme und Signale ergriffen werden dürfen, sofern anwendbar;
- i) Einzelheiten über sämtliche Verfahren zur Bestimmung möglicher Fehlerquellen und sämtliche Abhilfemaßnahmen (d. h. Verfahren zur Fehlersuche);
- j) Angaben darüber, dass Alarmvorrichtungen, Signalausgänge oder Kontakte nicht-selbsthaltend sind, falls zutreffend, sowie die Forderung, dass der Alarm mit der höchsten Alarmschwelle selbsthaltend konfiguriert werden muss, wenn anwendbar (siehe 4.2.3.2);
- k) für batterieversorgte Geräte Einbau- und Wartungsanleitungen für die Batterien;
- l) eine Liste der empfohlenen Ersatzteile;
- m) bei Lieferung von wahlweise zu verwendendem Zubehör (z. B. Gassammeltrichter, Wetterschutzgehäuse, Kalibriervorrichtung für den Feldeinsatz) eine Liste dieses Zubehörs, dessen Auswirkungen auf die Geräteeigenschaften (einschließlich Einstellzeit und Empfindlichkeit) und Angaben zur Identifikation (z. B. Teilenummern). Zusätzlich muss für jedes Zubehörteil eindeutig beschrieben sein, ob es in der Prüfbescheinigung zum Betriebsverhalten enthalten ist;
- n) Einzelheiten zur Prüfbescheinigung zum Betriebsverhalten, soweit vorhanden (z. B. ausgebende Organisation, Datum, Messbereiche, Gase, Zubehör, usw.) sowie Kennzeichnung und sämtliche besonderen Bedingungen für den Einsatz;
- o) falls eine IP-Schutzart angegeben wird, wie **EN 60529**, muss die folgende Angabe aufgenommen werden:
- 1) IP-Schutzarten beinhalten nicht, dass das Gerät Gas messen wird, während oder nachdem es diesen Bedingungen ausgesetzt wird;
 - 2) Empfehlungen, wie angemessene Kalibrierintervalle und Wartungsanforderungen festgelegt werden können, falls das Gerät den für die IP-Schutzart repräsentativen Bedingungen ausgesetzt wird;
 - 3) empfohlenes Zubehör für die Bedingungen, die für die IP-Schutzart repräsentativ sind;
- p) für Gasesstransmitter und separate Steuereinheiten zur Gasmessung (siehe 4.2.7 und 4.2.8), Spezifikation der Transferfunktion, der Eingangs- bzw. Ausgangssignale am Anzeigebereichsendwert und alle Statussignale (z. B. Störung, Kalibriermodus);
- q) bei Gasesstransmittern und separaten Steuereinheiten zur Gasmessung Angabe, dass die Anstiegszeit des Gesamtsystems durch Summation der Anstiegszeiten aller Teile des gesamten Gaswarnsystems bestimmt wird;
- r) bei Steuereinheiten zur Gasmessung und separaten Steuereinheiten zur Gasmessung die maximale Verzögerungszeit, bis im Fall von Übertragungsfehlern ein Sonderzustand eingenommen wird;
- s) alle notwendigen Anweisungen oder Angaben, wo die besondere Art des Gerätes (wie nichtlineare Empfindlichkeit) zusätzliche Anweisungen oder spezielle Angaben erfordert, die von den Anforderungen in 4.3 und 4.4 a) bis r) abweichen oder diese ergänzen.

5 Prüfverfahren

5.1 Allgemeines

Die Geräte müssen für alle Gase, für die die Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm angegeben wird, vollständig geprüft werden. Die Anforderungen dieser Norm müssen erfüllt werden. Wenn Abweichungen von den festgelegten Prüfbedingungen notwendig sind, müssen diese Abweichungen und ihre Begründungen im Prüfbericht und in der Betriebsanleitung dokumentiert werden.

Wenn ein Gerätehersteller in der Betriebsanleitung irgendwelche Angaben zu speziellen Eigenschaften der Bauart oder zu einem erweiterten Betriebsverhalten macht, die die Mindestanforderungen dieser Norm übersteigen, müssen alle diese Angaben überprüft werden und die Prüfverfahren müssen wie im jeweiligen Abschnitt angegeben durchgeführt und, wo notwendig, erweitert oder ergänzt werden, um die Angaben zu speziellen Eigenschaften der Bauart oder zum erweiterten Betriebsverhalten zu bestätigen. Alle erweiterten oder ergänzten Prüfungen müssen zwischen dem Hersteller und dem Prüflaboratorium vereinbart und im Prüfbericht beschrieben werden. Bei der Prüfung des vom Hersteller angegebenen Betriebsverhaltens oder einer speziellen Eigenschaft müssen die Mindestanforderungen dieser Norm erfüllt und das vom Hersteller angegebene erweiterte Betriebsverhalten bestätigt werden.

5.2 Allgemeine Prüfanforderungen

5.2.1 Prüfmuster und Reihenfolge der Prüfungen

5.2.1.1 Prüfmuster

Zum Zwecke der Baumusterprüfung müssen die Prüfungen bei Geräten des Typs HM an drei Geräten und bei Geräten des Typs SM an einem Gerät durchgeführt werden. Die EMV-Prüfung (5.4.7.3) darf mit einem getrennten Gerät durchgeführt werden.

Ein weiterer Satz von Geräten darf für die Prüfung der Stabilität gemäß 5.4.8 verwendet werden.

Bei Steuereinheiten zur Gasmessung und separaten Steuereinheiten zur Gasmessung mit mindestens zwei Eingängen für Typ SM oder drei Eingängen für Typ HM, dürfen die Prüfungen mit nur einer Steuereinheit durchgeführt werden.

Wenn ein Gerät während der Prüfsequenz ausfällt, muss das Prüflaboratorium entscheiden, welche Prüfungen mit einem Ersatzgerät wiederholt werden müssen. Die Entscheidung und die Begründung müssen im Prüfbericht beschrieben werden.

5.2.1.2 Reihenfolge

Die Prüfung Lagerung des ausgeschalteten Gerätes 5.4.2 muss zuerst mit allen Prüfmustern durchgeführt werden. Die Schwingungsprüfung 5.4.4.1 muss nach der Prüfung Lagerung des ausgeschalteten Gerätes zum Zwecke der Vorkonditionierung für die Prüfmuster durchgeführt werden, die für die Prüfungen 5.4.3, 5.4.4.2, 5.4.5, 5.4.6 und 5.4.7 (5.4.7.3 ausgenommen, wenn ein getrenntes Gerät verwendet wird) verwendet werden.

Die Reihenfolge aller verbleibenden Prüfungen muss zwischen dem Hersteller und dem Prüflaboratorium vereinbart werden. Die Prüfung 5.4.3 muss jedoch vor den Prüfungen 5.4.5, 5.4.6.9 und 5.4.6.10 durchgeführt werden.

Bei Änderung der Bauart eines Gerätes, das bereits nach dieser Norm geprüft wurde, muss das Prüflaboratorium mit dem Hersteller vereinbaren, welche Prüfungen mit dem geänderten Gerät wiederholt werden müssen. Die Entscheidung und die Begründung müssen im Prüfbericht beschrieben werden.

Im Falle von Änderungen der Software oder von elektronischen Komponenten, die Teil der grundlegenden Funktionalität der Gasmessung (Signalkette vom Sensor zu Ausgängen) sind, müssen mindestens die

folgenden Prüfungen wiederholt werden: Messung der Abweichungen, Alarmschwelle(n), Funktionen zum zeitlich gewichteten Mittelwert (TWA), Anstiegszeit.

5.2.1.3 Gasmesstransmitter

Für Gasmesstransmitter müssen die Prüfungen 5.4.2 bis 5.4.4.1, 5.4.5, 5.4.6.2 bis 5.4.6.6, 5.4.6.8 bis 5.4.6.11, 5.4.7 bis 5.4.9 (falls anwendbar) unter Benutzung der Parameter der Übertragungsfunktion durchgeführt werden.

5.2.1.4 Separate Steuereinheiten

Für separate Steuereinheiten müssen die Prüfungen 5.4.2, 5.4.3, 5.4.4.1, 5.4.5.1, 5.4.6.1, 5.4.6.2, 5.4.6.4, 5.4.6.5, 5.4.6.6, 5.4.6.9, 5.4.7, 5.4.9 und 5.4.10 unter Benutzung der Parameter der Übertragungsfunktion durchgeführt werden.

5.2.2 Vorbereitung der Geräte vor jeder einzelnen Prüfung

Die Auflösung der Einrichtung, die die für die Zwecke der Baumusterprüfung verwendeten Messwerte anzeigt, muss für jede Prüfgaskonzentration mindestens eine Größenordnung besser als die Anzeige sein. Die Auflösung bei Aufgabe von reiner Luft muss gleich oder besser der Auflösung bei der kleinsten Prüfgaskonzentration sein. Anzeigeunterdrückungen müssen ausgeschaltet sein.

ANMERKUNG Die Auflösung von Anzeigeeinrichtungen, die die Anforderungen in 4.2.2.2 erfüllen, könnte für die Baumusterprüfung nicht ausreichend sein. Es kann in diesem Fall notwendig sein, die Anzahl der angezeigten Nachkommastellen zu erhöhen oder geeignete Messpunkte für die nachfolgend beschriebenen zusätzlichen Anzeige oder Aufzeichnungseinrichtungen bereitzustellen.

Sofern notwendig muss der Hersteller geeignete Messpunkte angeben, an die Anzeige- oder Aufzeichnungseinrichtungen für den Zweck der Prüfung der Übereinstimmung der Geräte mit dieser Norm angeschlossen werden können. Die Messwerte in der Anzeigeeinrichtung und an anderen Ausgabeeinrichtungen der Geräte dürfen nicht im Widerspruch zu den Ergebnissen stehen, die mit den Anzeige- oder Aufzeichnungseinrichtungen erzielt wurden.

Die Vorbereitung und Anbringung der Geräte muss entsprechend der Betriebsanleitung des Herstellers dem typischen Gebrauch entsprechen, einschließlich aller erforderlichen Anschlüsse, Ersteinstellungen und Erstkalibrierungen.

Justierungen dürfen zu Beginn jeder Prüfung durchgeführt werden.

Nach Beginn einer Einzelprüfung dürfen keine weiteren Justierungen durchgeführt werden, es sei denn, es wird durch das jeweilige Prüfverfahren ausdrücklich erlaubt. Insbesondere müssen folgende Punkte beachtet werden:

a) Geräte mit externen Sensoren

Bei den Prüfungen nach 5.4 muss, wenn darauf verwiesen wird, dass der Sensor den Prüfbedingungen ausgesetzt ist, der gesamte externe Sensor (einschließlich einer oder aller üblicherweise angebrachten mechanischen Schutzvorrichtungen) diesen Bedingungen ausgesetzt werden. Die exakte Konfiguration des Gerätes muss einschließlich der Verwendung oder Entfernung von optionalem Zubehör im Prüfbericht beschrieben sein.

Bei Geräten des Typs HM, die Anschlussmöglichkeiten für mehr als drei externe Sensoren bieten, müssen nur drei externe Sensoren den Prüfungen unterzogen werden. Bei Geräten des Typs SM, die Anschlussmöglichkeiten für mehr als einen externen Sensor bieten, muss nur ein externer Sensor den Prüfungen unterzogen werden. Der Ersatz der verbleibenden Sensoren durch Ersatzimpedanzen, die die ungünstigsten Belastungsbedingungen für die betreffende Prüfung ergeben, ist zulässig. Die ungünstigsten Belastungsbedingungen müssen durch das Prüflaboratorium innerhalb der in der Betriebsanleitung festgelegten Grenzen (siehe 4.4 (c)) bestimmt werden.

Bei Geräten mit externem(n) Sensor(en) müssen alle Prüfungen mit Widerständen im Detektorstromkreis durchgeführt werden, um den maximalen vom Gerätehersteller angegebenen Leitungswiderstand zu

simulieren, außer wenn ein minimaler Leitungswiderstand nach Einschätzung des Prüflaboratoriums eine strengere Prüfung darstellt.

b) Separate Steuereinheiten zur Gasmessung

Der Ersatz aller Transmitter durch geeignete Signalquellen und für die jeweilige Prüfung ungünstigsten Lasten ist zulässig. Die ungünstigsten Lasten müssen durch das Prüflaboratoriums innerhalb der in der Betriebsanleitung festgelegten Grenzen bestimmt werden (siehe 4.4 c)).

c) Geräte mit eingebauten Sensoren

Das gesamte Gerät muss den Prüfbedingungen (schließt nicht die Prüfgase ein) ohne Entfernung von normalerweise angebrachten Teilen ausgesetzt werden. Die exakte Konfiguration des Gerätes muss einschließlich der Verwendung oder Entfernung von optionalem Zubehör im Prüfbericht beschrieben sein.

Die Prüfungen 5.4.3, 5.4.6.5 und 5.4.6.6 müssen ohne und mit jeder Entnahmesonde durchgeführt werden.

d) Reine Warngeräte

Die Messwerte müssen unter Benutzung einer externen Anzeige- oder Aufzeichnungsvorrichtung, die mit den in diesem Abschnitt beschriebenen Messpunkten verbunden ist, abgelesen werden.

Die Verwendung von optionalen zusätzlichen schützenden mechanischen Teilen (z. B. Tragetaschen) müssen zwischen dem Hersteller und dem Prüflaboratorium vereinbart werden. Soweit nicht anders angegeben, muss optionales Zubehör entweder angebracht oder entfernt werden, je nachdem, was für die durchgeführte Prüfung zum ungünstigsten Ergebnis führt. Die exakte Konfiguration des Gerätes muss einschließlich der Verwendung oder Entfernung von optionalem Zubehör im Prüfbericht beschrieben sein.

5.2.3 Kalibrier- und Prüfadapter

Wenn ein Adapter für die Kalibrierung oder Zufuhr von Prüfgas zum Sensor verwendet wird, darf die Bauart und die Betriebsweise des Adapters, insbesondere der Druck und die Strömungsgeschwindigkeit innerhalb des Adapters, weder das Verhalten des Gerätes noch die Messergebnisse beeinflussen.

Ein geeigneter Adapter darf zusammen mit Angaben für empfohlenen Druck und Durchflussrate bei Aufgabe von Kalibriergasen mit dem Gerät mitgeliefert werden.

Wenn ein geeigneter Adapter mit dem Gerät mitgeliefert wird, darf dieser Adapter verwendet werden.

5.3 Normalbedingungen für die Prüfung

5.3.1 Allgemeines

Die in 5.3.2 bis 5.3.11 festgelegten Prüfbedingungen gelten für alle Prüfungen, es sei denn, es ist in der einzelnen Prüfung etwas anderes festgelegt.

5.3.2 Prüfgas(e)

Die Prüfgase müssen Gemische aus reiner Luft mit dem Gas sein, für das das Gerät verwendet werden soll.

Wenn reine Luft wegen Instabilität des Prüfgases nicht verwendet werden kann, muss Stickstoff als Grundgas verwendet werden. Wenn die Sensoreigenschaften durch das Grundgas beeinflusst werden, muss das Prüfverfahren zwischen dem Hersteller und dem Prüflaboratorium vereinbart und im Prüfbericht beschrieben werden.

Die Abweichung von dem nominellen Volumenanteil darf für alle Prüfgase $\pm 10\%$ nicht überschreiten. Die Volumenanteile aller Prüfgase müssen mit einer erweiterten relativen Messunsicherheit von $\pm 5\%$ bekannt sein.

Für die Zwecke dieser Norm dürfen Verweise auf reine Luft als Verweise auf Nullgas angesehen werden, wenn die Verwendung von Nullgas anstelle reiner Luft angemessen ist.

Bei Geräten des Typs HM muss der Volumenanteil des Standardprüfgases gleich dem in der [Tabelle A.1](#) angegebenen Bezugswert sein. Bei nicht in der [Tabelle A.1](#) enthaltenen Gasen muss ein zwischen dem Hersteller und dem Prüflaboratorium unter Berücksichtigung des Arbeitsplatzgrenzwerts vereinbarter Wert verwendet und im Prüfbericht angegeben werden.

Bei Geräten des Typs SM muss das Standardprüfgas einen Volumenanteil von 50 % des Messbereichs haben.

5.3.3 Durchflussrate der Prüfgase

Wenn Prüfgase auf das Gerät aufgegeben werden, muss die Durchflussrate der Gase den Angaben in der Betriebsanleitung entsprechen.

5.3.4 Energieversorgung

- a) Netzbetriebene und mit Wechsel- oder Gleichspannung betriebene Geräte müssen auf 2 % genau entsprechend der vom Hersteller empfohlenen Versorgungsspannung und Frequenz betrieben werden.
- b) Batterieversorgte Geräte müssen zu Beginn einer jeden Kurzzeitprüfung mit neuen oder vollständig geladenen Batterien versehen werden. Für Langzeitprüfungen ist es erlaubt, die Geräte an eine stabilisierte Energieversorgung anzuschließen. Die Temperaturprüfung [5.4.5.1](#) muss mit allen in der Betriebsanleitung angegebenen Batterien durchgeführt werden.

ANMERKUNG Langzeitprüfungen dauern länger als die Betriebsdauer mit vollständig geladenen Batterien.

5.3.5 Temperatur

Umgebungsluft und Prüfgase müssen während der Dauer jeder einzelnen Prüfung bei einer auf $\pm 2^\circ\text{C}$ konstanten Temperatur innerhalb des Bereiches von 15°C bis 25°C gehalten werden, es sei denn, es ist für die jeweilige Prüfung etwas anderes festgelegt. Diese Anforderung ist nicht auf die Prüfungen [5.4.4.1](#) und [5.4.7.3](#) anwendbar; die Temperaturbedingungen dürfen den Sensor nicht schädigen.

5.3.6 Druck

Die Prüfungen müssen beim aktuellen Umgebungsluftdruck durchgeführt werden, sofern dieser zwischen 86 kPa und 108 kPa liegt. Falls während einer Prüfung eine Abweichung von mehr als $\pm 1\text{ kPa}$ auftritt, müssen die Druckänderungen aufgezeichnet und unter Benutzung der Ergebnisse der Druckprüfung [5.4.5.2](#) berücksichtigt werden.

5.3.7 Feuchte

Die relative Feuchte (r. F.) der Umgebungsluft, der reinen Luft und der Prüfgase muss während der Dauer jeder Einzelprüfung in dem Bereich gehalten werden, der in der Betriebsanleitung angegeben ist.

Die relative Feuchte (r. F.) der reinen Luft und der Prüfgase muss während jeder Prüfung innerhalb von $\pm 10\%$ der Anfangsbedingung gehalten werden. Die Prüfung Druck [5.4.5.2](#) muss mit reiner Luft und Prüfgasen durchgeführt werden, die den gleichen Volumenanteil an Wasserdampf haben.

Für Verwendung trockener Gase ist erlaubt, wenn die Verwendung und die maximale Zeitdauer zwischen dem Hersteller und dem Prüflaboratorium vereinbart wurden. Die Sensoreigenschaften müssen berücksichtigt werden.

BEISPIEL Austrocknung ist ein Beispiel für eine Sensoreigenschaft.

Die Anforderungen dieses Abschnitts müssen bei den Prüfungen [5.4.4.1](#) und [5.4.7.3](#) nicht erfüllt werden; die Feuchtebedingungen dürfen den Sensor nicht schädigen.

5.3.8 Akklimatisierungszeit

Jedes Mal, wenn das Gerät einer anderen Prüfbedingung ausgesetzt wird, muss dem Gerät genügend Zeit gelassen werden, sich diesen neuen Bedingungen anzupassen, bevor Messungen vorgenommen werden.

5.3.9 Gebrauchslage

Die Geräte müssen in der Gebrauchslage geprüft werden, die in der Betriebsanleitung empfohlen wird.

5.3.10 Optionen der Datenübertragung

Bei Geräten, die im normalen Messbetrieb die Möglichkeit einer Datenübertragung bereitstellen, müssen bei den Prüfungen nach 5.4.3, 5.4.5.1, 5.4.6.5 und 5.4.6.6 alle Kommunikationsanschlüsse angeschlossen sein. Die maximale Übertragungsrate, Verkabelung und Aktivität gemäß Spezifikation des Geräteherstellers muss herbeigeführt werden.

5.3.11 Gaswarngeräte als Teil von Systemen

Bei Gaswarngeräten, die Teile von Systemen sind, müssen die Prüfungen nach 5.4.3, 5.4.6.5, 5.4.6.6, 5.4.6.8 und 5.4.6.9 bei maximaler Übertragungsrate und Aktivität der Systemkommunikation durchgeführt werden. Dies muss der umfangreichsten und komplexesten Systemkonfiguration entsprechen, die in der Betriebsanleitung erlaubt ist.

5.4 Prüfungen

5.4.1 Allgemeines

Sofern anwendbar, müssen auch Prüfungen durchgeführt werden, die sicherstellen, dass das Gerät den Anforderungen im [Abschnitt 4](#) entspricht.

Die Geräte müssen die Annahmekriterien des Anhangs A erfüllen. Zur Bestimmung der Annahmekriterien für Gase, die nicht in der [Tabelle A.1](#) aufgeführt sind, muss den allgemeinen Leitlinien zu den Grenzwerten der [Tabelle A.1](#) zusammen mit einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Prüflaboratorium gefolgt werden.

Sofern nicht anders angegeben, müssen vor und nach jeder Prüfung Messungen mit reiner Luft sowie mit Standardprüfgas durchgeführt werden.

Die Anzeigewerte, die zur Überprüfung der Übereinstimmung mit den Anforderungen an das Betriebsverhalten benutzt werden, müssen im stabilisierten Zustand (siehe 3.6.3) genommen werden; es sei denn, es ist etwas anderes festgelegt.

Wenn jedoch die Sensoreigenschaften es dem Gerät nicht erlauben, sich innerhalb von 7,5 min zu stabilisieren, muss eine Zeit zwischen dem Hersteller und dem Prüflaboratorium vereinbart werden, nach der das Gerät als stabilisiert angesehen wird. Die Zeit darf 7,5 min nicht überschreiten und muss in der Betriebsanleitung als Stabilisierungszeit angegeben werden. Diese Stabilisierungszeit muss ebenso für Kalibrierung und Justierung der Geräte und bei Durchführung der Prüfungen verwendet werden.

Bei Geräten mit mehr als einem wählbaren Anzeigebereich für ein Gas müssen alle Messbereiche geprüft werden. Für den zweiten und die folgenden Bereiche muss der notwendige Prüfumfang zwischen dem Hersteller und dem Prüflaboratorium vereinbart werden.

Wenn für verschiedene Messbereiche verschiedene Sensoren verwendet werden, müssen für jeden Sensor alle Prüfungen von 5.4 durchgeführt werden.

Bei Geräten des Typs HM müssen mindestens der empfindlichste Bereich, der mit 4.2.1 übereinstimmt, vollständig nach 5.4 und für alle weiteren Bereiche die Kalibrierkurven nach 5.4.3 geprüft werden. Zusätzlich muss der unempfindlichste Bereich nach 5.4.6.9 geprüft werden.

Bei Geräten des Typs SM müssen mindestens der empfindlichste Bereich vollständig nach 5.4 und für alle weiteren Bereiche die Kalibrierkurven nach 5.4.3.2 geprüft werden. Zusätzlich muss der unempfindlichste Bereich nach 5.4.6.9 geprüft werden.

Die Annahmekriterien in den folgenden Unterabschnitten sind mit Ausnahme von 5.4.3 die maximal zulässigen Abweichungen der Anzeigen der Geräte von den Bezugsanzeigen zu Beginn der Prüfung oder unter Bezugsbedingungen (z. B. bei der Bezugstemperatur 20 °C).

5.4.2 Lagerung des ausgeschalteten Gerätes

Alle Teile der Geräte müssen ausschließlich in Umgebungsluft nacheinander den folgenden Bedingungen ausgesetzt werden:

- a) einer Temperatur von $(-20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ für mindestens 24 h;
- b) Umgebungstemperatur für mindestens 24 h;
- c) einer Temperatur von $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ für mindestens 24 h;
- d) Umgebungstemperatur für mindestens 24 h.

Die Anforderung an die Feuchte aus 5.4.5.3 gilt nicht bei der Temperatur von $-20 ^\circ\text{C}$. Die Feuchtigkeit der Umgebungsluft muss so sein, dass keine Kondensation auftritt.

5.4.3 Messung der Abweichungen

5.4.3.1 Messunsicherheit am Nullpunkt, relative erweiterte Messunsicherheit und Kalibrierkurve für Geräte des Typs HM

Jede Ablesung muss nach einer Zeitspanne vom Zehnfachen der Anstiegszeit $t(50)$ bei Prüfgasaufgabe und vom Zehnfachen der Abklingzeit $t(50)$ bei Aufgabe von reiner Luft vorgenommen werden, gemäß den Angaben in der Betriebsanleitung. Die Geräte müssen Prüfgasen mit Volumenanteilen von dem 0,1 (oder 0,2 wenn 0,1 nicht praktikabel ist); 0,5; 1; 2 sowie 5-fachen (oder 90 % des Messbereichsendwerts, wenn das 5-fache außerhalb des Messbereichs liegt) des Volumenanteils des Standardprüfgases ausgesetzt werden. Bei jedem Volumenanteil des Prüfgases müssen die Geräte reiner Luft und dann dem Prüfgas ausgesetzt werden und dieser Zyklus insgesamt 6-mal durchgeführt werden. Im Falle von Gasen, die bei niedrigen Volumenanteilen sehr schwer handzuhaben sind, muss ein Prüfgas mit dem kleinstmöglichen Volumenanteil unterhalb des Volumenanteils des Standardprüfgases verwendet werden. Der kleinste Volumenanteil des Prüfgases darf das 0,2-fache des Volumenanteils des Standardprüfgases nicht überschreiten.

ANMERKUNG Konzentrationen oberhalb des 5-fachen Bezugswerts werden nicht als relevant für die Berechnung der relativen erweiterten Messunsicherheit von Geräten des Typs HM angesehen.

Für jeden Volumenanteil des Prüfgases muss die relative erweiterte Messunsicherheit wie in 6.2 definiert berechnet werden. Der Messbereichsanfang gemäß Definition in 6.3 muss mit allen Messwerten berechnet werden, die in reiner Luft in Verbindung mit Prüfgasen mit Volumenanteilen bis einschließlich dem 2-fachen des Volumenanteils des Standardprüfgases gemessen wurden.

Die Annahmekriterien für die Geräte basieren auf Abschnitt 6.4.

5.4.3.2 Kalibrierkurve für Geräte des Typs SM

Jede Ablesung muss nach einer Zeitspanne vom Zehnfachen der Anstiegszeit $t(50)$ bei Prüfgasaufgabe und vom Fünffachen der vom Hersteller angegebenen Abklingzeit $t(10)$ bei Aufgabe von reiner Luft vorgenommen werden, gemäß den Angaben in der Betriebsanleitung.

Die Geräte müssen Prüfgasen mit Volumenanteilen von 0 %, 10 %, 30 %, 50 %, 70 % und 90 % des Messbereichsendwerts beginnend mit dem kleinsten und endend mit dem höchsten Volumenanteil ausgesetzt werden. Dieser Vorgang muss dreimal hintereinander ausgeführt werden.

Annahmekriterien: Alle Messwerte dürfen von dem Volumenanteil des Prüfgases um nicht mehr als $\pm 20\%$ des Volumenanteils des Prüfgases oder $\pm 10\%$ des Messbereichs abweichen, dabei gilt jeweils der größere Wert.

5.4.4 Mechanische Prüfungen

5.4.4.1 Schwingung

5.4.4.1.1 Prüfeinrichtung

Die Schwingprüfanlage muss aus einem Schwingtisch bestehen, der in der Lage ist, mit dem darauf befestigten Prüfling eine Schwingung variabler Frequenz und variabler Auslenkung zu erzeugen, wie sie von der IEC 60068-2-6 und den folgenden Prüfverfahren verlangt wird.

Die Temperatur-, Druck- und Feuchtebedingungen dürfen den Sensor nicht schädigen. Die Anforderungen an Umgebungstemperatur 5.3.5, Druck 5.3.6 und Feuchte 5.3.7 müssen jedoch nicht erfüllt werden.

5.4.4.1.2 Verfahren

5.4.4.1.2.1 Allgemeines

Die Prüfung muss nach IEC 60068-2-6 durchgeführt werden.

Die Geräte müssen auf dem Schwingtisch so befestigt werden, wie es für die Benutzung einschließlich irgendwelchen Zubehörs, federnder Halter, Träger oder Befestigungseinrichtungen vorgesehen ist, die als serienmäßige Teile des Geräts geliefert werden.

Die Alarmschwelle muss eingestellt werden auf:

- für Geräte des Typs HM, bei 80 % des Volumenanteils des Standardprüfgases;
- für Geräte des Typs SM, bei 10 % des Messbereichsendwerts.

Wenn die Alarmschwelle nicht auf diesen Volumenanteil eingestellt werden kann, muss die Alarmschwelle so nahe wie möglich zu diesem Volumenanteil eingestellt werden.

Die Geräte müssen eingeschaltet und nacheinander in jeder der drei Achsen parallel zu jeder der drei Hauptachsen des Gerätes geschwungen werden. Vor und nach der Prüfung müssen Messungen bei Aufgabe von reiner Luft und anschließend Standardprüfgas durchgeführt werden. Während der Schwingungsprüfung müssen die Geräte in Umgebungsluft betrieben werden. Wenn nötig, darf reine Luft auf den Sensor aufgegeben werden, um einen stabilen Messwert zu erhalten.

Die Geräte müssen über den angegebenen Frequenzbereich mit der angegebenen Auslenkung oder konstanten Spitzenbeschleunigung für eine Dauer von 1 h in jeder der drei zueinander senkrechten Ebenen geschwungen werden. Die Frequenz muss sich kontinuierlich exponentiell mit der Zeit ändern und die Frequenz-Änderungsrate muss 1 Oktave je Minute betragen.

5.4.4.1.2.2 Verfahren 1

Für tragbare und transportable Geräte, externe Sensoren, Gasmessstransmitter und Geräte mit eingebauten Sensoren muss die Schwingung folgende sein:

- 10 Hz bis 31,5 Hz, 0,5 mm Amplitude der Auslenkung (1,0 mm Spitze bis Spitze der Auslenkung);
- 31,5 Hz bis 150 Hz, 19,6 m/s² Spitzenbeschleunigung.

5.4.4.1.2.3 Verfahren 2

Für Steuereinheiten zur Gasmessung und separate Steuereinheiten zur Gasmessung muss die Schwingung folgende sein:

- 10 Hz bis 31,5 Hz, 0,5 mm Amplitude der Auslenkung (1,0 mm Spitze bis Spitze der Auslenkung);
- 31,5 Hz bis 100 Hz, $19,6 \text{ m/s}^2$ Spitzenbeschleunigung.

5.4.4.1.3 Annahmekriterien

Während der Schwingungsprüfung dürfen die Geräte keinen Funktionsausfall zeigen und weder einen Fehlalarm noch ein Störungssignal abgeben. Am Gerät dürfen keine Beschädigungen auftreten, die zu Gefahren oder Funktionsverlusten führen.

Geräte des Typs HM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich dem Messbereichsanfang gemäß [Tabelle A.1](#) und kleiner oder gleich dem in der Betriebsanleitung angegebenen Wert sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb $\pm 20 \%$ des Messwerts liegen.

Geräte des Typs SM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich 10% des Messbereichs sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb $\pm 20 \%$ des Messwerts liegen.

5.4.4.2 Fallprüfung

Diese Prüfung ist nur auf tragbare und transportable Geräte anwendbar. Falls Komponenten ortsfester Geräte gemäß Betriebsanleitung wie tragbare oder transportable Geräte benutzt werden können, müssen diese Komponenten für diese Prüfung als tragbar oder transportabel betrachtet werden. Wenn der Hersteller empfiehlt, das Gerät in einer Tragetasche zu benutzen, muss die Prüfung mit der Tasche durchgeführt werden.

Die eingeschalteten tragbaren Geräte müssen aus einer Höhe von $(1 + 0,05/0) \text{ m}$ oberhalb einer Betonoberfläche losgelassen und frei fallengelassen werden.

Transportable Geräte mit einer Masse von weniger als 5 kg müssen ausgeschaltet aus einer Höhe von $(0,3 + 0,03/0) \text{ m}$ oberhalb einer Betonoberfläche losgelassen und frei fallen gelassen werden.

Andere transportable Geräte müssen ausgeschaltet aus einer Höhe von $(0,1 + 0,02/0) \text{ m}$ oberhalb einer Betonoberfläche losgelassen und frei fallengelassen werden.

Alle Höhen werden von dem untersten Punkt der Geräte gemessen.

Die oben geforderte Prüfung muss dreimal durchgeführt werden. Bei tragbaren Geräten muss jedes Mal zum Zeitpunkt des Loslassens eine andere Seite (Oberfläche) des Gerätes nach unten zeigen. Transportable Geräte müssen sich in der Position für den normalen Transport befinden.

Vor und nach der Prüfung müssen Messungen bei Aufgabe von reiner Luft und anschließend Standardprüfgas durchgeführt werden.

Die Geräte haben diese Prüfung nicht bestanden, wenn nach der Prüfung ein Funktionsverlust (z. B. Alarm, Pumpenfunktion, Bedienung, Anzeigeeinrichtung) eingetreten ist.

Während der Prüfung dürfen ein automatischer Neustart oder ein Ausschalten der Geräte nicht auftreten.

Annahmekriterien für Geräte des Typs HM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich dem Messbereichsanfang gemäß [Tabelle A.1](#) und kleiner oder gleich dem in der Betriebsanleitung angegebenen Wert sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb $\pm 20 \%$ des Messwerts liegen.

Annahmekriterien für Geräte des Typs SM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich 10% des Messbereichs sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb $\pm 20 \%$ des Messwerts liegen.

5.4.5 Umweltprüfungen

5.4.5.1 Temperatur

Diese Prüfung muss in einer Temperatorkammer erfolgen, die den Sensor oder die Geräte auf den unten festgelegten Temperaturen innerhalb ± 2 °C halten kann. Die reine Luft und das Standardprüfgas müssen die gleiche Temperatur wie die Atmosphäre in der Prüfkammer haben. Der Taupunkt der Prüfgase muss unterhalb der niedrigsten Temperatur der Prüfkammer liegen und muss während der Prüfung konstant gehalten werden.

Während auf die Akklimatisierung der Geräte bei einer neuen Temperatur gewartet wird, muss der Sensor der Umgebungsluft oder reinen Luft im Inneren der Temperatorkammer ausgesetzt werden. Wenn notwendig muss die Umgebungsluft oder reine Luft eine minimale Feuchte haben, um ein Austrocknen des Sensors zu vermeiden.

Die Anforderung in 5.3 an die Umgebungsluft gilt nicht. Die Feuchte der Umgebungsluft muss so sein, dass keine Kondensation auftritt.

Bei jeder Temperatur müssen die Anzeigen in reiner Luft und in Standardprüfgas genommen und dann die Prüfung 5.4.6.2 durchgeführt werden.

Prüfungen müssen ausgeführt werden:

- für Steuereinheiten zur Gasmessung und separate Steuereinheiten zur Gasmessung:
bei Temperaturen von 5 °C, 20 °C und 55 °C;
- für tragbare Geräte:
bei Temperaturen von –20 °C, 5 °C, 20 °C und 40 °C;
- für tragbare Geräte mit eingeschränktem Temperaturbereich:
bei Temperaturen von 5 °C, 20 °C und 40 °C;
- für alle anderen Gerätearten:
bei Temperaturen von –20 °C, 5 °C, 20 °C und 55 °C.
- für alle anderen Gerätearten mit eingeschränktem Temperaturbereich:
bei Temperaturen von 5 °C, 20 °C und 40 °C.

Es kann bei Substanzen mit niedrigen Dampfdrücken nötig sein, die niedrigste Temperatur anzuheben, damit der nötige Volumenanteil der Substanz im Prüfgas erreicht wird.

Die Prüfung muss für batterieversorgte Geräte mit allen in der Betriebsanleitung angegebenen Batterien durchgeführt werden.

Annahmekriterien für Geräte des Typs HM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich dem Messbereichsanfang gemäß [Tabelle A.1](#) und kleiner oder gleich dem in der Betriebsanleitung angegebenen Wert sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb ± 20 % des Messwerts liegen.

Annahmekriterien für Geräte des Typs SM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich 10 % des Messbereichs sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb ± 20 % des Messwerts liegen.

5.4.5.2 Druck

Die Auswirkungen von Druckänderungen müssen geprüft werden, indem die Geräte (einschließlich der Pumpe bei Geräten mit Messgasförderung) in eine Prüfkammer gebracht werden, die eine Druckveränderung der Prüfgase ermöglicht. Bevor eine Ablesung erfolgt oder eine Prüfung ausgeführt wird, muss der Druck innerhalb von $\pm 0,5$ kPa bei den festgelegten Werten für 5 min anstehen.

Prüfungen müssen bei Drücken von 80 kPa, 90 kPa, 100 kPa, 110 kPa und 120 kPa durchgeführt werden.

Der Druck muss mit einer Rate von weniger als 20 kPa/h oder einer größeren Rate, sofern vom Hersteller angegeben, geändert werden.

Die Anforderung in 5.4.5 an die Umgebungsluft gilt nicht. Die Feuchtigkeit der Umgebungsluft muss so sein, dass keine Kondensation auftritt.

Bei jedem Druck muss auf die Geräte reine Luft und anschließend Standardprüfgas aufgegeben werden.

Bei Geräten des Typs HM müssen die Differenzen zwischen den Messwerten bei Aufgabe von Standardprüfgas für jeden 10 kPa Schritt, d. h. 80 - 90 kPa, 90 - 100 kPa, 100 - 110 kPa, 110 - 120 kPa, berechnet werden.

Annahmekriterien für Geräte des Typs HM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft von denen bei 100 kPa müssen bei allen Drücken kleiner oder gleich dem Messbereichsanfang gemäß [Tabelle A.1](#) und kleiner oder gleich dem in der Betriebsanleitung angegebenen Wert sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas von denen bei 100 kPa müssen bei allen Drücken innerhalb ± 35 % des Messwerts liegen.

Annahmekriterien für Geräte des Typs SM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich 20 % des Messbereichs sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb ± 35 % des Messwerts liegen.

5.4.5.3 Feuchte des Prüfgases

Die Prüfung muss bei einer Temperatur von (40 ± 2) °C durchgeführt werden. Nach einer Akklimatisierungszeit von mindestens 2 Stunden müssen die Geräte kalibriert und gemäß der Betriebsanleitung justiert werden.

Die Prüfung muss dann bei relativen Feuchten von 20 %, 50 % und 90 % durchgeführt werden. Bei jeder relativen Feuchte müssen die Geräte oder Sensoren in reiner Luft für mindestens $(60 + 5/0)$ Minuten akklimatisiert und dann dem Standardprüfgas ausgesetzt werden. Die relativen Feuchten müssen innerhalb ± 5 % r. F. bekannt sein.

Der Volumenanteil des Prüfgases muss konstant gehalten werden, oder es müssen die Konzentrationsänderungen durch Verdünnung mit Wasser angemessen berücksichtigt werden.

Für bestimmte Gase kann es notwendig sein, die Temperatur und/oder die größte relative Feuchte auf einen Wert herabzusetzen, bei denen ein stabiles Prüfgasgemisch hergestellt werden kann. In diesem Fall müssen in der Betriebsanleitung die geprüfte Temperatur und die größte geprüfte Feuchte angegeben werden.

Annahmekriterien für Geräte des Typs HM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich dem Messbereichsanfang gemäß [Tabelle A.1](#) und kleiner oder gleich dem in der Betriebsanleitung angegebenen Wert sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb ± 20 % des Messwerts liegen.

Annahmekriterien für Geräte des Typs SM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich 10 % des Messbereichs sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb ± 20 % des Messwerts liegen.

5.4.5.4 Strömungsgeschwindigkeit

Der Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit auf Diffusionsgeräte muss durch folgende Prüfung mit Umgebungsluft und Standardprüfgas bestimmt werden.

Das Gerät oder der externe Sensor muss in einer Strömungskammer sowohl in Umgebungsluft als auch in Standardprüfgas geprüft werden.

Bei kleinen Messbereichen von toxischen Gasen, die gewöhnlich in der Umgebungsluft vorkommen, muss reine Luft anstelle von Umgebungsluft verwendet werden.

Für Geräte mit eingebauten Sensoren, die zu groß sind, um in einer Strömungskammer geprüft zu werden, dürfen andere Prüfeinrichtungen zur Durchführung der Prüfung verwendet werden. In diesem Fall muss die "andere Prüfeinrichtung" im Prüfbericht beschrieben werden.

Die Sensoren müssen in der vom Hersteller empfohlenen Gebrauchslage geprüft werden. Wenn eine solche Empfehlung nicht vorhanden ist, zum Beispiel bei tragbaren Geräten, muss eine typische Gebrauchslage verwendet werden.

Unabhängig davon, ob eine Strömungskammer oder eine andere Prüfeinrichtung verwendet wird, muss die Richtung des Luftstroms in Bezug auf den Sensoreinlass wie folgt ausgerichtet werden:

- 1) Luftstrom auf den Sensoreinlass gerichtet;
- 2) Luftstrom um 180° gegenüber 1) gedreht;
- 3) Luftstrom um 90° gegenüber 1) gedreht.

Jede Lage ist mit einer Toleranz von $\pm 5^\circ$ vorgegeben.

Messungen müssen ohne gerichtete Anströmung, bei $(3 \pm 0,3)$ m/s und $(6 \pm 0,6)$ m/s durchgeführt werden.

Anströmrichtungen, die in der Betriebsanleitung ausgeschlossen sind, dürfen nicht geprüft werden.

Annahmekriterien für Geräte des Typs HM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich dem Messbereichsanfang gemäß [Tabelle A.1](#) und kleiner oder gleich dem in der Betriebsanleitung angegebenen Wert sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb $\pm 20\%$ des Messwerts liegen.

Annahmekriterien für Geräte des Typs SM: Die Abweichungen der Anzeigen in reiner Luft müssen kleiner oder gleich 10 % des Messbereichs sein. Die Abweichungen der Anzeigen in Standardprüfgas müssen innerhalb $\pm 20\%$ des Messwerts liegen.

5.4.6 Prüfungen des Betriebsverhaltens

5.4.6.1 Alarmschwelle(n)

Wenn die Geräte entweder mit:

- a) vom Anwender veränderbarer Einstellung einer oder mehrerer Alarmschwellen; oder
- b) intern voreingestellten Alarmschwelle(n),

ausgerüstet sind, muss die Auslösung dieser Alarme bei den entsprechenden Schwellenwerten durch Gas unter Benutzung von Prüfgas in der folgenden Weise überprüft werden.

Bei Geräten des Typs a) mit einer einzelnen Alarmschwelle muss diese auf 80 % des Volumenanteils des Standardprüfgases eingestellt werden.

Bei Geräten des Typs a) mit mehr als einer Alarmschwelle müssen alle Alarmschwellen getrennt auf 80 % des Volumenanteils des Standardprüfgases eingestellt werden.

Falls eine Alarmschwelle nicht auf diesen Volumenanteil eingestellt werden kann, muss die Alarmschwelle so nah wie möglich zu diesem Volumenanteil eingestellt werden.

Bei Geräten des Typs a) mit Alarmschwellen, die auf 80 % des Volumenanteils des Standardprüfgases eingestellt wurden, und bei Geräten des Typs b), bei denen die voreingestellte Alarmschwelle im Bereich von 70 % bis 80 % des Volumenanteils des Standardprüfgases liegt, muss die Auslösung des Alarms bei Aufgabe von Standardprüfgas geprüft werden.