

DIN EN 17075

ICS 13.060.45

Einsprüche bis 2017-03-13

Entwurf

**Wasserbeschaffenheit –
Allgemeine Anforderungen und Testverfahren zur Leistungsprüfung von
Geräten zum Wassermonitoring –
Messgeräte;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17075:2017**

Water quality –
General requirements and Performance test procedures for water monitoring equipment –
Measuring devices;
German and English version prEN 17075:2017

Qualité de l'eau –
Exigences générales et modes opératoires d'essai de performance pour les équipements de
surveillance de l'eau –
Dispositifs de mesure automatiques;
Version allemande et anglaise prEN 17075:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-01-13 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 von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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 naw@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 139 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17075:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitskreis NA 119-01-03-01-24 AK „Leistungsanforderungen und Konformitätsprüfungen für Prozess- und Feldmessgeräte für Wasser und Abwasser“ des Arbeitsausschusses NA 119-01-03 AA „Wasseruntersuchung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 17075 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Wasserbeschaffenheit — Allgemeine Anforderungen und Testverfahren zur Leistungsprüfung von Geräten zum Wassermonitoring — Messgeräte

Qualité de l'eau — Exigences générales et modes opératoires d'essai de performance pour les équipements de surveillance de l'eau — Dispositifs de mesure automatiques

Water quality — General requirements and performance test procedures for water monitoring equipment — Measuring devices

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole	11
5 Grundlage des Verfahrens	12
6 Allgemeine Anforderungen	13
6.1 Anforderungen für MDs	13
6.2 Anforderungen an Begleitdokumente für MDs	14
7 Leistungskenngrößen	15
7.1 Durch Laborprüfungen festgelegte Leistungskenngrößen	15
7.2 Durch Feldprüfungen festgelegte Leistungskenngrößen	16
8 Leistungsprüfung	16
8.1 Qualitätsanforderungen für die Prüfung	16
8.2 Allgemeine Anforderungen für die Prüfung	17
8.3 Prüfbedingungen	18
8.4 Berichte	19
9 Laborprüfverfahren	19
9.1 Hinweise für die Etablierung eines Prüfplans	19
9.2 Verifizierung durch Inspektion	20
9.3 Leistungsprüfungen	21
9.3.1 Ansprechzeit	21
9.3.2 Bias, Linearität, Wiederholpräzision und LOQ	24
9.3.3 Auswirkungen von Störungen	24
9.3.4 Umgebungstemperatur und relative Feuchtigkeit	28
9.3.5 Probentemperatur	30
9.3.6 Probendurchfluss	31
9.3.7 Probendruck	31
9.3.8 Ausgangsimpedanz	32
9.3.9 Versorgungsspannung	32
9.3.10 7-Tage-Drift	33
9.3.11 Verlust der Versorgungsspannung	34
9.3.12 Aufwärm drift	35
10 Feldprüfverfahren	36
10.1 Ziel einer Feldprüfung	36
10.2 Planung für die Feldprüfung	36
10.3 Abweichungen unter Feldprüfungsbedingungen	38
10.4 Ansprechzeit	38
10.5 Schwankung der Empfindlichkeit	39
10.6 Wartung	40
10.7 Ausfallfreie Zeit	40

Anhang A (informativ) Beispielwerte für Leistungskenngrößen für eine Auswahl an MDs zum Monitoring von Abläufen von Abwasser und Vorflutern.....	42
Anhang B (normativ) Auswertung der Daten aus der Leistungsprüfung.....	47
B.1 Einleitung	47
B.2 Bias	47
B.3 Wiederholpräzision.....	48
B.4 Linearität.....	48
B.5 Schätzung der LOQ	49
B.6 7-Tage-Drift	49
B.7 Auswirkung der Einflussbedingungen	49
B.8 Kombinierte Leistungskenngröße.....	51
Anhang C (informativ) Beispielberechnungen	53
C.1 Allgemeines	53
C.2 Arbeitsbeispiel — Laborprüfungen	53
C.2.1 Bias, Wiederholpräzision, Linearität und LOQ.....	53
C.2.2 Einflussbedingungen.....	55
C.2.3 Berechnung der kombinierten Leistungskenngröße	58
C.3 Arbeitsbeispiel - Feldprüfungen	58
Anhang D (informativ) Unsicherheit der Referenzmenge und Abweichungsberechnungen.....	62
Anhang E (informativ) Beispielformular für einen Bericht.....	64
Literaturhinweise.....	68

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17075:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Diese Europäische Norm legt die allgemeinen Anforderungen und Prüfverfahren zur Verifizierung der Leistung von Messgeräten (MDs, en: measuring devices) fest, die zur Gewässerüberwachung verwendet werden, einschließlich Trinkwasser, Abwasser und natürliche Gewässer. Sie deckt tragbare Messgeräte (PMDs, en: portable measuring devices) und ortsfeste Messgeräte (FMDs, en: fixed position measuring devices) ab. Diese Geräte umfassen: Sensoren, Instrumente mit einem und mehreren Messparametern, diskrete und Batch-Analysatoren, Messfühler und Sonden. Sie beschäftigt sich nicht mit chemischen Test-Kits. Für die Zwecke dieser Norm wird das Akronym MD(s) verwendet, außer an Stellen, an denen der bestimmte Typ (z. B. PMDs, FMDs) oder ein Bauteil einer MD (z. B. Sensor) angegeben werden muss.

Diese Europäische Norm ist mit EN 16479 verbunden, die automatisierte Probenahmegeräte (Probennehmer) für Wasser und Abwasser abdeckt.

Die allgemeinen Anforderungen umfassen bestimmte Merkmale, die für den Gebrauch des Gerätes und zur Information des Anwenders notwendig sind und in den zugehörigen Dokumenten enthalten sein müssen.

Die Prüfverfahren umfassen unter Labor- und Feldbedingungen durchgeführte Prüfungen. Sie wurden entwickelt, um auf systematische und konsistente Art die Fähigkeit der MDs, nämlich zuverlässige Messungen vorzunehmen, zu bestimmen. Die Prüfung legt ihren Schwerpunkt auf wichtigsten Leistungskenngrößen. Statistische Verfahren für die Auswertung der Prüfdaten sind definiert.

Der Bereich an Messungen, über dem die Prüfverfahren angewandt werden, der sogenannte Prüfbereich, ist nicht spezifiziert. Der MD-Hersteller bestimmt den Prüfbereich. Auf gleiche Weise entscheidet der MD-Hersteller über den vorgesehenen Verwendungszweck (Applikation bzw. Anwendung), die das Design des Feldversuchs bestimmt.

Geräte zum Wassermanitoring werden häufig für die Überwachung der Übereinstimmung mit nationalen und europäischen Verordnungen verwendet. Diese Europäische Norm unterstützt die Anforderungen der folgenden EU-Richtlinien:

- Industrieemissionsrichtlinie (2010/75/EU) [1];
- Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) [2];
- Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (2008/56/EG) [3];
- Technische Spezifikationen für chemische Analysen und das Monitoring des Wasserstatus (2009/90/EG) [4].

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt allgemeine Anforderungen und Leistungsprüfungsverfahren für tragbare und fest installierte Messgeräte (MDs) fest, die in einer Inline oder Online Betriebsposition verwendet werden, um physikalische und chemische Bestimmungsgrößen im Wasser zu messen. Sie deckt keine Atline-Geräte wie chemische Test-Kits und Offline Geräte wie Labor-Analysegeräte ab.

Die allgemeinen Anforderungen umfassen bestimmte Merkmale, die für den Gebrauch des Gerätes und zur Information des Anwenders notwendig sind und in den zugehörigen Dokumenten enthalten sein müssen.

Die Prüfverfahren legen einheitliche Verfahren fest, die beim Bestimmen von wichtigen Leistungskenngrößen von MDs verwendet werden. Die Leistungsprüfungen umfassen unter Labor- und Feldbedingungen durchgeführte Prüfungen.

Statistische Verfahren für die Auswertung der Prüfdaten sind definiert. Es wird anerkannt, dass bestimmte Prüfverfahren für einige Geräte nicht gelten.

Beispielwerte für Leistungskenngrößen für eine Auswahl an MDs zum Monitoring von Abläufen von Abwasser und Vorflutern sind als Hilfestellung in Anhang A angegeben.

Diese Europäische Norm fordert von den Herstellern einer MD die Bereitstellung von mehr technischen Daten zur Verifizierung als die EN ISO 15839:2006 [5]. Deshalb ist die EN ISO 15839 eine bessere Hilfestellung für Hersteller, die ein neues Gerät charakterisieren möchten, während diese Europäische Norm ihren Schwerpunkt eher auf die Anwenderanforderungen für die Verifizierung der Herstellerangaben legt.

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).

EN ISO 5814:2012, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung des gelösten Sauerstoffs — Elektrochemisches Verfahren (ISO 5814:2012)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Messgerät

Messeinrichtung

MD

(en: measuring device)

Gerät, verwendet entweder im Inline- oder Online-Betrieb, das kontinuierlich (oder mit einer bestimmten Frequenz) ein Ausgangssignal liefert, das proportional zum Wert eines oder mehrerer Determinanden in Wasser ist, in dem gemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Gerät kann tragbar oder fest installiert sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „externe Messeinrichtung“ wird oft für eine MD in einer Online Position verwendet.

[QUELLE: EN ISO 15839:2006, 3.26, modifiziert]

3.2

tragbare Messeinrichtung

PMD

(en: portable measuring device)

Messeinrichtung, die von einem Messpunkt zum anderen bewegt werden kann und in einer Inline oder Online Betriebsposition verwendet wird

3.3

fest installierte Messeinrichtung

FMD

(en: fixed measuring device)

Messeinrichtung, die fest installiert werden kann und in einer Inline oder Online Betriebsposition verwendet wird

3.4

Sensor

elektronische Einrichtung, die einen physikalischen Zustand oder chemische Verbindung erkennt und ein elektrisches Signal proportional zur beobachteten Kenngröße liefert

[QUELLE: ISO/IEC 19762:2016, 06.02.08]

3.5

Inline-Messgerät

System automatischer Messungen, bei dem sich mindestens der Sensor im Wasserkörper befindet

[QUELLE: ISO 6107-2:2006]

3.6

Online-Messgerät

System automatischer Analysen, bei dem die Probe mit einer Sonde dem Wasserkörper entnommen und in geeigneter Weise der Analyseneinheit zugeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Manchmal als extraktive Messeinrichtung bezeichnet.

[QUELLE: ISO 6107-2:2006+A1:2012, 71]

3.7

prozentuale Abweichung

Abweichung der Messung als Prozentsatz des Bezugswerts

Anmerkung 1 zum Begriff: Die prozentuale Abweichung wird nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$x_j = \frac{\text{Messwert} - \text{Referenzwert}}{\text{Referenzwert}} \times 100 \quad (1)$$

3.8

Bias der Messung

Schätzwert einer systematischen Messabweichung

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.18]

3.9

Wiederholpräzision

Messpräzision bei einer Menge von Wiederholbedingungen von Messungen

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm die Fähigkeit einer MD, sehr ähnliche Anzeigen für wiederholte Applikationen derselben Bestimmungsgröße unter denselben Messbedingungen bereitzustellen.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99, 2.21]

3.10

Bestimmungsgrenze

Quantifizierungsgrenze

LOQ

(en: limit of quantification)

Vielfaches der Nachweisgrenze, z. B. das 2- oder 3-Fache der Nachweisgrenze, bei einer Konzentration des Determinanden, die mit einer akzeptierbaren Genauigkeit und Sicherheit bestimmt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bestimmungsgrenze kann mit Hilfe einer geeigneten Norm oder Probe berechnet werden und kann aus dem niedrigsten Kalibrierpunkt der Kalibrierkurve (außer dem Blindwert) erlangt werden. Siehe ISO 6879 [11].

[QUELLE: ISO 6107-2:2006+A1:2012, 61]

3.11

Linearität

enge, lineare mathematische Beziehung zwischen dem (gemittelten) Ergebnis der Messung (Signal) und der Menge (Konzentration) des zu bestimmenden Analyten

[QUELLE: EN ISO 11885:2007, 3.9, modifiziert]

3.12

Drift

langsame Änderung der Ausgangsgröße eines Messsystems bei konstanten Eingangsgrößen

[QUELLE: ISO 15796:2005, 2.8]

3.13

Ansprechzeit (t₉₀)

Zeitspanne, die vom Zeitpunkt der Beanspruchung des Online-Sensors durch eine sprunghaften Änderung des Determinandenwertes bis zu dem Zeitpunkt vergeht, an dem die Ablesungen die Grenzwerte eines Bereichs über- bzw. unterschreiten (und darin bleiben), der durch 90 % und 110 % der Differenz zwischen dem Anfangswert und dem Endwert der sprunghaften Änderung begrenzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Laborprüfungen wird die Ansprechzeit der Messeinrichtung gemessen.

[QUELLE: EN ISO 15839:2006, 3.3, modifiziert]

3.14

Leistungskenngröße

Datensatz, der die Leistungsfähigkeit eines Online-Sensors/Analysengerätes und der Messkette liefert

[QUELLE: EN ISO 15839:2006, 3.27]

3.15

Messunsicherheit

Unsicherheit

nicht negativer Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die der Messgröße auf der Grundlage der benutzten Information beigeordnet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Parameter kann beispielsweise sein: eine Standardabweichung, genannt Standardmessunsicherheit (oder ein vorgegebenes Vielfaches davon), oder die halbe Spannweite eines Intervalls mit einer angegebenen Überdeckungswahrscheinlichkeit.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Allgemeinen wird für eine Menge an Information davon ausgegangen, dass die Messunsicherheit einem angegebenen Größenwert beigeordnet ist, der der Messgröße zugewiesen ist. Eine Änderung dieses Größenwerts führt zu einer Änderung der beigeordneten Unsicherheit.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Messunsicherheit schließt Komponenten ein, die sich aus systematischen Effekten ergeben wie Komponenten, die mit Korrekturen und den zugewiesenen Größenwerten von Normalen zusammenhängen, sowie die Eigenunsicherheit. Manchmal werden geschätzte systematische Effekte nicht korrigiert, sondern es werden stattdessen beigeordnete Messunsicherheitsbeiträge berücksichtigt.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Messunsicherheit umfasst im Allgemeinen viele Komponenten. Einige davon können mit Hilfe der Ermittlungsmethode A der Messunsicherheit aus der statistischen Verteilung der Größenwerte aus Messreihen ermittelt und durch Standardabweichungen charakterisiert werden. Die anderen Komponenten, die nach der Ermittlungsmethode B der Messunsicherheit ermittelt werden können, können ebenfalls durch Standardabweichungen charakterisiert werden, ermittelt aus Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen auf der Grundlage von Erfahrungen oder anderer Information.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.26]

3.16

kombinierte Leistungskenngröße

Kombination aus individuellen Leistungskenngrößen, ausgedrückt als erweiterte Messunsicherheit (mit einem Erweiterungsfaktor von 2)

3.17

Standardmessunsicherheit

Standardunsicherheit

Messunsicherheit ausgedrückt als eine Standardabweichung

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.30]

3.18

erweiterte Messunsicherheit

erweiterte Unsicherheit

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Erweiterte Messunsicherheit wird in Abschnitt 5 als Gesamtmessunsicherheit bezeichnet nach Recommendation INC-1 (1980) (siehe GUM) und einfach „Unsicherheit“ in IEC-Dokumenten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Faktor hängt von der Art der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ausgangsgröße des Modells der Messung ab sowie von der gewählten Überdeckungswahrscheinlichkeit.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Benennung „Faktor“ in dieser Definition bezieht sich auf Erweiterungsfaktor.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.35]

3.19

Messabweichung

Abweichung

Messabweichung

Messwert minus einem Referenzwert

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Messabweichung“ kann verwendet werden,

- a) wenn es nur einen einzigen Referenzwert gibt, auf den man sich beziehen kann, was zutrifft, wenn eine Kalibrierung mit einem Normal mit einem Messwert mit vernachlässigbarer Messunsicherheit durchgeführt wird, oder wenn ein vereinbarter Wert vorliegt, in welchem Fall die Messabweichung bekannt ist, oder
- b) wenn angenommen wird, dass eine Messgröße durch einen einzigen wahren Wert oder eine Menge von wahren Werten von vernachlässigbarer Spannweite dargestellt wird, in welchem Fall die Messabweichung nicht bekannt ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Messabweichung sollte nicht mit Fehler verwechselt werden.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.16]

3.20

Prüfbereich

Bereich an Messungen, über dem die MD geprüft wird

3.21

Ergebnis

Ablesung oder ein digitales, analoges oder drahtloses elektrisches Signal, das von einer MD als Antwort auf eine Bestimmungsgröße erzeugt wird

3.22

Bemessungsbetriebsbedingung

Betriebsbedingung, die während einer Messung erfüllt sein muss, damit ein Messgerät oder Messsystem bestimmungsgemäß funktioniert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungsbetriebsbedingungen spezifizieren im Allgemeinen die Bereiche der Werte für eine Messgröße sowie für eventuelle Einflussgrößen.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.9]

3.23

Störstoffkomponente

Bestandteil der Probe, jedoch nicht der Determinand, der ein Analysensignal beeinflusst

[QUELLE: EN ISO 15839:2006, 3.16, modifiziert]

3.24

Justierung eines Messsystems

Justierung

Menge von Tätigkeiten, die an einem Messsystem ausgeführt werden, sodass dieses festgelegte Anzeigen liefert, die Werten einer zu messenden Größe entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu den Justierungsarten eines Messsystems gehören Nullpunktjustierung eines Messsystems, Offset-Justierung und Kennwertjustierung (manchmal auch Verstärkungsjustierung genannt).

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach der Justierung eines Messsystems muss das Messsystem für gewöhnlich neu kalibriert werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Justierung eines Messsystems sollte nicht mit Kalibrierung verwechselt werden, die eine Voraussetzung für Justierung ist.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 3.11]

3.25

Referenzverfahren

Verfahren, Materialien oder Geräte, die zum Erlangen des Bestimmungsgrößenwerts des Prüfwassers verwendet werden, mit dem die Messwerte der geprüften MD verglichen werden können

3.26

Determinand

Bestimmungsgröße

Eigenschaft/Substanz, die gemessen werden soll und deren Größe/Gehalt mit Hilfe einer Kalibrierlösung wiedergegeben wird

[QUELLE: EN ISO 15839:2006, 3.13, modifiziert]

3.27

Referenzbetriebsbedingung

Betriebsbedingung, die vorgeschrieben ist, um die Leistungsfähigkeit eines Messgeräts oder Messsystems zu bewerten oder um Messergebnisse zu vergleichen

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.11]

3.28

Durchflusszelle

Gehäuse, in dem ein Sensor untergebracht und durch welches das Prüfwasser geleitet werden kann

3.29

ausfallfreie Zeit

Fraktion der Gesamtzeit, in der die verwendbaren Messdaten aus der MD verfügbar sind

3.30

Aufwärmzeit

Intervall zwischen dem Einschalten des Messkreises und dem Moment, in dem die PMD einen stabilen Wert beim Messen einer stabilen Lösung ausgibt

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

b	Bias
t_{90}	Ansprechzeit
X_L	Abweichung aufgrund von Schwankungen der Linearität
S_r	Wiederholpräzision
X_{IN}	Abweichung aufgrund von Schwankungen der Störstoffkomponenten
X_{SC}	Abweichung aufgrund inkorrektter Salinitätskompensation
X_{LX}	Abweichung aufgrund von Schwankungen beim Lichteinfall
X_T	Abweichung aufgrund von Schwankungen der Umgebungstemperatur
X_{RH}	Abweichung aufgrund von Schwankungen der relativen Feuchtigkeit
X_{ST}	Abweichung aufgrund von Schwankungen der Probertemperatur
X_{SQ}	Abweichung aufgrund von Schwankungen des Probendurchflusses
X_{SP}	Abweichung aufgrund von Schwankungen des Probendrucks
X_O	Abweichung aufgrund von Schwankungen der Ausgangsimpedanz
X_V	Abweichung aufgrund von Schwankungen der Versorgungsspannung
X_D	Abweichung aufgrund von Schwankungen der Drifts
W_D	Aufwärm drift
U_C	Kombinierte Leistungsanforderungen

5 Grundlage des Verfahrens

Die allgemeinen Anforderungen beruhen auf Erfahrungen hinsichtlich der Bedürfnisse der Anwender beim Betrieb einer MD in Online oder Inline Messpositionen für verschiedene Anwendungen.

Die Leistungskenngrößen sind Parameter, welche die Fähigkeit einer MD identifizieren, zuverlässige Messwerte bereitzustellen. Sie werden als Messunsicherheit bestimmt und als prozentuale Abweichung ausgedrückt (siehe 3.7), mit Ausnahme von Bias und Wiederholpräzision, die als relative Werte in Prozent angegeben werden. Bei Messungen mit niedriger Konzentration, bei denen sich der Messwert Null annähert, wird der Wert der prozentualen Abweichung unanwendbar. Bei niedrigen Konzentrationen sollte die Unsicherheit als Absolutwert ausgedrückt werden. Die Tabellen in Anhang A führen Beispielwerte auf, die für das Monitoring von Abwasser-Abläufen und Vorflutern relevant sind.

Die Messzuverlässigkeit umfasst:

- das Bias der Messung, die LOQ, die Linearität, den Drift, die Wiederholpräzision und die Ansprechzeit der MD;
- Betriebseinflüsse aufgrund der Schwankungen der Versorgungsspannung, der Ausgangsimpedanz, der Proben temperatur, des Probendurchflusses und des Probendrucks;
- Umgebungseinflüsse aufgrund der Schwankungen der Umgebungstemperatur, der relativen Feuchtigkeit, der Störstoffkomponenten und des Lichteinfalls.

Die Gesamtmesszuverlässigkeit einer MD wird erfasst, indem die individuellen Leistungskenngrößen in Form einer kombinierten Leistungskenngröße zusammengebracht werden, die als Messunsicherheit ausgedrückt wird.

Die Laborleistungsprüfungen wurden entwickelt, um auf systematische und konsistente Weise die Werte für die spezifizierten Leistungskenngrößen zu bestimmen. Laborprüfungen werden verwendet, um jede Leistungskenngröße der Reihe nach in einer hochgradig kontrollierten Umgebung festzulegen.

Es werden statistische Verfahren für die Auswertung der Laborprüfdaten definiert, um die Messunsicherheiten der individuellen Leistungskenngröße u und die kombinierte Messunsicherheit der Leistungskenngröße U_C zu produzieren. Sie beruhen auf dem ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). Das Verfahren zum Berechnen der kombinierten Messunsicherheit der Leistungskenngröße umfasst die Umrechnung der individuellen Unsicherheiten der Leistungskenngröße in Standardunsicherheiten. Dies berücksichtigt die wahrscheinliche Fehlerverteilung. Im GUM werden Standardunsicherheiten mit Hilfe einer Quadratwurzelsumme kombiniert, wobei die Beteiligung jedes einzelnen Bauteils durch die Verwendung der Empfindlichkeits-Koeffizienten berücksichtigt wird. Um die Empfindlichkeits-Koeffizienten zu bestimmen, ist es notwendig, die analytischen Funktionen zu kennen, durch die jedes Bauteil zum Gesamtbias beiträgt. Im Fall einer MD-Prüfung ist dieser nur selten bekannt. Deshalb wird für die Empfindlichkeits-Koeffizienten für die Zwecke dieser Norm ein Wert von 1 angenommen.

Die kombinierte Leistungskenngröße U_C wird als erweiterte Unsicherheit ausgedrückt. Die erweiterte Unsicherheit (U) ergibt sich durch das Multiplizieren der Standardunsicherheit mit einem Erweiterungsfaktor. Der Erweiterungsfaktor wird durch das Vertrauensniveau bestimmt. Diese Norm nutzt ein Vertrauen von 95 % mit einem Erweiterungsfaktor, von dem angenommen wird, dass er 2 beträgt.

Die Feldprüfung wird durchgeführt, um zu zeigen, dass die Leistung der MD unter repräsentativen Betriebsbedingungen aufrechterhalten wird. Die FMD-Feldprüfung wird bei einer Applikation durchgeführt, die den vorgesehenen Verwendungszweck der FMD repräsentiert. Die PMD-Feldprüfung beinhaltet die wiederholte Verwendung der PMD bei mehreren Applikationen, die den vorgesehenen Verwendungszweck der PMD repräsentieren. Ein Feldversuch kann ein dedizierter Versuch oder Teil eines Abnahmeprüfung sein oder im Falle einer FMD auf einem Gerät durchgeführt werden, das bereits installiert wurde und betrieben

wird. Die Feldleistungsprüfungen wurden entwickelt, um die Messabweichungen der MDs, die Abweichungen der Ansprechzeit, die Wartungsanforderungen, die ausfallfreie Zeit und den Verlust der Empfindlichkeit festzulegen. Die Ansprechzeit und der Verlust der Empfindlichkeit sind Indikatoren für die Leistungsfähigkeit einer MD unter echten Bedingungen.

Während der Feldprüfung wird die Messabweichungsprüfung anhand des Vergleichs mit einem Referenzverfahren durchgeführt. Statistische Verfahren für die Auswertung der Prüfdaten der Messabweichung sind definiert. Für jedes Messpaar wird die Differenz zwischen dem Bezugswert und dem Messwert der MD als prozentuale (%) Abweichung berechnet (außer der pH-Wert und die Temperatur, für die Absolutwerte gelten). Der Wert der Messabweichung gemäß des 90. Perzentils wird berechnet.

6 Allgemeine Anforderungen

6.1 Anforderungen für MDs

Eine MD muss über Folgendes verfügen:

- a) eine eindeutige Bezeichnung, die sie unmissverständlich identifiziert (z. B. Modell, Seriennummer);
- b) ein Mittel zum Schutz vor unbeabsichtigtem oder unbefugtem Zugang zu Kontrollfunktionen;
- c) ein Ausgangssignal und/oder eine Anzeige;

Die Messeinheiten sollten für die gemessene Bestimmungsgröße geeignet sein und keinen Bezug auf ein Messprotokoll, eine Tabelle oder einen Sichtvergleich erfordern.

- d) ein Mittel zur Anzeige und/oder Kommunikation ihres Betriebsstatus, beispielsweise Standby, Wartungsmodus oder Fehlfunktion;
- e) bei FMDs ein Mittel zur Kommunikation der Fehlerzustände an ein externes System;
- f) bei MDs, die über eine externe Stromversorgung betrieben werden, ein Mittel zur Anzeige des Verlusts der Stromversorgung (z. B. ein Relais, das schlagartig öffnet);
- g) ein Verfahren zur Anzeige, wann die Versorgungsspannung unterhalb der Normalbetriebsgrenze liegt (gilt nur für eine batteriebetriebene MD);
- h) ein Mittel zur Speicherung aller voreingestellten Daten, einschließlich der Kalibrierung und Alarmsollwerte und Anpassungen nach der Trennung der Stromversorgung für einen Mindestzeitraum von 30 Tagen für FMDs und 1 Stunde für PMDs;
- i) bei PMDs ein Mittel zur Kalibrierung im Feld oder, wenn dies unpraktisch ist, Funktionalitätsprüfungen, die im Feld durchgeführt werden können, um den korrekten Betrieb zu verifizieren;
- j) bei PMDs eine eigenständige Stromversorgung, die aus Primärzellen, wiederaufladbaren Zellen oder einer anderen Stromquelle besteht, welche die nötige Leistung unter sämtlichen Betriebsbedingungen bereitstellen kann. Es darf eine sekundäre Netzstromquelle zum Wiederaufladen und/oder Betreiben der PMD verwendet werden, beispielsweise in einem Prüfinstitut;
- k) ein Mittel zur Unterstützung der Sensoreinheit bei MDs, die einen entfernten Sensor nutzen (soll in einen Wasserlauf, einen Schachtring oder einen Tank usw. abgesenkt werden).

6.2 Anforderungen an Begleitdokumente für MDs

Eine MD muss über Begleitdokumente verfügen, die folgende Informationen enthalten:

- a) eine Aussage über die vorgesehene Verwendung (Applikation) der MD;
- b) Betriebsanleitungen, welche die volle Funktionalität und den Messgrundsatz der MD abdecken;
- c) eine Aussage über die Bestimmungsgrenze, wo diese für den Messgrundsatz relevant ist, das Verfahren, durch das sie bestimmt wurde und den relevanten Messbereich für die MD;

ANMERKUNG 1 Das gewünschte Verfahren zur Bestimmung der LOQ ist unter 9.3.2 dieser Europäischen Norm festgelegt, ist aber eventuell nicht auf alle MDs anwendbar (z. B. pH).

- d) eine Aussage über die Lagerlebensdauer der eingeplanten Ersatzverbrauchsmaterialien und Reagenzien;
- e) Bestimmung besonderer Bedingungen (einschließlich Hinweisen vom Lieferanten), die für die Lagerung von Ersatzverbrauchsmaterialien und Reagenzien notwendig sind;
- f) eine Aussage über die Einbaubedingungen, einschließlich Anforderungen für die Vorbehandlung der Proben (z. B. Filtration);
- g) eine Aussage über die Nennbetriebsbedingungen für die Stromversorgung und/oder Batterie;
- h) eine Aussage über die Nennbetriebsbedingungen für Signallastimpedanz auf analogen Ausgängen;
- i) eine Aussage über die Nennbetriebsbedingungen für Probendurchflüsse, Temperatur und Druck, wie jeweils angemessen;
- j) eine Aussage über die Nennbetriebsbedingungen für die Umgebungstemperatur und die relative Feuchtigkeit;

ANMERKUNG 2 Hilfestellung für die Umgebungstemperatur und relative Feuchtigkeit nach Anwendergruppe, denen MDs wahrscheinlich ausgesetzt sind, werden in EN 60746-1:2003 [14] gegeben.

ANMERKUNG 3 Der Einfluss der Umgebungstemperatur und der relativen Feuchtigkeit auf die Leistung einer MD wird über die Nennbetriebsbedingungen der Umgebung geprüft (9.3.4).

- k) eine Aussage über bekannte chemische, biologische und physikalische Interferenzen für das Messverfahren und die Höchstmengen, bei denen die Interferenzen für die vorgesehenen Applikationen akzeptabel sind;

Die Kenntnis der Störungen sollte aus dem Verständnis des Betriebsgrundsatzes, der Prüfung und der praktischen Applikationen der MDs erlangt werden.

- l) bei FMDs Empfehlungen hinsichtlich der Wartung, um sicherzustellen, dass ein kontinuierlicher Betrieb stattfinden kann;

ANMERKUNG 4 Automatisierte Routinen für die Reinigung, Wartung, Anpassung oder Neukalibrierung können genutzt werden, um die Leistung zwischen manuellen Interventionen aufrechtzuerhalten. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, sicherzustellen, dass ein geeignetes Regime für eine ortsspezifische Applikation eingeführt wird.

- m) eine Aussage über die Schutzart (IP);

ANMERKUNG 5 Hilfestellung zur Schutzart ist in EN 60529 [15] gegeben.

- n) bei PMDs eine Aussage über den typischen Zeitraum, über den sie ohne Wartung mit geeigneter Handhabung, Lagerung und Nutzung betrieben werden können.

7 Leistungskenngrößen

7.1 Durch Laborprüfungen festgelegte Leistungskenngrößen

Die relevanten Kenngrößen werden als Bias (b), Änderung der Abweichung (X) oder erweiterte Unsicherheit (U) ausgedrückt, wie in Tabelle 1 gezeigt. Anhang B beschreibt detailliert, wie die Werte für jede Kenngröße berechnet werden. Anhang C bietet Beispielberechnungen.

Tabelle 1 — Zusammenfassung der durch Laborprüfungen festgelegten Leistungskenngrößen

Eigenschaften	Symbol	Angabe der Kenngröße	Prüfung
Ansprechzeit	t_{90}	in protokollierten Prüfungen erzielte Werte	9.3.1
Bias	b	an jedem Prüfpunkt gemessenes Bias	9.3.2
Linearität	X_L	Höchstabweichung von einer geraden Linie, die den Messwerten über den Prüfbereich angepasst wurde	9.3.2
Wiederholpräzision	S_r	Standardabweichung an jedem Prüfpunkt der Messwerte	9.3.2
Störstoffkomponenten	X_{IN}	zu protokollierender Wert für jede individuelle Leistungskenngröße	9.3.3.1
Salinitätskompensation für MDs mit gelöstem Sauerstoff	X_{SC}		9.3.3.2
Lichteinfall	X_{LX}		9.3.3.3
Umgebungstemperatur	X_T		9.3.4
Relative Feuchte	X_{RH}		9.3.4
Probentemperatur	X_{ST}		9.3.5
Probendurchfluss	X_{SQ}		9.3.6
Probendruck	X_{SP}		9.3.7
Ausgangsimpedanz	X_O		9.3.8
Versorgungsspannung	X_V		9.3.9
7-Tage-Drift (nur FMD)	X_D	höchste beobachtete Änderung der Abweichungen während der Driftprüfung	9.3.10
Kombinierte Leistung	U_C	erweiterte Unsicherheit (2× kombinierte Unsicherheit), die durch die Kombination individueller Leistungskenngrößen in Übereinstimmung mit den statistischen Verfahren in Anhang B erreicht wird	
Leistungsverlust (nur FMD)		Änderungen der Werte der voreingestellten Daten, Kalibrierdaten oder Alarmsollwerte nach einem Leistungsverlust	9.3.11
Aufwärm driftprüfung (nur PMD)	W_D	benötigte Zeit für die Stabilisierung des protokollierten Ausgangssignals	9.3.12

Eine MD muss mithilfe von Referenzverfahren, Geräten oder Werkstoffen geprüft werden, um sämtliche in Tabelle 1 aufgeführte Leistungskenngrößen zu bestimmen, die für die bestimmte MD geeignet sind. Die Werte für die Leistungskenngrößen sollten als Prozentsatz des Messwerts ausgedrückt werden, mit Ausnahme der MDs, die den pH-Wert messen, der in pH-Einheiten angegeben werden sollte, und MDs, welche die Temperatur messen, die in °C angegeben werden sollte.

Je kleiner der Wert der Bestimmungsgröße wird, desto schwieriger wird es, das Bias der Messung zu bestimmen, das auf bedeutsame Weise als Prozentsatz des Messwerts angegeben wird. Dies wird von den Begrenzungen der Auflösung oder Genauigkeit der Referenzverfahren verursacht.

7.2 Durch Feldprüfungen festgelegte Leistungskenngrößen

Tabelle 2 bietet eine Zusammenfassung der Leistungskenngrößen, die durch die in 10 festgelegten Feldprüfungen festgelegt werden.

Tabelle 2 — Zusammenfassung der durch Feldprüfungen festgelegten Leistungskenngrößen

Leistungskenngröße	Angabe der Leistungskenngrößen	Prüfung
Prüfzeitraum	FMDs – Typischerweise zwischen 1 und 3 Monaten an aufgezeichneten Daten, die einen kontinuierlichen Betrieb aufzeigen PMDs - Mindestens 120 Messungen, die typischerweise über einen Zeitraum zwischen 1 und 3 Monaten vorgenommen wurden.	10.2
Abweichung (X)	Ein Mindestwert von 24 Messungen mit gleichzeitiger Referenzmessung.	10.3
Änderung der Ansprechzeit	Gemessen am Start und Ende des Versuchs.	10.4
Schwankung der Empfindlichkeit	Gemessen am Start und Ende des Versuchs.	10.5
Wartung	Protokolliert, wie in 10.5 angegeben	10.6
Ausfallfreie Zeit (V)	FMDs — wie in 10.6 berechnet PMDs — nicht anwendbar.	10.7

8 Leistungsprüfung

8.1 Qualitätsanforderungen für die Prüfung

Die MD-Prüfung muss in Übereinstimmung mit bewährten Qualitätsmanagementsystemverfahren durchgeführt werden. Wenn die Prüfergebnisse weitläufig akzeptabel sein sollen, sollte die Prüfung in Übereinstimmung mit EN ISO/IEC 17025 [16] oder anderen gleichwertigen Normen durchgeführt werden.

Das Referenzverfahren, das für die Prüfung der MD verwendet wird, muss ein geeignetes europäisches, internationales oder nationales Verfahren sein.

Bei der Auswahl eines Referenzverfahrens sollten die physikalische und chemische Zustände der zu messenden Bestimmungsgröße berücksichtigt werden, da verschiedene Zustände effektiv anhand verschiedener Verfahren gemessen werden können. Die folgenden Überlegungen sollten berücksichtigt werden:

- „gelöst“ wird durch Referenzverfahren als sämtliche Mittel definiert, die durch einen Membranfilter von 0,45 µm passieren;

- es können physikalisch Zustände auftreten, die zur Trennung der Substanzen zwischen Feststoffen, Kolloiden, Oberflächen und gelösten Phasen führen, sowie chemische Zustände, die zu freien Ionen, Komplexen mit anorganischen und organischen Liganden, verschiedenen Oxidationszuständen usw. führen. Die IUPAC-Empfehlungen bieten weitere Informationen [17];
- einige Bestimmungsgrößen sind empirisch (z. B. Trübung, chemischer Sauerstoffbedarf), was bedeutet, dass die Ergebnisse vom Analyseverfahren abhängen. Die für Referenzzwecke zu verwendenden Analyseverfahren müssen protokolliert werden.

Die Referenzlösungen müssen in Übereinstimmung mit bewährten Laborverfahren vorbereitet werden. Die wahrscheinliche Stabilität der Referenzlösungen während des Ablaufs der Leistungsprüfungen nach Abschnitt 9 muss berücksichtigt werden. Die Instabilität könnte durch die Art der Bestimmungsgröße (z. B. DO), die Dauer der Prüfung (z. B. siehe 9.3.4), Änderungen der Temperatur (z. B. siehe 9.3.5) und Änderungen des Drucks (siehe 9.3.7) verursacht werden. Die Konzentration der Bestimmungsgröße in der Referenzlösung sollte unabhängig zu Beginn jedes Prüfverfahrens durchgeführt werden und wo die obigen Überlegungen gelten, sollten weitere unabhängige Messungen durchgeführt werden, beispielsweise vor jedem Prüfablauf.

Die Verwendung simulierter Eingänge oder sekundärer Normen sollte aufgezeichnet und im Prüfbericht gerechtfertigt werden.

Die Unsicherheit des Referenzverfahrens muss in der Berechnung der Ergebnisse für alle Prüfungen enthalten sein, mit Ausnahme derer, bei denen die Unsicherheit des Referenzverfahrens nicht mehr als 1/5 des Werts der zu bestimmenden Leistungskenngröße ausmacht. Weitere Informationen werden in Anhang D gegeben.

Es können weniger als die durch eine individuelle Prüfung erforderlichen Messungen durchgeführt werden, wenn dies gerechtfertigt werden kann (z. B. wo ein Muster der niedrigen Variabilität durch eine statistische Analyse unterstützt wird). Wird dieser Ansatz übernommen, sollte er aufgezeichnet und im Prüfbericht gerechtfertigt werden.

8.2 Allgemeine Anforderungen für die Prüfung

Alle für den Betrieb der MD erforderlichen Reagenzien müssen nach den Spezifikationen des Herstellers der MD vorbereitet und gelagert werden. Wenn möglich sollten die Reagenzien derselben Charge des Herstellers während des gesamten Prüfzeitraums verwendet werden. Ist dies nicht möglich, dann sollte die Ausgabe der MD direkt vor und nach dem Wechsel der Reagenzien notiert werden, um mögliche Effekte der Reagenzien auszuschließen.

Die Prüfverfahren des Prüfinstituts müssen in Übereinstimmung mit dem folgenden allgemeinen Verfahren durchgeführt werden.

Vor jeder Prüfung muss die MD nach den Angaben des Herstellers aufgestellt, kalibriert und eingestellt werden.

Die MD sollte nicht während des Verlaufs der Prüfung angepasst werden.

Selbstreinigungsmechanismen oder andere automatische Wartungsfunktionen müssen während jeglicher Laborprüfungen deaktiviert werden, außer sie sind Teil jedes Messzyklus oder das Prüfverfahren erfordert die Durchführung einer Reinigung oder Wartung (z. B. 9.3.4 und 9.3.10).

ANMERKUNG 1 Einige Geräte umfassen eine Art Reinigung oder Schwallspülung als Teil ihres normalen Messzyklus. Beispielsweise TOC-Messgeräte, die eine Hochtemperatur-Verbrennungsmethode nutzen. Bei Tauch- oder Immersionssensoren muss der Sensor während sämtlichen Prüfungen, die mehr als eine Referenzlösung verwenden, wie folgt behandelt werden:

- Schritt 1: Den Sensor vor der Prüfung mit sauberem Wasser abspülen (z. B. Wasser, das keine Bestimmungsgröße oder mögliche Interferenzen enthält), dann mit dem nächsten Wert der Referenzlösung spülen und schließlich in eine frische Referenzlösung desselben Werts tauchen.

- Schritt 2: Den Sensor mit dem nächsten Wert der Referenzlösung spülen und dann in frische Referenzlösung desselben Werts tauchen.
- Schritt 2 so oft wie nötig wiederholen.
- Wenn anwendbar müssen in jedem Fall unter kontinuierlichem Rühren der Lösungen Messungen vorgenommen werden. Die Rührgeschwindigkeiten sollten angepasst werden, um die Erzeugung von Luftblasen zu verhindern und im Falle von Trübungsgeräten der Möglichkeit der Änderungen der Teilchengrößenverteilung in der Probe vorzubeugen.

Um die Auswirkungen der Einflussgrößen auf MDs zu messen, ist es notwendig, sicherzustellen, dass der gesamte Messzyklus mit den in der Prüfung festgelegten Werten für die Einflussgrößen durchgeführt wird. Wird dadurch während eines Messzyklus eine Änderung einer Einflussgröße bewirkt, sollte das Ergebnis dieses Zyklus verworfen und das Ergebnis des nächsten Zyklus muss verwendet werden, wobei die Einflussgröße für die gesamte Dauer des Zyklus konstant gehalten werden muss.

Messwertaufnahmen müssen erlaubt werden, um Änderungen der Einflussbedingungen oder des Bestimmungsgrößenwerts zu stabilisieren. Die Zeit für die Stabilisierung der Messwerte beträgt normalerweise entweder das Zwei- oder Dreifache der Ansprechzeit der MD, je nachdem, welcher Wert größer ist.

ANMERKUNG 2 Geräte, die ein Chargenverfahren nutzen, können komplett nach einem Chargenzyklus ansprechen. Wenn bei diesen Geräten, nach einer Untersuchung der Ergebnisse der Ansprechzeitprüfung (9.3.1), klar ist, dass die markante Änderung innerhalb eines Chargenzyklus abgeschlossen wurde, dann ist eine Stabilisierungszeit von einem Chargenzyklus ausreichend.

Die Daten aus den Prüfungen müssen mithilfe der in Anhang B zusammengefassten Berechnungsverfahren verarbeitet werden.

8.3 Prüfbedingungen

Tabelle 3 führt die Standardprüfpunkte an, die für jede individuelle Prüfung verwendet werden sollten.

Tabelle 3 — Prüfpunktwerte

Prüfpunkt	Bestimmungsgrößenwert
1	$(5 \pm 2,5)$ % des Prüfbereichs
2	(25 ± 5) % des Prüfbereichs
3	(50 ± 5) % des Prüfbereichs
4	(75 ± 5) % des Prüfbereichs
5	(95 ± 5) % des Prüfbereichs

In Situationen, in denen die Prüfpunkte nicht einfach erreicht werden können, dürfen alternative Prüfpunkte verwendet werden. In solchen Fällen sollten Angaben der geänderten Prüfpunkte und eine Begründung für ihre Verwendung im Prüfbericht protokolliert werden.

Die Prüfungen müssen mit allen Einflussgrößen bei ihren Referenzwerten durchgeführt werden, außer wenn spezifische Änderungen für eine Prüfung vorliegen.

Tabelle 4 enthält die Referenzbetriebsbedingungen für mögliche Einflussgrößen.

Tabelle 4 — Referenzbedingungen

Einflussgröße	Referenzwert	Toleranz
Umgebungstemperatur ^a	18 °C bis 25 °C	
Umgebungsluftfeuchte bei 20 °C	< 60 %	
Lichteinfall	Bestehende lokale Lichtstärke	—
Probentemperatur ^a	18 °C bis 25 °C	
Probendruck	MD-Nennwert	± 5 %
Probendurchfluss ^b	MD-Nennwert	± 5 %
Versorgungsspannung (AC)	230 V ^c (oder 110 V)	± 6 %
Versorgungsspannung (DC)	MD-Nennwert	± 2 %
Ausgangs impedanz	MD-Höchstnennwert	± 1 Ω
Vorhandensein bekannter Störstoffkomponenten	Unterhalb des minimal erkennbaren Werts	—
Durchlässigkeitsbeiwert für Grundwasser (pH und MD nur mit ionenselektiven Elektroden)	> 200 µS/cm	—
^a Die Stabilität der Umgebungstemperatur und Probentemperatur innerhalb des zulässigen Referenzbereichs von 18 °C bis 25 °C darf bei ± 2,5 °C nicht überschritten werden. ^b Wo ein Durchfluss für ein bestimmtes Prüfverfahren erforderlich ist, muss ein stabiler Wert innerhalb des MD-Nennbereichs verwendet werden. ^c EN 60038 [18]		

8.4 Berichte

Ergebnisse der Leistungsprüfung sollten eindeutig protokolliert werden. Der Prüfbericht sollte eine detaillierte Beschreibung der MD und eine umfassende Schilderung der Leistung der MD während der Labor- und Feldprüfungen enthalten. Ein Beispielberichtformat ist in Anhang E gegeben.

9 Laborprüfverfahren

9.1 Hinweise für die Etablierung eines Prüfplans

Nicht alle Laborprüfverfahren sind für alle MDs relevant. Vor Beginn der Prüfung sollte ein Prüfplan entwickelt werden. Tabelle 5 bietet eine Hilfestellung zur Relevanz der einzelnen Prüfverfahren für die verschiedenen MD-Typen.

Tabelle 5 — Anleitung zur Relevanz der einzelnen Prüfverfahren für die MD-Typen

Prüfverfahren	Prüfreferenznummer	MD-Typ
Verifizierung durch Inspektion	9.2	alle Typen
Ansprechzeit	9.3.1	alle Typen
Bias, Linearität, Wiederholpräzision und LOQ	9.3.2	alle Typen ^a
Substanzstörungsprüfungen	9.3.3.1	alle Typen
Salinitätskompensationsprüfungen	9.3.3.2	MDs mit gelöstem Sauerstoff
Lichteinfallprüfung	9.3.3.3	MDs, die optische Messverfahren nutzen
Umgebungstemperatur und relative Feuchtigkeit	9.3.4	alle Typen
Probentemperatur	9.3.5	alle Arten, außer Temperatur-MDs
Probendurchfluss	9.3.6	alle Typen
Probendruck	9.3.7	alle Arten, die unter Druck stehende Proben messen sollen
Ausgangsimpedanz	9.3.8	alle MDs mit analogem Stromausgang (mA)
Versorgungsspannung (netzbetrieben)	9.3.9.1	nur netzbetriebene FMDs
Versorgungsspannung (DC-betrieben)	9.3.9.2	durch externen Gleichstrom betriebene MDs
Versorgungsspannung (batteriebetrieben)	9.3.9.3	batteriebetriebene PMDs
7-Tage-Trend	9.3.10	nur FMDs
Leistungsverlust	9.3.11	nur FMDs
Aufwärm drift	9.3.12	nur PMDs und ausschließlich PMD-Chargenbetriebsgeräten
^a Das Prüfverfahren für LOQ gilt nicht für MDs, bei denen ein Messwert von Null nicht die Abwesenheit von Bestimmungsgrößen bedeutet (z. B. pH und Temperatur).		

9.2 Verifizierung durch Inspektion

Die MD muss untersucht werden, um zu verifizieren, dass die allgemeinen Anforderungen in 6.1 für die jeweilige geprüfte MD erfüllt werden.

Die Untersuchungsergebnisse müssen im Prüfbericht enthalten sein.

Die verbundene Dokumentation der MDs muss untersucht werden, um zu verifizieren, dass die allgemeinen Anforderungen in 6.2 für die jeweilige geprüfte MD erfüllt werden.

Die Untersuchungsergebnisse müssen im Prüfbericht enthalten sein.

Die MD ist nach den Angaben des Herstellers aufzustellen, zu kalibrieren und einzustellen.

Die MD muss in Übereinstimmung mit den Anweisungen des Herstellers eine Betriebsbereitschaft erreichen können, während sie mit einer Null- oder Referenzlösung mit bekanntem Wert versorgt wird. Bei freien/Gesamtchlor-FMDs sollte eine Kontaktzeit von 0,5 h genutzt werden, um die Konditionierung des Sensors zu erlauben. Die Zeit, die von der MD zur Stabilisierung benötigt wird, muss protokolliert werden.

Die MD muss untersucht werden, um zu verifizieren, dass die folgenden Parameter korrekt funktionieren, bevor die Leistungsprüfungen durchgeführt werden:

- a) die aus einem analogen oder digitalen Ausgang erhaltenen Messwerte sind dieselben, die auf jeder lokalen Anzeige der MD gezeigt werden;

ANMERKUNG Messwerte sind beispielsweise aufgrund kleiner Abweichungen zwischen Geräten, der Mittelung der Ergebnisse, verschiedener Wiederholraten oder Nummern wichtiger Zahlen nur selten identisch.

- b) die korrekte Anzeige des Betriebsstatus.

Diese Untersuchungsergebnisse müssen im Prüfbericht enthalten sein.

9.3 Leistungsprüfungen

9.3.1 Ansprechzeit

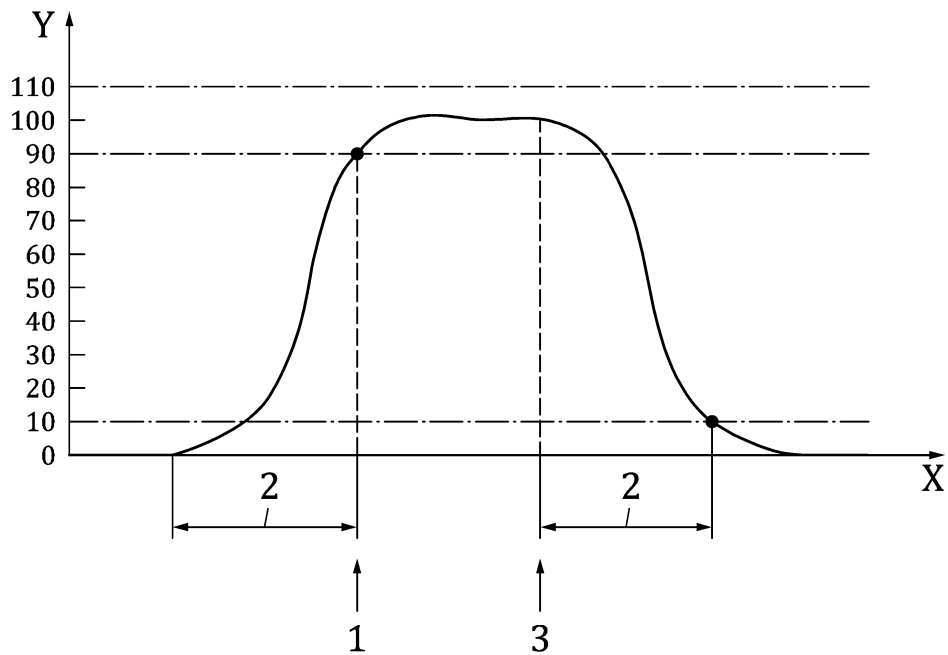
Diese Prüfung soll die Zeit bestimmen, welche die MD benötigt, um auf eine Konzentrationsänderung einer Bestimmungsgröße anzusprechen.

Diese Prüfung sollte auch für FMDs durchgeführt werden, die basierend auf der Entwicklung einer chemischen Reaktion auf die Probe über einen festen Zeitraum in einem Chargenbetrieb betrieben werden. Um zu bestätigen, dass die Konzentrationsänderung innerhalb einer einzigen Chargenanalyse abgeschlossen wird, müssen mindestens drei Messzyklen durchgeführt werden, nachdem die Konzentrationsänderung angewandt wurde.

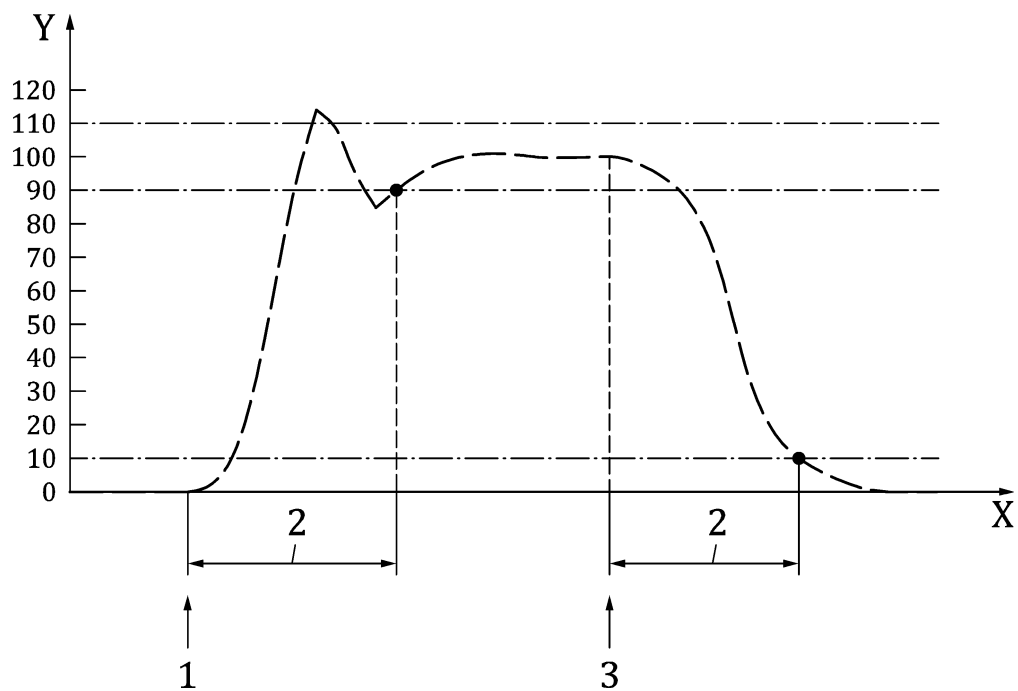
Bild 1a und Bild 1b zeigen die Ansprechzeiten für eine MD im kontinuierlichen Modus nach zu- und abnehmenden Konzentrationsänderungen der Bestimmungsgröße. Die Pfeile auf dem Graph zeigen die Konzentrationsänderungen. Die Punkte auf dem Graph zeigen die Ansprechzeit.

Im Falle von Bild 1a ist die Ansprechkurve symmetrisch, was andeutet, dass die Ansprechzeiten für die zu- und abnehmenden Konzentrationsänderungen gleich sind. Im Falle von Bild 2 ist die Ansprechkurve asymmetrisch, was andeutet, dass die Ansprechzeiten für die zu- und abnehmenden Konzentrationsänderungen unterschiedlich sind.

Bild 2 zeigt die Ansprechzeiten für eine MD im Chargenbetriebsmodus nach zu- und abnehmenden Konzentrationsänderungen der Bestimmungsgröße.



a)

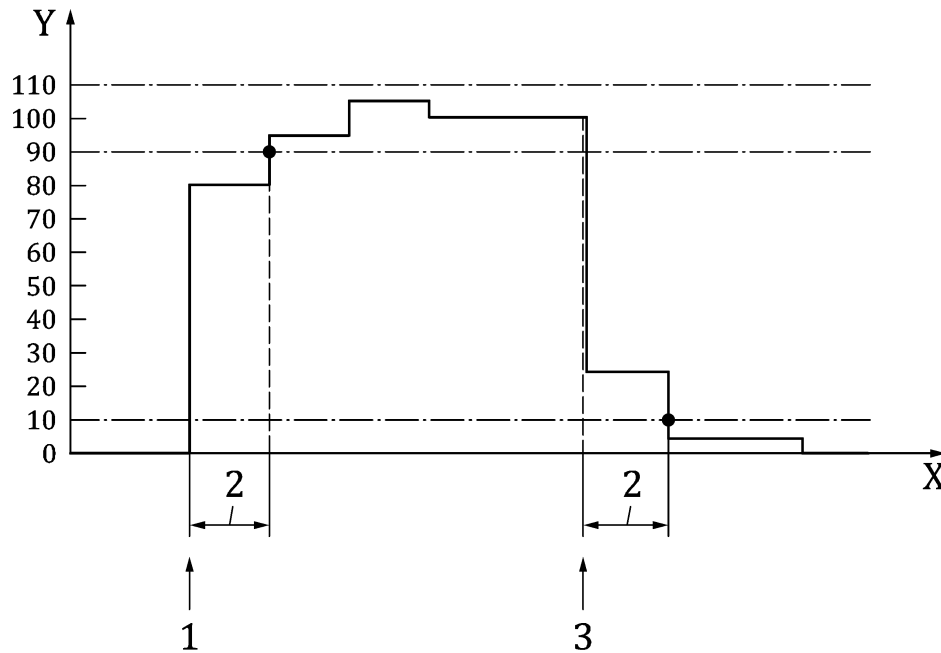


b)

Legende

- Y Konzentrationsänderung des Werts in Prozent (%)
- X Zeit
- 1 zunehmende Konzentrationsänderung
- 2 Ansprechzeit
- 3 abnehmende Konzentrationsänderung

Bild 1 — Bestimmung der Ansprechzeit — MD mit kontinuierlicher Ablesung



Legende

- Y Konzentrationsänderung des Werts in Prozent (%)
- X Zeit
- 1 zunehmende Konzentrationsänderung
- 2 Ansprechzeit
- 3 abnehmende Konzentrationsänderung

Bild 2 — Bestimmung der Ansprechzeit — MD mit Chargenablesung

Die Ansprechzeit der MD muss durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

Es müssen Hilfskonstruktionen zur Anwendung einer Konzentrationsänderung der von der MD zu messenden Bestimmungsgröße bereitgestellt werden. Bei auf Durchflusszellen montierten Sensoren kann dies mit Hilfe von Drei-Wege-Umlenkventilen am Einlass zur Zelle erreicht werden. Bei Tauchsensoren dürfen zwei kontinuierlich gerührte Referenzlösungen in Bechern verwendet werden. Wenn die Sensoreinheit von einem Becher in den anderen verlagert wird, muss die Prüflösung von der Sensoreinheit abgeschüttelt werden, darf aber nicht abgewischt oder abgespült werden.

Es muss eine Referenzlösung für die MD mit einem Bestimmungsgrößenwert von 5 % bis 25 % des Messbereichs oder bei einer MD mit gelöstem Sauerstoff eine Lösung mit 0 % bis 10 % Sättigung bereitgestellt werden. Protokollierung der Ergebnisse der MD, bis ein konstanter Ausgangsmesswert erreicht wird.

Es muss eine Konzentrationsänderung durch Wechsel auf eine Referenzlösung für die MD mit einem Bestimmungsgrößenwert von 75 % bis 95 % des Messbereichs oder bei DO-Geräten eine Referenzlösung mit 100 % Sättigung vorgenommen werden. Es muss eine Ereignismarkierung im Moment des Wechsels protokolliert und diese Lösung dann weiterhin bereitgestellt werden, bis der Messwert stabil ist.

Es muss eine abnehmende Konzentrationsänderung vorgenommen werden, indem zur Lösung mit dem niedrigeren Wert zurückgekehrt und im Moment des Wechsels eine zweite Ereignismarkierung protokolliert wird. Das Ergebnis der MD muss protokolliert und diese Lösung dann weiterhin bereitgestellt werden, bis der Messwert stabil ist.

Aus dem Bericht müssen der Umfang der Konzentrationsänderung und die Ansprechzeit berechnet werden.

Die Ansprechzeit ist die Zeit, die das Ergebnis der MD benötigt, um ein Band zwischen dem Basiswert *plus* (bei einer zunehmenden Änderung) oder *minus* (bei einer abnehmenden Änderung) 90 % bis 110 % der Konzentrationsänderung zu erreichen und darin zu verbleiben.

Das Verfahren muss noch zweimal wiederholt und die mittleren Ansprechzeiten müssen für eine zunehmende und eine abnehmende Konzentrationsänderung protokolliert werden. Bei FMDs, die im Chargenbetrieb betrieben werden, müssen die Anzahl der Zyklen und die Ansprechzeit protokolliert werden.

Falls der Messwert es nicht schafft, einen Wert zwischen 90 % und 110 % der Konzentrationsänderung für die zunehmende oder abnehmende Änderung beizubehalten, muss der erreichte Wert protokolliert werden. In solchen Fällen muss die Ursache untersucht und die Prüfung wiederholt werden.

ANMERKUNG Die Lösungen für die Ansprechzeitprüfung brauchen keine zertifizierten Standards zu sein, solange die Lösungen aus bekannten Werten bestehen und über die Dauer der Prüfung hinweg stabil sind.

9.3.2 Bias, Linearität, Wiederholpräzision und LOQ

Diese Prüfung wurde entwickelt, um die Größe des Bias der Messung, die Abweichung von der Linearität und die Wiederholpräzision der mit Hilfe einer MD vorgenommenen Messungen zu bestimmen und die vom Hersteller angegebene LOQ zu verifizieren, die nach 6.2 c erforderlich ist. Dieses Verfahren zur Bestimmung von LOQ ist nicht auf MDs anwendbar, bei denen ein Messwert von Null nicht die Abwesenheit der Bestimmungsgröße bedeutet (z. B. pH und Temperatur).

Bestimmung des Bias, der Linearität und Wiederholpräzision der MD durch das folgende Verfahren.

Die Sensoreinheit muss in aufsteigender Reihenfolge der Reihe nach fünf Referenzlösungen an den Prüfpunkten 1 bis 5 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 4). Es muss ausreichend Zeit für die Stabilisierung jedes Messwerts eingeräumt werden und es müssen die Messwerte jedes Ausgangs, z. B. von lokalen Anzeigen, analogen Ausgangssignalen und/oder digitalen Ausgangssignalen, protokolliert werden.

Diese Reihe an Prüfpunkten muss in absteigender Reihenfolge wiederholt werden. Der Abschnitt der auf- und absteigenden Punkte muss noch zweimal wiederholt werden, um sechs diskrete Messwerte an jedem Prüfpunkt zu erhalten. Das Bias b und die Wiederholpräzision S_r müssen für jeden Prüfpunkt berechnet und protokolliert werden sowie die Linearitätsabweichung X_L . Die Daten der Prüfpunkte 1 bis 5 müssen mit Hilfe der in B.2, B.3 und B.4 in Anhang B aufgeführten Berechnungsverfahren verarbeitet werden.

LOQ wird in den meisten Übereinkommen als Bestimmungsgrößenkonzentration gemäß der erhaltenen Standardabweichung bei niedrigen Niveaus durch die Multiplikation um einen Faktor k_Q berechnet (19, 20). Daher kann die LOQ auf das 10-Fache der Standardabweichung bei 5 % von Prüfpunkt 1 geschätzt werden.

Die LOQ muss in Übereinstimmung mit dem in B.5, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

9.3.3 Auswirkungen von Störungen

9.3.3.1 Substanzstörungsprüfungen

Diese Prüfungen wurden entwickelt, um Auswirkungen von Störungen durch Substanzen in der Probe, die keine Bestimmungsgrößen sind, sowie Salinität und Lichteinfall auf die Leistung einer MD zu bestimmen.

Die Auswahl der Störstoffkomponenten muss auf der in Übereinstimmung mit 6.2 k) gemachten Erklärung des Herstellers basieren, ergänzt durch die veröffentlichten Informationen zur Nutzung der Sensortechnologie in relevanten Gewässern. Wenn verschiedene Störstoffkomponenten identifiziert werden, dann muss die Störungsprüfung auf mindestens zwei der wichtigsten Störstoffkomponenten durchgeführt werden.

Störungsprüfungen in dieser Europäischen Norm umfassen das Aufstocken von Blindwertlösungen und Referenzlösungen an den Prüfpunkten 2 und 4 (siehe Tabelle 3) mit 50 % und 100 % der zulässigen Gesamtmengen der Störstoffkomponenten, wie in Übereinstimmung mit den allgemeinen Anforderungen in 6.2 l angegeben.

Die MD muss mithilfe des folgenden allgemeinen Verfahrens auf die Auswirkung von Substanzstörstoffkomponenten geprüft werden.

- Schritt 1: Der Sensor muss einer Blindwertlösung ausgesetzt werden (wo ein Blindwert nicht möglich ist, sollte das Niveau der Bestimmungsgröße in der Lösung unter der LOQ für die MD liegen). Protokollierung der Ablesung der MD als y_1 .
- Schritt 2: Der Sensor muss einer weiteren Blindwertlösung ausgesetzt werden, die mit der ausgewählten Störstoffkomponente bei 50 % ihrer akzeptablen Menge aufgestockt wurde. Protokollierung der Ablesung der MD als y_2 .
- Schritt 3: Der Sensor muss einer weiteren Blindwertlösung ausgesetzt werden, die mit der ausgewählten Störstoffkomponente bei 100 % ihrer akzeptablen Menge aufgestockt wurde. Protokollierung der Ablesung der MD als y_3 .
- Schritt 4: Der Sensor muss drei Referenzlösungen ausgesetzt werden, die einen Bestimmungsgrößenwert an Prüfpunkt 2 haben; die erste darf dabei nicht aufgestockt sein, die zweite muss mit der ausgewählten Störstoffkomponente bei 50 % ihrer akzeptablen Menge und die dritte bei 100 % ihrer akzeptablen Menge aufgestockt sein. Protokollierung der Ablesung der MD als y_4, y_5 bzw. y_6 .
- Schritt 5: Der Sensor muss drei Referenzlösungen ausgesetzt werden, die Bestimmungsgrößenwerte an Prüfpunkt 4 haben; die erste darf dabei nicht aufgestockt sein, die zweite muss mit der ausgewählten Störstoffkomponente bei 50 % ihrer akzeptablen Menge und die dritte bei 100 % ihrer akzeptablen Menge aufgestockt sein. Protokollierung der Ablesung der MD als y_7, y_8 bzw. y_9 .
- Schritt 6: Die Änderung des Messwerts bei einer Bestimmungsgröße von Null und einer Störstoffkomponente bei 50 % und einer Störstoffkomponente bei 100 % muss mit Hilfe der Messeinheiten berechnet und protokolliert werden.
- Schritt 7: Die Änderung des Messwerts am Prüfpunkt 2 der Bestimmungsgröße mit einer Störstoffkomponente bei 50 % und einer Störstoffkomponente bei 100 % muss mit Hilfe der Messeinheiten berechnet und protokolliert und als % des Referenzwerts ausgedrückt werden.
- Schritt 8: Die Änderung des Messwerts am festgelegten Prüfpunkt 4 mit einer Störstoffkomponente bei 50 % und einer Störstoffkomponente bei 100 % muss mit Hilfe der Messeinheiten berechnet und protokolliert und als % des Referenzwerts ausgedrückt werden.
- Schritt 9: Die Änderung muss als die Abweichung aufgrund von Störstoffkomponenten in Messeinheiten (ausschließlich der Messwerte bei Null) berechnet und protokolliert und als % X_{IN} ausgedrückt werden; dies erfolgt in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B aufgeführten Verfahren (eine Beispielberechnung ist in Anhang C gegeben).

9.3.3.2 Salinitätskompensation für MDs zur Bestimmung des gelösten Sauerstoffs

Es muss die Salinitätskompensation für MDs bestimmt werden, die den gelösten Sauerstoff messen.

Bei MDs mit manueller Eingabe des Salinitätswerts zur Korrektur der mg/l-Messung des gelösten Sauerstoffs sollte Verfahren A befolgt werden. Bei MDs mit automatischer Salinitätskorrektur sollte Verfahren B befolgt werden.

Verfahren A:

- Die MD muss nach den Anleitungen des Herstellers kalibriert und angepasst werden.
- Der Sensor muss positioniert werden, um einen stabilen Messwert bei 100 % der Luftsättigung zu erzeugen. Dies kann entweder in mit Luft angereichertem Wasser oder in gesättigter Luft erfolgen.
- Der Modus muss zu mg/l gewechselt werden.
- Die Salinitätskorrektur muss so eingestellt werden, dass eine Salinität von Null angezeigt wird.
- Die Messungen des Sauerstoffgehalts in mg/l, %sat und die Temperatur in °C müssen protokolliert werden.
- Die Salinitätskorrektur muss so eingestellt werden, dass eine Salinität von 18 und dann 27 angezeigt wird (dies sind tabellierte Daten in EN ISO 5814, also ist keine Interpolation notwendig).
- Die Messungen des Sauerstoffgehalts in mg/l und % Sättigung und die Temperatur in °C müssen protokolliert werden.
- Das obige Verfahren muss zweimal wiederholt werden, um mindestens drei Sätze an Messungen jedes Salinitätswerts zu erhalten. Es muss eine Näherungsformel verwendet werden.
- Es muss der erwartete mg/l-Messwert aus den Temperatur-, Salinitäts- und %-Sättigungswerten anhand des in Anhang A der EN ISO 5814:2012 beschriebenen Verfahrens berechnet werden.
- Es muss die Differenz zwischen den erwarteten Werten und der MD-Messung berechnet werden.

Die Protokollierung des %sat-Messwerts dient nur der Dokumentation, da %sat sich nicht mit der Salinität ändern sollte.

ANMERKUNG 1 Die gesamte Auswertung ist komplex, weshalb die Näherungsformel verwendet wird, obwohl sie weniger präzise ist. Sie funktioniert ohne die Verwendung des Luftdrucks.

Verfahren B:

- Die automatische Salinitätskompensation muss aktiviert werden. Wenn verfügbar, muss die manuelle Salinitätskompensation deaktiviert werden.
- Es muss sichergestellt werden, dass der Sensor für die Leitfähigkeitsmessung (oder ein anderer Kompensationssensor) während dieser Prüfung vollständig in die Probenlösungen eingetaucht wird.
- Es müssen zwei Lösungen mit Hilfe von Leitungswasser vorbereitet werden.
 - 1) Leitungswasser (1 l);
 - 2) Leitungswasser (1 l) mit 35 g gelöstem NaCl.
- Die Temperatur beider Lösungen sollte bei Umgebungstemperatur stabil sein.
- Beide Lösungen müssen mit Luft angereichert werden, um sicherzustellen, dass sie bei einer Sättigung von 100 % stabil sind.
- Die DO-Sonde muss in Lösung (1) getaucht werden; vor Beginn der Messung muss gewartet werden, bis sich die Temperatur stabilisiert hat.

- Die Temperatur, der gelöste Sauerstoff (mg/l und % Sättigung) und der Leitfähigkeitsmesswert oder die Salinität (falls verfügbar) müssen protokolliert werden.
- Die DO-Sonde muss abgespült und diese Messung zweimal wiederholt werden. Die DO-Sonde muss abgespült und in Lösung (2) getaucht werden; vor Beginn der Messung muss gewartet werden, bis sich die Temperatur stabilisiert hat.
- Die DO-Sonde muss abgespült und diese Messung zweimal wiederholt werden.
- Es muss der erwartete mg/l-Messwert aus der Temperatur und der Salinität anhand des in Anhang A.3 der EN ISO 5814:2012 beschriebenen Verfahrens berechnet werden. Es muss eine Näherungsformel verwendet werden.
- Es muss die Differenz zwischen den erwarteten Werten und der MD-Messung für den durchschnittlichen Messwert (1) und (2) berechnet werden. Die Änderung der Abweichung, X_{SC} , muss für den mg/l-Messwert protokolliert werden.

ANMERKUNG 2 Die Salinität kann nach EN ISO 5814 aus dem Leitfähigkeitsmesswert abgeleitet werden, wenn das System auf 20 °C gehalten wird.

Die Protokollierung des %sat-Messwerts dient nur der Dokumentation, da %sat sich nicht mit der Salinität ändern sollte.

ANMERKUNG 3 Die gesamte Auswertung ist komplex, weshalb die Näherungsformel verwendet wird, obwohl sie weniger präzise ist. Sie funktioniert ohne die Verwendung des Luftdrucks.

9.3.3.3 Lichteinfallprüfung

Es muss mit Hilfe des folgenden Verfahrens die Auswirkung des Lichteinfalls auf die Leistung der MDs bestimmt werden, die optische Messverfahren verwenden.

Das Bedürfnis, MDs zu prüfen, die andere Messverfahren nutzen, sollte in Betracht gezogen werden, wenn der Hersteller den Lichteinfall als eine potenzielle Störstoffkomponente identifiziert.

Es muss eine Lichtquelle gewählt werden, die das Spektrum des natürlichen Sonnenlichts simuliert, beispielsweise eine Hochdruck-Xenonbogenlampe mit einer Intensität von 1120 W/m² oder direktes Sonnenlicht.

Falls direktes Sonnenlicht genutzt wird, dann sollte die Intensität mit einem geeigneten Belichtungsmesser geprüft werden, und die Prüfung sollte im Freien stattfinden, da die UV-Komponenten von Sonnenlicht vom Fensterglas entfernt werden.

Die Referenzlösungen mit einem Bestimmungsgrößenwert am Prüfpunkt 4 vorbereiten (siehe Tabelle 3). Bei optischen Sensoren mit gelöstem Sauerstoff muss eine Referenzlösung mit einer Luftsättigung von 100 % oder befeuchtete Luft verwendet werden.

Der Sensor muss so montiert werden, dass er der stärksten Beleuchtung ausgesetzt ist, die während des Normalbetriebs oder der Kalibrierverfahren erreicht werden könnte, z. B. durch Platzierung in einem Edelstahlimer oder einem Becher aus durchsichtigem Glas.

Einige optische Sonden mit gelöstem Sauerstoff werden in einer Schutzhülle geliefert, um mechanische Schäden zu vermeiden und um als Lichtschutz zu dienen. Die Bedienungsanleitung kann angeben, dass ihre Verwendung optional ist. In diesem Fall müssen die Prüfungen mit und ohne Hülle durchgeführt werden.

Das folgende Verfahren ausführen:

- Der Sensor muss nach den Empfehlungen des Herstellers oder der Bedienungsanleitung in einer dunklen Umgebung in eine Probenlösung gelegt werden.
- Es muss gewartet werden, bis sich die Messwerte und die Temperatur stabilisiert haben.
- Es muss, wie vom Hersteller für die Kalibrierung empfohlen, eine Messung unter Standardbedingungen durchgeführt werden.
- Die Messung muss zweimal wiederholt werden und der Mittelwert muss als Referenzwert dienen. Der Wert muss als Referenz protokolliert werden.
- Wenn eine Lampe verwendet wird, muss diese mit einem Abstand von mindestens 50 cm aufgestellt werden, um einen Wärmeeffekt der Lampe auf die Probenlösung und den Sensor zu vermeiden.
- Der Sensor muss von oben in einem Winkel von 45° zur vertikalen Achse des Sensors hin beleuchtet werden.
- Der von der MD ausgegebene Messwert muss protokolliert werden.
- Der Sensor oder die Lichtquelle muss in 90°-Schritten gedreht werden, sodass die Sonde nacheinander von allen Seiten beleuchtet wird.
- Der von der MD für jede Richtung ausgegebene Messwert muss protokolliert werden.
- Das Verfahren muss zweimal wiederholt werden.
- Der Mittelwert der entsprechenden Messwerte des Sensors hinsichtlich der Lichtquellenpositionen muss berechnet werden.
- Die Änderung der Abweichung für jede Lichtquellenposition muss mit Hilfe der durchschnittlichen Abweichungen für die Lichteinfallprüfwerte und des Referenzwerts berechnet werden.
- Die Änderung der Abweichung X_{LX} , verursacht durch Änderungen des Lichteinfalls, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

ANMERKUNG Weitere Hilfestellungen bezüglich der Sonnenstrahlungsprüfung können in EN 60068-2-9 [21] und EN 60068-2-5 [22] gefunden werden.

9.3.4 Umgebungstemperatur und relative Feuchtigkeit

Diese Prüfung gilt für alle MDs.

Diese Prüfung wurde entwickelt, um die Auswirkungen der Änderung der Umgebungstemperatur, der Änderungen der Temperatur des MD-Gehäuses aufgrund von Sonneneinstrahlung und relativer Feuchtigkeit auf die Leistung einer MD zu bestimmen.

Prüfungen für die Auswirkungen der Umgebungstemperatur und der relativen Feuchtigkeit müssen mit Hilfe einer Klimakammer ausgeführt werden, welche die Temperatur und Feuchtigkeit über den Prüfbereich hinweg variieren kann.

Einige MDs nutzen einen Sensor, der in die Probe getaucht werden soll. Diese Sensoren können elektronische Signale im Kopf des Sensors verarbeiten. Es ist wichtig, sicherzustellen, dass diese Komponente einer Temperaturprüfung unterzogen wird, entweder als Teil dieser Prüfung oder 9.3.5. Wenn der Sensor elektronische Signalbauteile enthält, er aber während des Normalbetriebs nicht vollständig eingetaucht werden soll, dann sollte der obere Teil des Sensors Umgebungstemperaturänderungen unterzogen werden.

Der Einfluss der Änderungen der Umgebungstemperatur und der Feuchtigkeit auf die Leistung der MD muss durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

Die MD muss kontinuierlich mit einer Referenzlösung von bekanntem Wert (bei pH-Sensoren darf der Wert nicht im pH-Bereich 6 bis 8 liegen) und zu den Probenreferenzbedingungen in Tabelle 5 versorgt werden. Die Stabilität der Referenzlösung an Prüfpunkt 4 über die sehr lange Dauer dieser Prüfung sollte berücksichtigt werden. Siehe die Qualitätsanforderungen für Referenzlösungen in 8.1.

Die MD muss in eine Klimakammer gelegt werden, deren Temperatur auf 20 °C eingestellt werden muss. Es sollte Zeit für die Aufwärmung der MD eingeräumt werden. Die MD muss dann in Übereinstimmung mit den Anleitungen des Herstellers kalibriert und angepasst werden.

Nach der Reihenfolge in Tabelle 6 müssen die folgenden Bedingungen in der Klimakammer eingestellt werden, wobei $T_{\min}$ und $T_{\max}$ die Mindest- und Höchstwerte für die Umgebungstemperatur sind, mit denen die MD geprüft wird und die dem Nennbetriebsbereich der MD entsprechen. Die relevanten Übergangstemperaturen (Schritte 2 und 5) dürfen ausgelassen werden, wenn $T_{\min} > 0$ oder $T_{\max} < 40$ °C liegt.

Tabelle 6 — Prüfzyklus für Umgebungsbedingungen

Schritte	Temperatur °C	Luftfeuchte	Maximale Expositionsdauer h
1 Bezugsprobe	20	Bezugsprobe	2
2 Übergang	$(T_{\max} + \text{ref})/2$	Bezugsprobe	2
3 Hohes T trocken	$T_{\max}$	Trocken	2
4 Bezugsprobe	20	Bezugsprobe	2
5 Übergang	$(20 + T_{\min})/2$	Bezugsprobe	2
6 Niedriges T	$T_{\min}$	Bezugsprobe	2
7 Bezugsprobe	20	Bezugsprobe	2
8 Hohes T feucht	$T_{\max}$	> 90 RF	6
9 Bezugsprobe	20	Bezugsprobe	2

Die Ergebnisse der MD müssen kontinuierlich überwacht werden, um Übergangseffekte zu identifizieren. Die Daten müssen graphisch und in einer Tabelle dargestellt werden.

Nach jedem Schritt nach der Mindestexpositionszeit muss die MD mit einer Referenzlösung mit einem Bestimmungsgrößenwert bei Prüfpunkt 4 versorgt werden (siehe Tabelle 3). Es sollte darauf geachtet werden, dass die Proben temperatur am Referenzwert aufrechterhalten wird (siehe Tabelle 4). Falls das Gerät einen externen Sensor verwendet, der vollständig eingetaucht werden könnte, dann kann es außerhalb der Kammer angebracht werden. Das Ergebnis muss protokolliert werden. Bei Instrumenten mit gelöstem Sauerstoff muss der Sensor einer Referenzlösung mit 100 % Sättigung ausgesetzt werden. Bei pH-Geräten kann eine Referenzlösung mit pH 4 verwendet werden. Die Messung muss dreimal wiederholt werden, um drei diskrete Messwerte zu erhalten.

Während jedes Expositionszeitraums (Schritte 3, 6 und 8) müssen Selbstreinigungs- oder Auto-Kalibrierroutinen mindestens einmal betrieben werden, nachdem die 3 Referenzmessungen vorgenommen wurden. Danach müssen drei weitere Messungen vorgenommen werden, um systematische Verlagerungen aufgrund der Durchführung solcher Routinen unter verschiedenen Bedingungen zu identifizieren.

ANMERKUNG Es wird bevorzugt, automatische Reinigungs- oder Kalibrierrouinen ferngesteuert zu starten, um das Öffnen der Kammer und somit die Beeinträchtigung der Klimabedingungen zu vermeiden.

Die Änderung der Abweichung X_T , verursacht durch die markanten Änderungen der Umgebungstemperatur, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

Die Änderung der Abweichung X_{RH} , verursacht durch die markanten Änderungen der Luftfeuchte und Temperatur, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

9.3.5 Probentemperatur

Diese Prüfung gilt für alle MDs.

Diese Prüfung wurde entwickelt, um die Auswirkungen der Änderung der Probentemperatur auf die Leistung einer MD zu bestimmen.

Einige MDs enthalten die elektronische Signalverarbeitung im Kopf des Sensors. Es ist wichtig, sicherzustellen, dass diese Komponente einer Temperaturprüfung unterzogen wird, entweder als Teil dieser Prüfung oder 9.3.4.

Der Einfluss der Änderungen der Probentemperatur auf die Leistung der MD muss durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

Die Sensoreinheit muss einer Referenzlösung mit einem Bestimmungsgrößenwert am Prüfpunkt 4 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 3). Wurde der Sensor so entworfen, dass er vollständig untergetaucht werden kann, einschließlich sämtlicher elektronischer Bauelemente, dann sollte er während der Probentemperaturprüfung vollständig eingetaucht werden.

Bei Instrumenten mit gelöstem Sauerstoff muss der Sensor einer Referenzlösung mit 100 % Sättigung ausgesetzt werden. Bei pH-Geräten kann eine Referenzlösung mit pH 4 verwendet werden.

Vor der Ablesung muss gewartet werden, bis sich die Probentemperatur bei der Referenztemperatur stabilisiert hat.

Der Messwert der MD muss protokolliert werden, wobei die Probentemperatur an der unteren Grenze der Nennbetriebsbedingungen, an der Referenz und an der oberen Grenze der Nennbetriebsbedingungen liegen muss.

Es müssen drei diskrete Ablesungen an jedem Wert der Probentemperatur vorgenommen werden.

Es müssen für jeden Satz der 3 Ablesungen die mittleren Abweichungen berechnet werden.

Für jede Änderung der Probentemperatur muss die Änderung der Abweichung mit Hilfe der mittleren Abweichungswerte berechnet werden.

Die Änderung der Abweichung X_{ST} , verursacht durch Änderungen der Probentemperatur, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

Die Stabilität der Referenzlösung an Prüfpunkt 4 mit Temperaturschwankungen sollte berücksichtigt werden. Siehe die Qualitätsanforderungen für Referenzlösungen in 8.1.

9.3.6 Probendurchfluss

Diese Prüfung gilt für alle MDs. Bei Trübungsgeräten und Geräten mit gelöstem Sauerstoff muss der Hersteller bezüglich Hinweisen zu Maßnahmen zur Vermeidung des Absetzens von Teilchen bzw. der Entstehung von Luftblasen konsultiert werden.

Diese Prüfung wurde entwickelt, um die Auswirkungen der Änderung des Probendurchflusses auf die Leistung einer MD zu bestimmen.

Der Einfluss der Änderungen des Probendurchflusses auf die Leistung der MD muss durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

Die Sensoreinheit muss einer Referenzlösung mit einem Bestimmungsgrößenwert am Prüfpunkt 4 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 3). Bei Instrumenten mit gelöstem Sauerstoff muss der Sensor einer Referenzlösung mit 100 % Sättigung ausgesetzt werden. Die Messwerte der MD müssen protokolliert werden, wobei der Probendurchfluss an der unteren Grenze der Nennbetriebsbedingungen, dem Referenzwert und an der oberen Grenze der Nennbetriebsbedingungen liegen muss. Es müssen drei diskrete Ablesungen an jedem Wert des Probendurchflusses vorgenommen werden. Es müssen für jeden Satz der 3 Ablesungen die mittleren Abweichungen berechnet werden.

Für jede Änderung des Durchflusses muss die Änderung der Abweichung mit Hilfe der mittleren Abweichungswerte berechnet werden.

Die Änderung der Abweichung X_{SQ} , verursacht durch Änderungen des Durchflusses, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

9.3.7 Probendruck

Diese Prüfung gilt für alle MDs zur Messung von unter Druck stehenden Proben.

Diese Prüfung wurde entwickelt, um die Auswirkungen der Änderung des Probendrucks auf die Leistung einer MD zu bestimmen.

Der Einfluss der Änderungen des Probendrucks auf die Leistung der MD muss durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

Die Sensoreinheit muss einer Referenzlösung mit einem Bestimmungsgrößenwert am Prüfpunkt 4 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 3). Bei MDs mit gelöstem Sauerstoff muss der Sensor einer Referenzlösung von bekanntem Wert ausgesetzt werden.

Die Messwerte der MD müssen protokolliert werden, wobei der Probendruck an der unteren Grenze der Nennbetriebsbedingungen, dem Referenzwert und an der oberen Grenze der Nennbetriebsbedingungen liegen muss. Es müssen drei diskrete Ablesungen an jedem Wert des Probendrucks vorgenommen werden.

Es müssen für jeden Satz der 3 Ablesungen die mittleren Abweichungen berechnet werden.

Für jede Änderung des Probendrucks muss die Änderung der Abweichung mit Hilfe der mittleren Abweichungswerte berechnet werden.

Die Änderung der Abweichung X_{SP} , verursacht durch Änderungen des Probendrucks, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

Die Stabilität der Referenzlösung an Prüfpunkt 4 mit Druckschwankungen sollte berücksichtigt werden. Siehe die Qualitätsanforderungen für Referenzlösungen in 8.1.

9.3.8 Ausgangsimpedanz

Diese Prüfung gilt für alle MDs mit analogem Stromausgang (mA).

Diese Prüfung wurde entwickelt, um die Auswirkung der Änderungen der Ausgangsimpedanz auf die durch das analoge Stromausgangssignal (mA) einer MD angezeigte Messung zu bestimmen.

Die Ausgangsimpedanz der MD muss durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

Der analoge Ausgang der MD muss mit einer variablen Widerstandslast verbunden werden, die anfänglich auf den höchsten Nennwert gesetzt wurde.

Die Sensoreinheit muss einer Referenzlösung mit einem Bestimmungsgrößenwert am Prüfpunkt 4 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 3). Bei MDs mit gelöstem Sauerstoff muss der Sensor einer Referenzlösung mit 100 % Sättigung ausgesetzt werden. Alternativ kann mit einem geeigneten Simulator ein elektronisches Signal auf der Sekundärelektronik erzeugt werden, das $(75 \pm 0,5)$ % des Messbereichs darstellt.

Der Messwert muss protokolliert werden.

Der Lastwiderstand muss auf den Mittelwert der oberen und unteren Grenzwerte des Nennbetriebswerts und dann auf den unteren Grenzwert gestellt werden.

In jedem Fall muss der Wert des analogen Ausgangssignals protokolliert werden.

Die Änderung der Abweichung X_0 , verursacht durch die Ausgangsimpedanz, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

Wenn keine Mindest- oder Höchstgrenzwerte festgelegt sind, müssen die Werte von 10Ω bzw. 500Ω verwendet werden.

9.3.9 Versorgungsspannung

9.3.9.1 Allgemeines

Diese Prüfungen wurden entwickelt, um die Auswirkung der Änderungen von Versorgungsspannungen auf die Leistung der MDs zu bestimmen. Das Verfahren ist in 3 Abschnitte hinsichtlich netz-, durch externen Gleichstrom oder batteriebetriebenen Leistungsquellen unterteilt.

Der Einfluss der Änderungen der Versorgungsspannung auf die Leistung der MD muss durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

9.3.9.2 Netzbetriebene FMDs

Diese Prüfung gilt nur für FMDs.

Die Sensoreinheit muss einer Referenzlösung mit einem Bestimmungsgrößenwert am Prüfpunkt 4 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 4). Bei Instrumenten mit gelöstem Sauerstoff muss der Sensor einer Referenzlösung mit 100 % Sättigung ausgesetzt werden. Die Anzeige und der Wert des analogen Ausgangssignals der MD müssen protokolliert werden. Die Versorgungsspannung zum Analysegerät muss in Schritten von 10 V ab 230 V (oder 110 V) auf die oberen und unteren Grenzwerte gestellt werden. In jedem Fall müssen die Anzeige und der Wert des analogen Ausgangssignals der MD protokolliert werden.

Die Änderung der Abweichung X_V , verursacht durch Änderungen der Versorgungsspannung, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

9.3.9.3 Durch Gleichstrom betriebene MDs

Diese Prüfung gilt für alle MDs, die mit einer externen Gleichstromversorgungsspannung betrieben werden.

Die Sensoreinheit muss einer Referenzlösung mit einem Bestimmungsgrößenwert am Prüfpunkt 4 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 3). Bei Instrumenten mit gelöstem Sauerstoff muss der Sensor einer Referenzlösung mit 100 % Sättigung ausgesetzt werden. Die Versorgungsspannung zur MD muss mit Hilfe einer variablen DC-Versorgungsspannung in Schritten von 0,5 V ab der vom Hersteller angegebenen Referenzspannung der Reihe nach auf die oberen und unteren Grenzwerte gestellt werden. Bei jeder Spannung müssen die Anzeige und der Wert des analogen Ausgangssignals der MD protokolliert werden. Die Änderung der Abweichung von der Referenzversorgungsspannung muss protokolliert werden.

Die Änderung der Abweichung X_V , verursacht durch Änderungen der Versorgungsspannung, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

9.3.9.4 Batteriebetriebene MDs

Diese Prüfung gilt für batteriebetriebene MDs.

Die Batterien müssen entfernt und durch eine variable Gleichstromversorgung ersetzt werden. Die variable Spannung muss anfänglich auf die Nennversorgungsspannung gesetzt werden. Die Sensoreinheit muss einer Referenzlösung mit einem Bestimmungsgrößenwert am Prüfpunkt 4 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 3). Die Versorgungsspannung muss schrittweise um 0,5 V erhöht werden. Danach muss sie in Schritten von 0,5 V reduziert werden. Protokollierung:

- die Spannung, bei welcher der Alarm „Batterie schwach“ auftritt;
- die Spannung, bei welcher der Messwert sich um mehr als 10 % ändert (falls dies auftritt, bevor die MD abschaltet);
- die Spannung, bei welcher sich die MD abschaltet.

Die Änderung der Abweichung X_V , verursacht durch Änderungen der Versorgungsspannung vor der Aktivierung des Alarms „Batterie schwach“, muss in Übereinstimmung mit dem in B.7, in Anhang B beschriebenen Verfahren berechnet und protokolliert werden (eine Beispielberechnung wird in Anhang C gegeben).

Die Spannung, bei welcher der Alarm „Batterie schwach“ ausgelöst wird, und die Spannung, bei welcher sich die MD abschaltet, müssen protokolliert werden.

9.3.10 7-Tage-Drift

Diese Prüfung gilt nur für FMDs.

Diese Prüfung wurde entwickelt, um den Messdrift einer FMD unter Laborbedingungen über einen Zeitraum von 1 Woche hinweg oder, falls dieses weniger als 1 Woche beträgt, im manuellen Wartungsintervall nach Angaben des Herstellers zu bestimmen.

Der Drift der FMD muss durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

Die FMDs für Drift müssen im vom Hersteller angegebenen manuellen Wartungsintervall oder in einem Zeitraum von einer Woche bewertet werden, je nachdem, was kürzer ist.

Bei FMDs mit automatisierten Wartungs-, Anpassungs- oder Kalibriereinrichtungen sollten solche Einrichtungen aktiviert sein, um mit einer mit dem Hersteller abgestimmten Häufigkeit betrieben zu werden. Die Häufigkeit des Betriebs sollte protokolliert werden.

Falls eine Datenprotokollierungseinrichtung verfügbar ist, sollte diese aktiviert werden, um eine Protokollierung der Messwerte der FMD während der Prüfung bereitzustellen. Die empfohlene Häufigkeit der Datenprotokollierung liegt bei einem Minimum von alle 15 Minuten.

Die FMD muss während der Prüfung kontinuierlich mit einer Probe versorgt werden. Diese sollte bei FMDs mit gelöstem Sauerstoff an Prüfpunkt 4 (siehe Tabelle 4) oder bei einer Sättigung von 100 % liegen. Diese Probe soll dem Gerät zur Übung dienen und kann, falls nötig, erneut zirkuliert werden.

Das Ergebnis der FMD muss protokolliert werden.

Der Sensor muss einer Referenzlösung am Prüfpunkt 4 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 3). Bei Instrumenten mit gelöstem Sauerstoff muss der Sensor einer Referenzlösung mit 100 % Sättigung ausgesetzt werden. Es muss gewartet werden, bis sich die Messwerte stabilisiert haben und dann müssen diese protokolliert werden. Es müssen zwei weitere Messungen gemacht und die mittlere Abweichung der Messwerte X_0 muss berechnet werden.

Nach ungefähr 24 Stunden muss der Satz an 3 Messungen wiederholt werden.

Die mittlere Abweichung der Messwerte X_1 muss berechnet werden.

Es müssen 6 weitere Sätze an je 3 Messungen in ungefähr gleichen Zeitintervallen im Prüfzeitraum durchgeführt werden ($X_2...X_7$). Für jeden Messwert $X_1...X_7$ muss die Differenz von X_0 berechnet werden.

Die Prüfung sollte vorzugsweise an jedem der 7 Tage nach den Messungen durchgeführt werden, um X_0 zu etablieren. Bei einigen Geräten ist es nicht notwendig, Messungen am Wochenende vorzunehmen, da der Drift sich eindeutig aus den anderen Messungen ergibt. In diesen Fällen sollte die Entscheidung, am Wochenende keine Messungen durchzuführen, protokolliert und im Prüfbericht begründet werden.

Die Höchstdifferenz muss als die Driftabweichung X_D identifiziert und protokolliert werden.

Bei FMDs mit automatisierten Kalibrier- oder Wartungsroutinen müssen zusätzliche Ablesungen direkt vor und nach dem Betrieb der automatisierten Routine vorgenommen werden. Konzentrationsänderungen, die während der automatischen Kalibrierung auftreten, müssen protokolliert werden.

Die Stabilität der Lösung an Prüfpunkt 4 über die sehr lange Dauer dieser Prüfung sollte berücksichtigt werden. Siehe die Qualitätsanforderungen für Referenzlösungen in 8.1.

ANMERKUNG Von einigen Referenzlösungen ist bekannt, dass sie instabil sind und über eine kurze Lebensdauer verfügen, z. B. Formazinsuspensionen und Chlorlösungen. Diese Begrenzungen der Lebensdauern der Referenzlösungen können erfordern, dass neue Lösungen für jede Abweichungsbestimmung vorbereitet werden müssen.

9.3.11 Verlust der Versorgungsspannung

Diese Prüfung gilt nur für FMDs.

Diese Prüfung wurde entwickelt, um festzulegen, dass ein Verlust der Spannung nicht zu Änderungen der Leistung der FMD führt (z. B. durch Änderung der Einstellungen auf die Standardwerte).

Es muss das folgende Verfahren ausgeführt werden:

Die Einstellungen der FMDs müssen so angepasst werden, dass sie sich von den Standardwerkseinstellungen unterscheiden.

Die Werte aller voreingestellten Daten, Kalibrierdaten und Alarmsollwerte müssen protokolliert werden.

Die FMD muss von der Energieversorgung getrennt werden. Nach einem Zeitraum von 30 Tagen muss die Energieversorgung wieder angeschlossen und die Änderungen der Werte der voreingestellten Daten, Kalibrierdaten oder Alarmsollwerte müssen protokolliert werden.

Bei FMDs, bei denen vom Anwender programmierte Daten in nicht flüchtigen Speichern gespeichert werden, kann die Prüfdauer auf 48 h reduziert werden. FMDs mit einem Batterie-Backup für Speicherretentionen müssen der Prüfung über die vollen 30 Tage unterzogen werden.

9.3.12 Aufwärmdrift

Diese Prüfung gilt nur für PMDs und muss bei PMDs ausgelassen werden, die im Chargenbetrieb betrieben werden, basierend auf der Entwicklung einer chemischen Reaktion auf die Probe über einen festen Zeitraum.

Es muss das folgende Verfahren ausgeführt werden.

Die PMD muss über Nacht ausgeschaltet werden. Der Sensor muss einer gerührten Referenzlösung mit einer Bestimmungsgrößenkonzentration an Prüfpunkt 4 (oder einer Sättigung von 100 % bei Instrumenten mit gelöstem Sauerstoff) ausgesetzt werden, siehe Tabelle 3. Die Temperatur der Referenzlösung sollte während der Prüfung innerhalb von ± 2 °C beibehalten werden. Die PMD muss eingeschaltet und Ablesungen müssen alle 10 s für die ersten 2 min vorgenommen werden. Danach müssen die Ablesungen alle 30 s für höchstens 10 min, dann alle 5 min für bis zu 30 min, dann alle 30 min für mindestens 2 h vorgenommen werden.

Wenn die PMD über eine interne Protokollierungseinheit verfügt, muss diese so früh wie möglich aktiviert werden. Wenn außerdem ein analoger Ausgang verfügbar ist, muss dieser an einem Protokollierungssystem befestigt werden. Wenn ein Protokollierungssystem aktiv ist, kann die manuelle Messung nicht erforderlich sein.

Bei PMDs, die nur aktiviert sind, wenn ein Schalter vom Anwender gedrückt gehalten wird, die über eine Energiesparfunktion verfügen oder in einem chargenartigen Modus betrieben werden, müssen über einen Zeitraum von mindestens 2 h wiederholte Messungen durchgeführt werden.

Wenn die PMD über eine automatische Abschaltvorrichtung verfügt, die vom Anwender deaktiviert werden kann, dann muss diese während der Prüfung deaktiviert werden. Wo es nicht möglich ist, die Abschaltung zu überschreiben, sollte die Prüfung über einen Gesamtzeitraum von 2 h durchgeführt werden, währenddessen die PMD nach jedem Abschaltvorgang direkt wieder eingeschaltet werden muss.

Der Aufwärmdrift muss auf folgende Weise protokolliert werden:

- Es muss ein Graph mit den Messungen als Zeitserie entworfen werden.
- Der finale stabile Wert (V_S), der Wert nach 1 Minute und die Differenz zwischen beiden müssen bestimmt werden.
- Es muss die für die Messung benötigte Zeit bestimmt werden, um ein Band zu erreichen und beizubehalten, das durch $V_S \pm S_r$ definiert wird, wobei S_r (oder ein Vielfaches davon) die Wiederholpräzision der MD, wie durch die Prüfung 9.3.2 festgelegt, darstellt.
- Die Ergebnisse müssen protokolliert werden.

10 Feldprüfverfahren

10.1 Ziel einer Feldprüfung

Tabelle 2 bietet unter 7.2 eine Zusammenfassung der Leistungskenngrößen, die durch Feldprüfungen festgelegt werden.

Die Ziele der Feldprüfverfahren sind es, zu zeigen, dass die Leistung einer MD unter repräsentativen Betriebsbedingungen beibehalten werden kann, Änderungen der Leistung zu messen und eine Auswertung der anteiligen Zeit zu ermöglichen, in der nutzbare Messdaten erhalten werden können. Die FMD-Feldprüfung wird an einem einzigen Ort durchgeführt, der den vorgesehenen Verwendungszweck des Geräts repräsentiert. Die PMD-Feldprüfung beinhaltet die wiederholte Verwendung der PMD bei mehreren Applikationen, die den vorgesehenen Verwendungszweck des Geräts repräsentieren.

10.2 Planung für die Feldprüfung

Es muss ein dokumentierter Plan für die Feldprüfung aufgestellt werden. Der Plan muss folgende Angaben umfassen:

- a) die zu prüfende MD. Siehe Abschnitt 7 des Beispielprüfberichts in Anhang E;
- b) die vorgesehenen Applikationen der MD. Siehe 6.2 a);
- c) Bei FMDs nur der Ort der Feldprüfung, einschließlich:
 - der Art des Standorts (z. B. ein Abwasserbehandlungsdurchfluss, ein Durchfluss für industrielles Abwasser, ein natürliches Gewässer). (Dieser sollte eine der auf in (b) oben Bezug genommenen vorgesehenen Applikationen repräsentieren);
 - der allgemeinen Aspekte des Standorts (z. B. physikalische Merkmale, Größe, Positionierung, Prozess, Umgebungsbedingungen, Sicherheitsüberlegungen);
 - der vorgeschlagenen Dauer der Feldprüfung für FMDs. Die Dauer der Feldprüfung muss zwischen 1 und 3 Monaten liegen. Sie sollte Folgendes berücksichtigen:
 - 1) die in Tabelle 3 für die Durchführung von mindestens 24 Paaren an Referenzmessungen spezifizierten Anforderungen (gleichzeitige Bestimmung anhand der FMD und des Referenzverfahrens);
 - 2) den möglichen Leistungsverlust des Sensors;
 - die möglichen Auswirkungen auf die Umwelt am Prüfstandort der FMD;
 - die für das Wartungsintervall des Herstellers einzurechnende Zeit und die durchzuführende Routinewartung und/oder stattfindende automatische Kalibrierung;
 - mögliche biologische und/oder mikrobiologische Auswirkungen: (z. B. Wachstum der Fouling-Organismen, wie beispielsweise Zebrauscheln, Algen usw.);
- d) Bei PMDs nur der Bereich der Feldprüfstandorte, einschließlich:
 - der Art und des Bereichs der Standorte (z. B. ein Abwasserbehandlungsdurchfluss, ein Durchfluss für industrielles Abwasser, ein natürliches Gewässer). (Diese sollten die auf in (b) oben Bezug genommenen vorgesehenen Applikationen repräsentieren);
 - der allgemeinen Aspekte der Standorte (z. B. physikalische Merkmale, Größe, Positionierung, Prozess, Umgebungsbedingungen, Sicherheitsüberlegungen);
 - der vorgeschlagenen Dauer der Feldprüfung für PMDs; diese sollte aus mindestens 120 Messungen bestehen und es wird erwartet, dass die geprüfte PMD regelmäßig und häufig verwendet wird und die Feldprüfung muss zwischen 1 und 3 Monaten dauern;
- e) der Daten (Monate), in denen die Feldprüfung durchgeführt wird;

- f) des Referenzverfahrens. Es ist wichtig, sicherzustellen, dass die Referenzmessungen zuverlässig sind. Siehe 8.1 für nähere Angaben;
- g) ein Probenahme- und Analyseplan für die Referenzverfahrensmessungen. Die Probenahmemethoden und die Probenvorbereitung variieren je nach zu überwachenden Bedingungen und Parametern. Die Proben müssen das zu überwachende System repräsentieren. Ein Probenplan, die geeigneten Probentechniken und vor Beginn der Feldprüfung zu definierende Anforderungen an die Qualitätskontrolle. Der Plan für die Probenahme und der Umgang mit Proben sollten Folgendes berücksichtigen:
- die Grundsätze der Probenahme, wie in der Normenreihe ISO 5667 [23] definiert;
 - das Bedürfnis, einen Feldprüfungsstandort auszuwählen, wobei sich die Merkmale der Probe nicht schneller als die Ansprechzeit der MD ändern; andernfalls kann keine gleichzeitige Probenahme für die Referenzmessung erreicht werden;
 - das Bedürfnis, den Sammelpunkt für die Stichprobenahme so nahe wie möglich an dem Standort zu positionieren, an dem die Probe in die MD entnommen wird, sodass die Stichprobe dasselbe Gewässer zur selben Zeit, wie die Messung der MD, widerspiegelt;
 - die Option zur Verwendung einer Probenleitung, die mit einem Ventil ausgestattet ist (z. B. T- oder Y-Konfiguration), die eine Zwischenstichprobenahme mit minimaler Unterbrechung des Flusses zum Analysegerät ermöglicht;
 - die im Stichprobenverfahren spezifizierte Anweisung zum Sammeln von Proben;
 - das Bedürfnis, die Stichprobe mit minimaler Störung zu sammeln;
 - das Bedürfnis, die Analyse direkt nach der Probenahme für Bestimmungsgrößen zu starten, die dazu tendieren, sich zwischen der Probenahme und der Analyse zu ändern (z. B. Chlor, pH, DO, Ammonium, Nitrat usw.), siehe EN ISO 5667-3;
 - das Bedürfnis, geeignete Probenkonservierungsverfahren zu nutzen, falls die Analyse später in einem Labor durchgeführt wird, um keine oder nur minimale Änderungen der Probe zu gewährleisten, siehe EN ISO 5667-3;
 - das Bedürfnis, Qualitätskontrollen einzuführen, wie es in EN ISO 5667-14 empfohlen wird.
- h) eine Schätzung der Unsicherheit der Probenahme. Die Probenahme und Probenaufbereitung können zusätzliche Abweichungen verursachen, wenn das Bias unter Feldprüfungsbedingungen bestimmt wird. Diese Abweichung muss durch die Definition einer fallspezifischen Unsicherheit der Probenahme während der Planungsphase der Feldprüfung und durch die Berücksichtigung dieser spezifischen Unsicherheit der Probenahme bei der Berechnung des Feldprüfungsergebnisses berücksichtigt werden. Die Definition einer fallspezifischen Unsicherheit der Probenahme muss auf Folgendem basieren:
- einer Beschreibung des Probenahmeverfahrens und der Probenaufbereitung (siehe g) oben);
 - einer Überprüfung der Risiken der Probenkontamination oder des Probenabbaus unter Feldbedingungen; der Eurachem-Bericht „Uncertainty arising from sampling“ und Nordtest TR604 beschreiben Verfahren zur Einschätzung dieser Beitragsfaktoren [24], [25];
 - den Grundsätzen in ISO 5725-1 bis -6 [26].
- i) den Arrangements zur Einführung und Aufrechterhaltung der Rückverfolgbarkeit der Dokumente;
- j) den Arrangements zur Bestimmung der Leistungskenngrößen der MD unter repräsentativen Betriebsbedingungen. Dies bedeutet, dass die Referenzmessungen (siehe 9.3) nur dann vorgenommen werden sollten, wenn sich das Verfahren oder die natürlichen Gewässer normal verhalten und alle Parameter innerhalb der Nennbetriebsbedingungen der MD liegen. Den Daten, die erhalten werden, wenn sich die Bedingungen außerhalb der Nennbetriebsbedingungen befinden, sie können protokolliert werden, um die Leistung aufzuzeigen;

- k) der kontinuierlichen Protokollierung der Ergebnisse der MD über den Zeitraum der Feldprüfung hinweg;
- l) den Arrangements zur Protokollierung der Feldprüfungsdaten und der unterstützten Aufzeichnungen der relevanten Daten und/oder Beobachtungen bezüglich der Verfahrensbedingungen oder Schwankungen der natürlichen Gewässer und der Umgebungsbedingungen, die während der Feldprüfung auftreten.

10.3 Abweichungen unter Feldprüfungsbedingungen

Es muss die Abweichung einer MD durch den Vergleich der von der MD erhaltenen Messwerte mit denen aus einem Referenzverfahren bestimmt werden.

Es müssen mindestens 24 Paare an Referenzmessungen (gleichzeitige Bestimmung anhand der MD und des Referenzverfahrens) über die Dauer der Feldprüfung hinweg vorgenommen werden. Das Timing der Ablesungen muss so gewählt werden, dass:

- sie über den gesamten Feldprüfungszeitraum verstreut sind;
- der Bestimmungsgrößenwert stabil ist (d. h. sich nicht um mehr als $\pm 5\%$ ändert, während jedes Messwertpaar abgelesen wird);
- sie zu verschiedenen Zeiten während des normalen Betriebszyklus(s) für den Standort durchgeführt werden, sprich täglich, wöchentlich oder monatlich;
- sie über einen so breiten Bereich an Bestimmungsgrößenwerten wie möglich am Prüfstandort verteilt werden;
- sie einen so breiten Bereich an Schwankungen der Prüfflüssigkeit wie möglich berücksichtigen;
- sie zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Punkten während des Wartungszyklus der MD durchgeführt werden.

Die Abweichung muss für jedes Paar an Referenzmessungen einzeln bestimmt werden (siehe Anhang B).

Für jedes Messpaar muss die Differenz zwischen der Referenzmessung und dem Messwert der MD als prozentuale (%) Abweichung angegeben werden (außer der pH-Wert und die Temperatur, für die Absolutwerte gelten). Die Verteilung der Ergebnisse muss berechnet und die dem 90. Perzentil entsprechenden Ergebnisse müssen protokolliert werden.

Die Ergebnisse müssen protokolliert werden.

10.4 Ansprechzeit

Änderungen der Ansprechzeit der MD müssen durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

Es müssen zwei Ansprechzeiten in Übereinstimmung mit 9.3.1 abgeschlossen werden. Die erste muss zu Beginn der Feldprüfung durchgeführt werden. Die zweite muss am Ende der Feldprüfung vor den geplanten manuellen und automatischen Wartungen durchgeführt werden.

Bei FMDs sollte die zweite Prüfung die in 9.3.1 beschriebenen Verfahren befolgen, aber die Prozessprobe als den Anfangswert nutzen und eine Lösung mit bekanntem Wert als zweite Lösung verwenden, die eine Konzentrationsänderung (Zunahme oder Abnahme) von mindestens 20 % des Messbereichs erzeugt.

Bei PMDs sollte die zweite Prüfung die in 9.3.1 beschriebenen Verfahren befolgen. Dies kann in einem Prüfinstitut mit Hilfe vorbereiteter Lösungen abgeschlossen werden oder, falls dies praktikabel ist, kann die Prozessprobe als anfängliche Lösung und eine Lösung mit bekanntem Wert als zweite Lösung verwendet werden, um eine Konzentrationsänderung (Zunahme oder Abnahme) von mindestens 20 % des Messbereichs zu erzeugen.

Bei der Prüfung am Ende der Feldprüfung muss darauf geachtet werden, dass bei Tauch- oder Einlagesensoren Störungen durch Fouling-Materialien beim Entnehmen aus der Prüfflüssigkeit sowie bei dem Übertragung zwischen Lösungen und dem Umrühren der Referenzlösungen möglichst nicht beseitigt werden.

Bei der Prüfung am Ende der Feldprüfung mit einer MD mit an der Durchflusszelle montierten Sensoren muss gewartet werden, bis der Messwert der Prozessflüssigkeit stabil wird und diese dann als die erste Lösung protokolliert werden. Die Versorgung der Prozessflüssigkeit muss abgeschaltet und die zweite Referenzlösung ohne Spülen der Rohre eingeführt werden.

Bei MDs, die im Chargenbetrieb betrieben werden, muss eine Konzentrationsänderung an dem Punkt im Betriebszyklus direkt nach der Probenahme vorgenommen werden.

ANMERKUNG Wenn eine zuvor installierte MD verwendet wird, können die Ansprechzeiten der Laborprüfungen anstelle der anfänglichen Ansprechzeitprüfungen verwendet werden.

10.5 Schwankung der Empfindlichkeit

Diese Prüfung wurde entwickelt, um die möglichen Empfindlichkeitsschwankungen der MD während der Feldprüfung zu bewerten. Die Empfindlichkeitsschwankung, zusammen mit der Ansprechzeit, ist eine Anzeige dafür, wie MDs unter realen Bedingungen arbeiten. Diese Prüfung kann mit der zweiten Ansprechzeitprüfung, die in Übereinstimmung mit 10.4 durchgeführt wird, kombiniert werden.

Die Kalibrierdaten (Neigung und Versatz) für jede automatische oder manuelle Kalibrierung während des Feldversuchs müssen aufgezeichnet und protokolliert werden.

Bei MDs, die keine automatische Kalibrierung umfassen, oder bei MDs, für die während der gesamten Dauer der Feldprüfung keine Kalibrierung erforderlich ist, müssen zwei Empfindlichkeitsprüfungen durchgeführt werden. Die erste muss zu Beginn der Feldprüfung und die zweite muss am Ende der Feldprüfung vor den geplanten manuellen und automatischen Wartungen durchgeführt werden.

Bei der Prüfung am Ende der Feldprüfung muss darauf geachtet werden, dass bei Tauch- oder Einlagesensoren Störungen durch Fouling-Materialien beim Entnehmen aus der Prüfflüssigkeit sowie bei dem Übertragung zwischen Lösungen und dem Umrühren der Referenzlösungen möglichst nicht beseitigt werden.

Bei der Prüfung am Ende der Feldprüfung mit an der Durchflusszelle montierten Sensoren muss gewartet werden, bis der Messwert der Prozessflüssigkeit stabil wird und diese dann als die erste Lösung protokolliert werden. Die Versorgung der Prozessflüssigkeit muss abgeschaltet und die zweite Referenzlösung ohne Spülen der Rohre eingeführt werden.

Bei MDs, die im Chargenbetrieb betrieben werden, muss eine Konzentrationsänderung an dem Punkt im Betriebszyklus direkt nach der Probenahme vorgenommen werden.

Die Empfindlichkeit der MD muss durch das folgende Verfahren bestimmt werden.

Die Sensoreinheit muss in aufsteigender Reihenfolge der Reihe nach zwei Referenzlösungen an den Prüfpunkten 3 und 5 ausgesetzt werden (siehe Tabelle 4). Es muss ausreichend Zeit für die Stabilisierung jedes Messwerts eingeräumt werden und es müssen die Messwerte jedes Ausgangs, z. B. von lokalen Anzeigen, analogen Ausgangssignalen und/oder digitalen Ausgangssignalen, protokolliert werden.

Diese Reihe an Prüfpunkten muss in absteigender Reihenfolge wiederholt werden.

Sowohl die berechnete Neigung als auch die Differenz des Messwerts über der Differenz der Referenzwerte sowie der Versatz für jede Empfindlichkeitsprüfung müssen protokolliert werden.

10.6 Wartung

Geplante und andere Wartungsarbeiten müssen während der Feldprüfung aufgezeichnet werden. Wartungsarbeiten umfassen sämtliche Handlungen, die erforderlich sind, um die MD funktionsfähig zu halten (z. B. Reinigung, Kalibrierung, Reparaturen). Bei Chargen-MDs dürfen Verfahren, die Teil des normalen Messzyklus sind, nicht in die Berechnung der Ausfallzeiten mit aufgenommen werden.

Die Dauer und Häufigkeit automatisierter Wartungs- oder Kalibrier Routinen müssen aufgezeichnet werden.

Änderungen der Häufigkeit von automatisierten oder geplanten manuellen Wartungsarbeiten während der Dauer der Feldprüfung müssen aufgezeichnet werden.

Wenn die Gesamtzeit, während die MD aufgrund einer Störung nicht betriebsfähig ist, mehr als zwei Wochen beträgt, sollte die Prüfung erweitert werden, um sicherzustellen, dass ausreichend Betriebsdaten gesammelt werden.

Folgendes muss hinsichtlich der ungeplanten Wartungsereignisse aufgezeichnet werden:

- Art der Störung;
- notwendige Handlungen zur Behebung der Störung;
- erforderliche Zeit in Mannstunden zur Behebung der Störung;
- Probleme oder Schwierigkeiten, die beim Befolgen der Empfehlungen des Herstellers hinsichtlich Störungsdiagnosen oder -reparaturen auftraten;
- Notwendigkeit der Anwesenheit des Herstellers vor Ort;
- ersetzte Komponenten;
- Gesamtzeit, während der die MD nicht funktionsfähig war, d. h. die Zeit vom Moment der Störung zur erneuten Inbetriebsetzung der MD.

10.7 Ausfallfreie Zeit

Diese Prüfung gilt nur für FMDs.

Die ausfallfreie Zeit ist die Fraktion der Gesamtzeit, die als Prozentsatz ausgedrückt wird und für die verwendbare Messdaten aus der FMD verfügbar sind. Sie wird mithilfe von Gleichung (2) berechnet.

$$V = 100 \left(\frac{t_G - t_A}{t_G} \right) \quad (2)$$

Dabei ist

- V die ausfallfreie Zeit, wird als Prozentsatz ausgedrückt;
- t_G die Gesamtbetriebszeit;
- t_A die Gesamtausfallzeit.