

INTERNATIONALE
EMPFEHLUNG

OIML R 129-2

Ausgabe von 2020 (D)

Mehrdimensionale Messgeräte

Teil 2: Messtechnische Kontrollen
und Leistungsprüfungen

Instruments de mesure multi-dimensionnels

Partie 2: Contrôles métrologiques et essais de performance

OIML R 129-2 Ausgabe 2020 (D)
(Übersetzung, Sprachrichtung E-D)



ORGANISATION INTERNATIONALE
DE METROLOGIE LEGALE

INTERNATIONALE ORGANISATION
FÜR DAS GESETZLICHE MESSWESEN

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Teil 2: Messtechnische Kontrollen und Leistungsprüfungen	4
1 Bauartprüfung	4
1.1 Dokumentation	4
1.2 Zur Prüfung eingereichte Messgeräte	5
1.3 Laboruntersuchung	5
1.4 Laborprüfungen	5
2 Ersteichung	9
2.1 Eichbedingungen	9
2.2 Konformität.....	9
2.3 Prüfkörper.....	9
2.4 Genauigkeitsprüfungen.....	9
2.5 Sonstige Prüfungen.....	9
3 Nacheichung	10
Anhang A – Leistungsprüfungen	11
A.1 Allgemeines	11
A.2 Prüfverfahren für Einflussfaktoren	14
A.3 Prüfverfahren für Störeinflüsse.....	17
A.4 Prüfungen für Licht- und Schalleinwirkungen	25
Anhang B – Vergleichstabelle	28
Anhang C – Bibliographie	30

Vorwort

Die Internationale Organisation für das gesetzliche Messwesen (OIML) ist eine weltweit arbeitende, zwischenstaatliche Organisation. Ihr Hauptziel ist es, die Vorschriften und messtechnischen Kontrollen, die von den nationalen Messdiensten ihrer Mitgliedsstaaten bzw. von verwandten Organisationen angewandt bzw. durchgeführt werden, zu harmonisieren.

Die wichtigsten Arten von OIML-Veröffentlichungen sind:

- **Internationale Empfehlungen (OIML R)**; dies sind Modellvorschriften, die die von bestimmten Messgeräten verlangten messtechnischen Eigenschaften, Methoden und Ausrüstungen zur Überprüfung ihrer Konformität festlegen. Die Mitgliedsstaaten der OIML sollen diese Empfehlungen weitestgehend umsetzen.
- **Internationale Dokumente (OIML D)**; diese Dokumente dienen der Information und sollen die Arbeit auf dem Gebiet des gesetzlichen Messwesens harmonisieren und verbessern.
- **Internationale Leitlinien (OIML G)**; diese dienen ebenfalls der Information und sollen Richtlinien zur Anwendung bestimmter Anforderungen im gesetzlichen Messwesen geben; und
- **Internationale grundlegende Veröffentlichungen (OIML B)**; diese definieren die Betriebsregeln der verschiedenen OIML-Strukturen und -Systeme.

Die Entwürfe der o. a. Internationalen Empfehlungen, Dokumente und Leitlinien werden von Projektgruppen erarbeitet, die mit Technischen Komitees (TC) oder Unterkomitees (SC) verbunden sind, die sich aus Vertretern der Mitgliedsstaaten zusammensetzen. Auf Beratungsbasis nehmen auch bestimmte internationale und nationale Institutionen teil. Zwischen der OIML und bestimmten Institutionen, wie z. B. ISO und IEC, sind Kooperationsabkommen geschlossen worden, um zu vermeiden, dass Anforderungen erstellt werden, die sich gegenseitig widersprechen; folglich können die Hersteller und Anwender von Messgeräten, Prüflaboratorien usw. gleichzeitig Veröffentlichungen der OIML und Veröffentlichungen anderer Institutionen anwenden.

Die "Internationalen Empfehlungen", die "Internationalen Dokumente", die "Internationalen Leitlinien" und die "Internationalen grundlegenden Veröffentlichungen" werden auf Englisch veröffentlicht (und im Titel mit "E" für "Englisch" abgekürzt) und ins Französische übersetzt (abgekürzt mit "F"). Sie werden regelmäßig überarbeitet.

Zusätzlich veröffentlicht die OIML **Vokabular (OIML V)** oder wirkt an dessen Veröffentlichung mit und beauftragt Experten aus dem gesetzlichen Messwesen in regelmäßigen Abständen mit der Erstellung von **Expertenberichten (OIML E)**. Diese Expertenberichte sollen Informationen und Ratschläge liefern und sind allein aus der Sicht des Autors verfasst, ohne ein Technisches Komitee (TC), Unterkomitee (SC) oder das CIML mit einzubeziehen. Daher geben sie nicht unbedingt den Standpunkt der OIML wieder.

Die vorliegende Veröffentlichung – OIML R 129-2, Ausgabe 2020 (D) – wurde von der Projektgruppe 1 des Technischen Unterkomitees TC 7/Unterkomitee SC 5 *Dimensional Measuring Instruments* erarbeitet. Sie wurde 2020 vom Internationalen Komitee für Gesetzliches Messwesen zur Veröffentlichung zugelassen. Diese Version ersetzt die Version aus dem Jahre 2000.

OIML-Veröffentlichungen können von der Internetseite der OIML im PDF-Format heruntergeladen werden. Weitere Informationen zu den OIML-Veröffentlichungen können vom Hauptbüro der Organisation mit folgender Anschrift bezogen werden:

Bureau International de Métrologie Légale

11, rue Turgot - 75009 Paris – Frankreich

Telefon: +33 (0)1 48 78 12 82

Fax: +33 (0)1 42 82 17 27

E-Mail: biml@oiml.org

Internet: www.oiml.org

Teil 2: Messtechnische Kontrollen und Leistungsprüfungen

Die OIML ist sich bewusst, dass eine gesetzliche messtechnische Kontrollstrategie, die für ein Land oder eine Region perfekt ist, nicht unbedingt auch die ideale Lösung für alle anderen ist. In der OIML D 16:2011 *Principles of assurance of metrological control* [1] werden die Faktoren, die bei der Gestaltung und Umsetzung effektiverer Kontrollsysteme zu berücksichtigen sind, erläutert. Teil 2 dieser Empfehlung beruht auf einem System mit mehreren Elementen, die eine Bauartprüfung und -zulassung, Ersteichung und messtechnische Überwachung umfassen.

1 Bauartprüfung

Hat eine Messgerätebauart die in Anhang A aufgeführten Untersuchungen und Prüfungen bestanden, wird davon ausgegangen, dass sie die Anforderungen von R 129-1, 4.2, 4.3 und 4.4 erfüllt.

1.1 Dokumentation

1.1.1 Allgemeine Dokumentation

Wird ein Messgerät bei einem nationalen Eichamt zur Bauartprüfung eingereicht, sind ihm hinreichende technische Informationen wie Zeichnungen, Spezifikationen, Fotos und Beschreibungen beizufügen, um ein umfassendes Verständnis der Konstruktions- und Funktionsweise des Messgeräts zu gewährleisten.

Angaben zu den im Speicher enthaltenen Messdaten sowie Berechnungsmethoden sind ebenfalls zur Verfügung zu stellen.

1.1.2 Softwaredokumentation

Diese Empfehlung verlangt von Herstellern keine zusätzlichen Erklärungen über die Korrektheit und Vollständigkeit der Dokumentation. Einzelne Länder können eine solche Erklärung jedoch als Teil der vorgegebenen Softwareprüfung verlangen.

Der Hersteller hat diese Dokumentation einzureichen, um eine fundierte Bewertung der rechtlich relevanten Software zu ermöglichen. Dazu gehören:

- eine Beschreibung der rechtlich relevanten Software und der Erfüllung der Anforderungen:
 - Liste der zum rechtlich relevanten Teil gehörigen Softwaremodule;
 - Beschreibung der Softwareschnittstellen des rechtlich relevanten Softwareteils sowie der Befehle und Datenflüsse über diese Schnittstellen;
 - Liste der zu schützenden Parameter und Beschreibung der Schutzmaßnahmen;
- eine Beschreibung einer geeigneten Systemkonfiguration und der erforderlichen Mindestressourcen (siehe R 129-1, B.5.1(a));
- eine Beschreibung der Schutzmaßnahmen für das Betriebssystem (Passwort usw., sofern anwendbar);
- eine Beschreibung der (Software-)Manipulationsschutzmethode(n);
- eine Übersicht der System-Hardware, z. B. Block-Schaltbild der Topologie, Computerart(en), Netzwerkart usw. Wird eine Hardwarekomponente als rechtlich relevant betrachtet oder erfüllt sie rechtlich relevante Funktionen, ist dies ebenfalls anzugeben;
- eine Beschreibung der Benutzerschnittstelle, Menüs und Dialoge;

- die Softwareidentifikation und eine Anleitung zur Anzeige der Identifikation an einem genutzten Messgerät;
- wenn die Software über eine Kontrolleinrichtung verfügt: eine Anleitung für den Zugriff auf die Kontrolleinrichtung;
- das Bedienerhandbuch;
- eine Liste der Befehle jeder Hardwareschnittstelle des Messgeräts/der Komponente;
- eine Beschreibung der Genauigkeit der Algorithmen (z. B. Filterung der Ergebnisse der A/D-Umsetzung, Preiskalkulation, Rundungsalgorithmen usw.);
- eine Beschreibung der gespeicherten oder übertragenen Datensätze;
- wenn die Software über eine Erkennung signifikanter Fehler verfügt: eine Liste der erkannten signifikanten Fehler und eine Beschreibung des Erkennungsalgorithmus;
- wenn die Software über eine Fehlererkennung verfügt: eine Liste der erkannten Fehler und eine Beschreibung des Erkennungsalgorithmus;
- eine Liste der von der Software erkannten Langzeitabweichungen und, sofern es zum Verständnis erforderlich ist, eine Beschreibung der Erkennungsalgorithmen.

1.2 Zur Prüfung eingereichte Messgeräte

Die Untersuchung ist an einem oder mehreren für Laborprüfungen eingereichten Mustergeräten durchzuführen. Können nicht alle Prüfungen im Labor vorgenommen werden, ist auch eine Untersuchung eines Mustergeräts vor Ort durchzuführen.

1.3 Laboruntersuchung

Das Messgerät ist zusammen mit der eingereichten Dokumentation zu untersuchen, um sicherzustellen, dass es den in R 129-1 festgelegten messtechnischen und technischen Anforderungen entspricht.

1.4 Laborprüfungen

1.4.1 Allgemeines

Laborprüfungen sind in Übereinstimmung mit den Nutzungsbeschränkungen durchzuführen, die auf dem Gerät vermerkt oder in der Begleitdokumentation enthalten sind.

1.4.2 Prüfkörper

Die Prüfung ist unter Verwendung geeigneter Prüfkörper in verschiedenen Größen und mit stabilen Maßen durchzuführen. Die Prüfkörper müssen undurchsichtig und starr sein sowie plane Flächen und klar definierte, gerade Kanten haben. Prüfkörper können aus Quadern bestehen, deren Abmessungen mit einer erweiterten Unsicherheit (Erweiterungsfaktor $k = 2$) von höchstens einem Drittel der Fehlergrenze bekannt sind. Bei Verwendung des Prüflings mit den extremen Werten der Einflussfaktoren sind die Abmessungen mit der gleichen Unsicherheit zu überprüfen. Die Abmessungen dieser Prüflinge müssen in dem Wertebereich liegen, der durch die vom Gerät messbaren Mindest- und maximalen Abmessungen begrenzt wird. Alle benachbarten Flächen und Kanten müssen im rechten Winkel zueinander liegen.

Die Abmessungen des Prüfkörpers müssen $N \times d$ sein, wobei N eine ganze Zahl und d der Skalenteilungswert ist. Eine zulässige Toleranz für das Produkt aus $N \times d$ ist $\pm 1/3 d$. Für die

verschiedenen Skalenteilungswerte, d. h. 1, 2 oder 5×10^n , wäre $N = 10, 20$ usw. ein geeigneter Prüfkörper für alle. Das gilt für Bauartprüfungen und Eichungsprüfungen.

Geräte können mit einer erweiterten Anzeigeeinrichtung oder einem Modus ausgestattet sein, die bzw. der die Anzeige mit einem Skalenteilungswert gleich oder kleiner als $1/5 d$ wiedergibt. Verfügt ein Gerät über eine solche Funktion und wird diese Funktion während der Bauartprüfung oder Eichung genutzt, sind die Abmessungen des Prüfkörpers nicht auf $N \times d$ begrenzt, sofern die Abmessungen des Prüfkörpers bekanntermaßen mindestens $1/5 d$ betragen.

1.4.3 Zulässige Anzeigen

Zur Einhaltung der Fehlergrenze sind Anzeigen zulässig, bei denen die Abweichung der Anzeige gleich oder kleiner als der Absolutwert der Fehlergrenze ist.

Zur Einhaltung des signifikanten Fehlers ist eine Differenz von $1 d$ zwischen Anzeigen mit und ohne den angewandten Störeinfluss zulässig. Eine Differenz von mehr als $1 d$ ist unzulässig.

1.4.4 Prüfungen für Einflussfaktoren, Störeinflüsse sowie Licht- und Schalleinwirkungen

Das Messgerät muss sich vor der Durchführung einer Prüfung und ohne einen Prüfkörper am Gerät in einem Null- oder Bereitschaftszustand befinden. Der Prüfkörper ist gemäß den Herstelleranweisungen zu platzieren. Unter Laborbedingungen geprüfte Geräte müssen die Fehlergrenze (R 129-1, 4.1.2) für Einflussfaktoren und Feuchtigkeitseinflüsse (R 129-1, 4.2.1) einhalten sowie die Anforderungen für signifikante Fehler bei Störeinflüssen (R 129-1, 4.3) erfüllen. Geräte auf Basis von Licht- oder Schalltechnik müssen die Fehlergrenze (R 129-1, 4.1.2) für Licht- und Schalleinwirkungen (R 129-1, 4.4) einhalten.

1.4.5 Prüfungen für unregelmäßig geformte Objekte

Bei unregelmäßig geformten Prüfkörpern muss die kleinste Abmessung dieses Prüfkörpers für eine Achse gleich oder größer als die Mindestabmessung für diese Achse sein. Die Abmessungen des Objekts müssen jedoch so genau bestimmt werden können, dass die Berechnung des kleinsten und das Objekt vollständig umhüllenden Quaders innerhalb der erforderlichen Unsicherheit möglich ist.

Ist das Gerät mit einem zu messenden Mindestüberstand gekennzeichnet, ist ein Prüfkörper mit einem Überstand dieser Größe zur Überprüfung des angegebenen Grenzwerts zu verwenden.

1.4.6 Prüfungen für verschiedene Ausrichtungen und Positionen

Erfordert das Gerät keine bestimmte Ausrichtung des Objekts, sind mehrere unterschiedliche Ausrichtungen zu prüfen.

Muss das Objekt für die Verwendung des Geräts nicht an einer bestimmten Position auf der Messebene platziert werden, sind mehrere unterschiedliche Positionen zu prüfen.

1.4.7 Prüfungen für automatische Geräte

Bei automatischen Geräten sind Prüfungen bei der Maximal- und Mindestgeschwindigkeit der Relativbewegung durchzuführen.

1.4.8 Prüfungen für Mehrbereichsmessgeräte (Messgeräte mit mehreren Auflösungen)

Bei Prüfungen für Mehrbereichsmessgeräte (Messgeräte mit mehreren Auflösungen) sind Prüfungen für alle Werte der Skaleneinteilung durchzuführen, d. h. d_1, d_2, \dots, d_r .

1.4.9 Prüfungen für unterschiedliche Oberflächen

Die Geräte sind mit Objekten mit verschiedenen Oberflächeneigenschaften zu prüfen, um die auf dem Gerät oder im Benutzerhandbuch angegebenen Grenzwerte für diese Eigenschaften zu überprüfen. R 129-1, Anhang A, enthält Leitlinien zu bekannten zu überprüfenden Oberflächeneigenschaften wie z. B. Farbe (einheitlich und uneinheitlich), Farbkontrast zur Messebene, Reflektivität sowie Schall- und Lichtabsorption, Transparenz, Rauheit und weitere.

1.4.10 Prüfungen für Schnittstellen

Verfügt das Gerät über eine Schnittstelle, über die Hilfseinrichtungen oder andere Geräte angeschlossen werden können, sind die Prüfungen mit einem angeschlossenen Mustergerät durchzuführen und für die verwendete Schnittstelle geltende Prüfungen anzuwenden (siehe R 129-1, 5.5.2). Die Prüfung der Störfestigkeit gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (siehe A.3.5) kann an einem Gerät durchgeführt werden, bei dem nur ein unterterminiertes Kabel an die Schnittstelle angeschlossen ist. Die Kabellänge richtet sich nach der einschlägigen Norm, auf die im Prüfverfahren verwiesen wird.

1.4.11 Softwarebewertung

Das mit der Software von mehrdimensionalen Messgeräten verbundene Risiko hat die Stufe I. Für Lösungen, die zur Erfüllung von Anforderungen mit dem normalen Schärfegrad implementiert werden, ist eine Validierung nach Prüfstufe A ausreichend.

Tabelle 1 unten bietet einen Überblick über die vorgeschlagenen Verifizierungs- und Bewertungsmethoden, die für diese Empfehlung maßgeblich sind.

Tabelle 2 unten bietet einen Überblick über die Kombination aus verschiedenen Softwareanforderungen und relevanten Bewertungsmethoden. Die Abkürzungen in *Tabelle 2* sind in Tabelle 1 definiert.

Tabelle 1 - Überblick über die vorgeschlagenen Verifizierungs- und Bewertungsmethoden

Abkürzung	Beschreibung	Anwendung	Voraussetzungen, Hilfsmittel für die Anwendung	Besondere Fähigkeiten für die Durchführung
AD	Analyse der Dokumentation und Bewertung der Konstruktion (D 31, 7.3.2.1 [2])	Immer	Dokumentation	-
VFTM	Verifizierung durch Prüfung der messtechnischen Funktionen (D 31, 7.3.2.2 [2])	Richtigkeit der Algorithmen, Messunsicherheit, Kompensations- und Korrekturalgorithmen, Regeln zur Preiskalkulation	Dokumentation, Muster	-
VFTSw	Verifizierung durch Prüfung der Software-	Korrekte Funktion von Kommunikation, Anzeige, Nachweis von	Dokumentation, Muster	-

Abkürzung	Beschreibung	Anwendung	Voraussetzungen, Hilfsmittel für die Anwendung	Besondere Fähigkeiten für die Durchführung
	funktionen (D 31, 7.3.2.3 [2])	Eingriffen, Schutz vor Betriebsfehlern, Parameterschutz, Erkennung signifikanter Fehler		

Tabelle 2 - Kombination aus Softwareanforderungen und relevanten Bewertungsmethoden

Anforderung (R 129-1)		Prüfstufe A (Normale Prüfstufe)
6.1	Softwareidentifikation	AD + VFtSw
6.2	Richtigkeit der Algorithmen und Funktionen	AD + VFtM
Sicherung und Schutz der Software, Parameter, Messdaten und des Werts der Messgröße		
6.3	Sicherung und Schutz der Software	AD + VFtSw
	Sicherung und Schutz der Parameter	AD + VFtSw
	Sicherung der Messdaten und des Werts der Messgröße	AD + VFtSw
6.4	Authentifizierung der dargestellten Messergebnisse	AD + VFtSw
6.5	Kontrolleinrichtung	AD + VFtSw
6.7	Erkennung signifikanter Fehler	AD + VFtSw
6.8	Unterstützung für Beständigkeitsschutz	AD + VFtSw
Anforderungen für spezifische Konfigurationen		
B.1.1 bis B.1.3	Trennung von Teilen	AD + VFtSw
B.2	Gemeinsame Anzeigen	AD + VFtSw
B.3	Datenspeicherung	AD + VFtSw
B.4	Übertragung von Informationen zum Messvorgang	AD + VFtSw
B.5	Betriebssystem	AD + VFtSw
B.6	Softwareaktualisierung (Software-Update)	AD + VFtSw

2 Ersteichung

2.1 Eichbedingungen

Die Ersteichung von Geräten wird für gewöhnlich nach der Installation und unter den vorgesehenen Nutzungsbedingungen durchgeführt. Die Installation und Nutzungsbedingungen müssen für die im Zertifikat der Bauartprüfung beschriebene Gerätekonstruktion geeignet sein und die Erfüllung der festgelegten Leistungsanforderungen ermöglichen.

2.1.1 Softwareverifizierung

Bei softwaregesteuerten Messgeräten muss die Verifizierung der Software Folgendes umfassen:

- (a) eine Überprüfung der Softwarekonformität, um zu bestätigen, dass es sich um die zertifizierte Version handelt (z. B. Überprüfung der Softwareidentifikation, Überprüfung der Integrität von Sicherung und Schutz),
- (b) eine Überprüfung der Konfiguration, um zu bestätigen, dass sie mit der ggf. im Zertifikat deklarierten Minimalkonfiguration kompatibel ist,
- (c) eine Überprüfung der Messfunktion, einschließlich der Preiskalkulation, sofern verfügbar, und
- (d) eine Überprüfung der rechtlich relevanten Parameter (insbesondere der Einstellungsparameter), um zu bestätigen, dass sie richtig eingestellt sind.

2.2 Konformität

Ein Gerät muss im Hinblick auf seine Konstruktion und messtechnischen Funktionen dem Zertifikat entsprechen.

Vorrichtungen wie Nullpunkteinstellung, Anzeigen, Drucker usw. sind auf ordnungsgemäße Funktion zu überprüfen.

Das Typenschild muss die erforderlichen Angaben enthalten, einschließlich des Bauart-Prüfzeichens.

Für sämtliche Hinweise, einschließlich im Zertifikat vorgeschriebener Hinweise zu Nutzungsbeschränkungen, ist zu überprüfen, dass sie für den Bediener jederzeit zugänglich sind und es Prozesse zur Gewährleistung ihrer Einhaltung gibt.

2.3 Prüfkörper

Prüfkörper müssen verfügbar sein und den Anforderungen von *1.4.2* entsprechen.

2.4 Genauigkeitsprüfungen

Genauigkeitsprüfungen sind entsprechend Prüfung *A.1.2* unter den zum Zeitpunkt der Eichung herrschenden Betriebsbedingungen durchzuführen.

2.5 Sonstige Prüfungen

Die folgenden Prüfungen sind je nach Anwendbarkeit und in Abhängigkeit von Betriebsart, Umgebung, Standort und Verwendungszweck des Geräts durchzuführen:

- (a) Prüfungen für unregelmäßig geformte Objekte (*1.4.5*);
- (b) Prüfungen für verschiedene Ausrichtungen und Positionen (*1.4.6*);

- (c) Prüfungen für automatische Geräte (1.4.7);
- (d) Prüfungen für Mehrbereichsmessgeräte (Messgeräte mit mehreren Auflösungen) (1.4.8);
und
- (e) Prüfungen für unterschiedliche Oberflächen (1.4.9)

3 Nacheichung

Sofern nationale Vorschriften nichts anderes festlegen, sind Nacheichprüfungen gemäß den in 2.4 vorgegebenen Genauigkeitsprüfungen unter Verwendung der in 2.3 genannten Prüfkörper durchzuführen. Für softwaregesteuerte Geräte ist die Softwareverifizierung gemäß 2.1.1 durchzuführen.

Anhang A – Leistungsprüfungen

(Verbindlich)

Unter den in R 129-1, 4.2, 4.3 und 4.4 genannten Einflussfaktoren, Störeinflüssen und Feuchtigkeitseinwirkungen durchgeführte Funktionsprüfungen stellen sicher, dass Messgeräte bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen, denen sie bei normalem Gebrauch wahrscheinlich ausgesetzt sind, ordnungsgemäß funktionieren.

A.1 Allgemeines

A.1.1 Aufwärmzeit des Geräts

Prüfmethode	Das Gerät ist für einen Zeitraum einzuschalten, welcher der vom Hersteller vorgegebenen Aufwärmzeit entspricht oder darüber hinausgeht. Das Gerät muss für die Dauer jeder Prüfung eingeschaltet sein.
Anwendbarkeit	Alle mehrdimensionalen Messgeräte.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in R 129-1, 5.1.7.
Prüfverfahren in Kürze	Es sind zwei Prüfkörper zu verwenden, einer nahe den Mindestabmessungen und einer nahe den Höchstabmessungen. Für jeden Prüfkörper ist eine Prüfung bei 0, 5, 15 und 30 Minuten nach der ersten Anzeige der Abmessungen nach dem Einschalten durchzuführen.
Prüfpegel	Die Ergebnisse bei jeder Abmessung der einzelnen Objekte sind mit der Fehlergrenze abzugleichen (R 129-1, 4.1.2). Diese Prüfung ist bei Referenzbedingungen durchzuführen (R 129-1, 4.1.7(c)).
Abnahmekriterien	Das Gerät ist korrekt (innerhalb der Fehlergrenze), sobald die Werte der Abmessungen angezeigt werden (R 129-1, 5.1.7). Alle Funktionen müssen wie vorgesehen arbeiten. Die Prüfungsergebnisse müssen die in R 129-1, 4.1.2, festgelegte Fehlergrenze einhalten.

A.1.2 Reproduzierbarkeit

Prüfmethode	Reproduzierbarkeit
Anwendbarkeit	Alle mehrdimensionalen Messgeräte.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in R 129-1, 4.2.1, bei wiederholter Messung.

Prüfverfahren in Kürze	Das Messgerät muss sich vor der Durchführung der Prüfung und ohne einen Prüfkörper im Messbereich in einem Null- oder Bereitschaftszustand befinden. Es sind Prüfkörper zu verwenden, die drei Messungen von fünf Abmessungen für jede Achse (L , B und H) unter Referenzbedingungen (R 129-1, 4.1.7(c)) ermöglichen, wobei diese Abmessungen in etwa abstandsgleich zwischen den Mindest- und Höchstabmessungen liegen sowie die Mindest- und Höchstabmessungen selbst umfassen oder in deren Nähe liegen müssen. Errechnete Werte sind auf korrekte Multiplikation und Rundung zu prüfen (R 129-1, 4.1.6).
Prüfpegel	Die Ergebnisse bei jeder Abmessung der einzelnen Objekte sind mit der Fehlergrenze abzugleichen (R 129-1, 4.1.2). Das Gerät muss bei jeder Messung der einzelnen Abmessungen korrekt sein (innerhalb der Fehlergrenze).
Abnahmekriterien	Alle Funktionen müssen wie vorgesehen arbeiten. Die Prüfungsergebnisse müssen die in R 129-1, 4.1.2, festgelegte Fehlergrenze einhalten.

A.1.3 Prüfungen für Einflussfaktoren

Das Messgerät muss sich vor der Durchführung der Prüfungen und ohne einen Prüfkörper im Messbereich in einem Null- oder Bereitschaftszustand befinden. Es sind Prüfkörper zu verwenden, die mindestens eine Messung von mindestens fünf Abmessungen für jede Achse (L , B und H) ermöglichen, wobei diese Abmessungen in etwa abstandsgleich zwischen den Mindest- und Höchstabmessungen liegen sowie die Mindest- und Höchstabmessungen selbst umfassen oder in deren Nähe liegen müssen. Bei den folgenden Prüfungen für Einflussfaktoren können Prüfkörper verwendet werden, die nur in der Nähe der Mindestabmessungen liegen:

- statische Temperaturen;
- feuchte Wärme; konstante Temperatur (keine Betauung).

Die Prüfungen sind zuerst unter Referenzbedingungen (R 129-1, 4.1.7 (c)) und dann unter jeder der in R 129-1, 4.2.1, vorgegebenen Extrembedingungen der Einflussfaktoren durchzuführen.

Wird die Einwirkung eines Einflussfaktors bewertet, sind alle anderen Faktoren relativ konstant bei einem Wert nahe den in R 129-1, 4.1.7(c), vorgegebenen Referenzbedingungen zu halten. Die Prüfungsergebnisse bei jeder Abmessung und Bedingung sind mit den Fehlergrenzen abzugleichen (R 129-1, 4.1.2). Ggf. ist die Abweichung zwischen Anzeigen mit der zulässigen Differenz (R 129-1, 4.1.4) abzugleichen. Errechnete Werte sind auf korrekte Multiplikation und Rundung zu prüfen (R 129-1, 4.1.6).

Die Einwirkung von Einflussfaktoren auf Schnittstellen (R 129-1, 5.5.2) oder einen elektronischen Manipulationsschutz (R 129-1, 6.3.1) ist ebenfalls zu überprüfen.

A.1.4 Prüfungen für Störeinflüsse

Prüfungen für Störeinflüsse sind bei allen elektronischen Geräten durchzuführen. Die Prüfung bei feuchter Wärme und zyklischer Temperaturänderung (A.3.6) ist nur bei Geräten durchzuführen, die zur Verwendung an Orten vorgesehen sind, wo sie mit Kondenswasser in Berührung kommen könnten.

Es sind Prüfungen mit mindestens einem Prüfkörper durchzuführen, zuerst bei Referenzbedingungen (R 129-1, 4.1.7(c)) und ohne Störeinfluss und anschließend unter Anwendung aller in R 129-1, 4.3, aufgeführten Störeinflüsse. Die Störeinflüsse sind nacheinander anzuwenden. Die Störeinflüsse sind im Anzeigemodus der drei Abmessungen (*L*, *B* und *H*) anzuwenden. Die Differenz zwischen den Prüfungen mit und ohne Störeinfluss ist mit dem signifikanten Fehler (R 129-1, 2.3.7) abzugleichen. Es sind alle Anzeigen zu überprüfen.

Die Einwirkung von Störeinflüssen auf Schnittstellen (R 129-1, 5.5.2) oder einen elektronischen Manipulationsschutz (R 129-1, 6.3.1) ist ebenfalls zu überprüfen.

A.1.5 Prüfungen für Licht- und Schalleinwirkungen

Die Prüfungen sind gemäß *A.1.3* unter Variation der in *A.4* genannten Licht- und Schalleinwirkungen durchzuführen.

Die Prüfungsergebnisse bei jeder Abmessung und Bedingung sind mit der Fehlergrenze (R 129-1, 4.1.2) abzugleichen.

A.1.6 Prüfungen für andere Einwirkungen

Prüfungen für (siehe *I.4.5* bis *I.4.10*)

- unregelmäßig geformte Objekte,
- verschiedene Ausrichtungen des Objekts,
- der Bereich der Relativbewegung,
- Mehrbereichsmessgeräte (Messgeräte mit mehreren Auflösungen)
- verschiedene Oberflächen, und
- Schnittstellen, sofern anwendbar

sind unter Referenzbedingungen (R 129-1, 4.1.7(c)) durchzuführen. Es sind die in *A.1.3* vorgegebenen Prüfungen zu verwenden, es sind jedoch mindestens drei Messungen von mindestens drei Abmessungen für jede Achse durchzuführen. Alle Ergebnisse sind mit der Fehlergrenze (R 129-1, 4.1.2) abzugleichen.

A.1.7 Anwendbare Prüfungen

Die folgenden Prüfungen gelten für die verschiedenen Arten elektronischer Messgeräte unter Anwendung der folgenden Betriebsbedingungen.

Tabelle A.1 – Anwendbare Prüfungen

Prüfung		E/S*	Mechanisches Messgerät	Optisches Messgerät	Akustisches Messgerät	Batteriebetrieben
<i>A.2.1</i>	Statische Temperaturen	E	x	x	x	x
<i>A.2.2</i> & <i>A.3.6</i>	Feuchte Wärme	E/S	x	x	x	x
<i>A.2.3</i>	Schwankungen der Netzspannung	E	x	x	x	
<i>A.2.4</i>	Niedrige Spannung der eingebauten Batterie	E	x	x	x	x

A.3.1	Abfälle, kurze Unterbrechungen und Verringerung der Netzspannung	S	x	x	x	
A.3.2	Schnelle transiente Störgrößen	S	x	x	x	
A.3.3	Elektrostatische Entladung	S	x	x	x	x
A.3.4	Stoßspannungen	S	x	x	x	x
A.3.5	Störfestigkeit gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern	S	x	x	x	x
A.4.1	Umgebungslicht			x		
A.4.2	Akustik				x	

* E = Einflussfaktor und S = Störeinfluss

Hinweis: Tabelle A.1 ist nicht erschöpfend, sondern veranschaulicht die Auswahlkriterien für die Prüfungen.

A.2 Prüfverfahren für Einflussfaktoren

Im Folgenden sind weitere Informationen zur Durchführung der Prüfverfahren für Einflussfaktoren angegeben. Das zu prüfende Gerät wird als Prüfobjekt bezeichnet.

A.2.1 Statische Temperaturen

Prüfmethode	Exposition gegenüber trockener Wärme (keine Betauung) und Kälte.
Anwendbarkeit	Alle mehrdimensionalen Messgeräte.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in A.1.3 und R 129-1, 4.2.1, unter hohen und tiefen Temperaturen.
Prüfverfahren in Kürze	Die Prüfung besteht aus der Exposition gegenüber den festgelegten hohen und tiefen Temperaturen bei „freier Luftzirkulation“ für den festgelegten Zeitraum (der festgelegte Zeitraum ist der Zeitraum nach dem Moment, in dem das Prüfobjekt Temperaturstabilität erreicht hat). Es wird eine Messung an jedem Prüfkörper unter Verwendung jedes Geräts und bei jeder Prüfbedingung gemacht.
Prüfpegel	Das Prüfobjekt ist gemäß A.1.3 zu prüfen: (a) bei einer Temperatur von 20 °C im Anschluss an die Konditionierung; (b) bei der festgelegten hohen Temperatur;

	<p>(c) bei der festgelegten tiefen Temperatur; und</p> <p>(d) erneut bei 20 °C im Anschluss an die Konditionierung.</p> <p>Die Temperaturänderung beim Erwärmen und Abkühlen darf nicht mehr als 1 °C/Min. betragen.</p> <p>Die absolute Luftfeuchtigkeit der Prüfatmosphäre darf nicht über 20 g/m³ liegen.</p> <p>Werden Prüfungen bei Temperaturen unter 35 °C durchgeführt, darf die relative Luftfeuchtigkeit 50 % nicht übersteigen.</p> <p>Expositionsdauer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mindestens 2 Std. (nach Stabilisierung des Prüfobjekts) bei der festgelegten hohen Temperatur; • mindestens 2 Std. (nach Stabilisierung des Prüfobjekts) bei der festgelegten tiefen Temperatur.
Abnahmekriterien	Alle Funktionen müssen wie vorgesehen arbeiten. Die Prüfungsergebnisse müssen die in R 129-1, 4.1.2, festgelegte Fehlergrenze einhalten.
Referenzen	OIML D 11 [3], IEC 60068-2-1 [4], IEC 60068-2-2 [5] und IEC 60068-3-1 [6].

A.2.2 Feuchte Wärme – konstante Temperatur (keine Betauung)

Prüfmethode	Exposition gegenüber feuchter Wärme bei konstanter Temperatur.
Anwendbarkeit	Alle elektronischen mehrdimensionalen Messgeräte.
Ziel der Prüfung	<p>Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in A.1.3 und R 129-1, 4.2.1, bei hoher Luftfeuchtigkeit und konstanter Temperatur.</p> <p>Die Prüfung bei konstanter Temperatur sollte immer dann angewendet werden, wenn Absorption und Adsorption die Hauptrolle spielen. Ist Diffusion von Bedeutung, Atmung hingegen nicht, ist in Abhängigkeit von der Art des Geräts und seiner Anwendung entweder die Prüfung bei konstanter oder bei zyklischer Temperatur vorzuschreiben.</p>
Prüfverfahren in Kürze	<p>Die Prüfung besteht aus der Exposition gegenüber der festgelegten hohen Temperatur sowie der festgelegten konstanten relativen Luftfeuchtigkeit für einen bestimmten Zeitraum.</p> <p>Das Prüfobjekt ist so zu handhaben, dass kein Wasser darauf kondensiert.</p> <p><i>Hinweis:</i> Es wird eine Messung an jeder Probe unter Verwendung jedes Geräts und bei jeder Prüfbedingung gemacht.</p>
Prüfpegel	Das Prüfobjekt ist gemäß A.1.3 zu prüfen:

	<ul style="list-style-type: none"> • bei den Referenzbedingungen von 20 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 %; • bei der festgelegten hohen Temperatur oder 40 °C, je nachdem welcher Wert niedriger ist, und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85 % nach 48 Std.; und • erneut bei 20 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 %.
Abnahmekriterien	Alle Funktionen müssen wie vorgesehen arbeiten. Die Prüfungsergebnisse müssen die in R 129-1, 4.1.2, festgelegte Fehlergrenze einhalten.
Referenzen	OIML D 11 [3], IEC 60068-2-78 [7] und IEC 60068-3-4 [8].

A.2.3 Schwankungen der Netzspannung

Prüfmethode	Anlegen einer niedrigen und hohen Netzspannung (einphasig).
Anwendbarkeit	Anwendbar für mehrdimensionale Messgeräte, die während des Betriebs vorübergehend oder dauerhaft an ein Wechselstromnetz angeschlossen werden.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in A.1.3 und R 129-1, 4.2.1, bei Schwankungen der Netzspannung zwischen oberem und unterem Grenzwert.
Prüfverfahren in Kürze	<p>Das Prüfobjekt ist bei konstanten Umgebungsbedingungen den in R 129-1, 4.2.1, vorgegebenen Schwankungen der Netzspannung auszusetzen.</p> <p>Es wird eine Messung an der Probe unter Verwendung jedes Geräts und bei jeder Prüfbedingung gemacht.</p> <p>Bei dreiphasigem Netzstrom ist die Spannungsschwankung nacheinander auf jede Phase anzuwenden.</p>
Prüfpegel	<p>Das Prüfobjekt ist gemäß A.1.3 zu prüfen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bei Nennspannung; • bei einem oberen Grenzwert von 110 % der Nennspannung; und • bei einem unteren Grenzwert von 85 % der Nennspannung. <p><i>Hinweis:</i> Die Nennspannung ist die vom Hersteller festgelegte Spannung. Ist ein Spannungsbereich angegeben, gilt der obere Grenzwert für den höchsten Wert des Bereichs und der untere Grenzwert für den niedrigsten Wert des Bereichs.</p>
Abnahmekriterien	Alle Funktionen müssen wie vorgesehen arbeiten. Die Prüfungsergebnisse müssen die in R 129-1, 4.1.2, festgelegte Fehlergrenze einhalten.
Referenzen	OIML D 11 [3], IEC 61000-4-1 [9] und IEC/TR3 61000-2-1 [10].

A.2.4 Niedrige Spannung der eingebauten Batterie

Prüfmethode	Anlegen der Mindestversorgungsspannung.
Anwendbarkeit	Anwendbar für alle mehrdimensionalen Messgeräte, die über eine eingebaute Batterie versorgt werden.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.3</i> und R 129-1, 4.2.1, bei niedriger Batteriespannung.
Prüfverfahren in Kürze	<p>Die Prüfung besteht aus der Exposition des Prüfobjekts gegenüber der vorgegebenen niedrigen Batteriespannung für einen Zeitraum, der zum Erreichen der Temperaturstabilität und zur Durchführung der erforderlichen Messungen reicht. Der maximale Innenwiderstand der Batterie und die Mindestbatteriespannung sind vom Gerätehersteller festzulegen.</p> <p>Wird anstelle der eingebauten Batterie eine alternative Stromquelle verwendet, z. B. bei einem Prüfstandsversuch, ist auch der Innenwiderstand des vorgegebenen Batterietyps zu simulieren.</p> <p>Die alternative Stromquelle muss bei der anwendbaren Versorgungsspannung ausreichend Strom erzeugen können.</p>
Prüfpegel	<p>Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.3</i> zu prüfen:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) bei Nennspannung; (b) bei unterschiedlichen verringerten Spannungen unterhalb der Nennspannung; und (c) 90 % der Mindestbatteriespannung. <p>Die Nennspannung ist die vom Hersteller festgelegte Spannung.</p>
Abnahmekriterien	Alle Funktionen müssen wie vorgesehen arbeiten. Die Prüfungsergebnisse müssen die in R 129-1, 4.1.2, festgelegte Fehlergrenze einhalten bzw. alternativ muss die Anzeige leer bleiben.
Referenzen	OIML D 11 [3].

A.3 Prüfverfahren für Störeinflüsse

A.3.1 Abfälle, kurze Unterbrechungen und Verringerung der Netzspannung

Prüfmethode	Einsatz kurzzeitiger Abfälle der Netzspannung unter Verwendung des in der anwendbaren Norm beschriebenen Prüfaufbaus.
Anwendbarkeit	Anwendbar für alle elektronischen mehrdimensionalen Messgeräte, die mit Netzspannung versorgt werden.

Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.4</i> und R 129-1, 4.3, bei kurzzeitigem Abfall der Stromversorgung.
Prüfverfahren in Kürze	Es ist ein Prüfgenerator zu verwenden, der sich zur Reduzierung der Amplitude der Netzspannung für den erforderlichen Zeitraum eignet. Die Leistung des Prüfgenerators muss vor dem Anschließen des Prüfobjekts überprüft werden. Die Prüfungen zur Verringerung der Netzspannung sind zehn Mal mit Pausen von mindestens 10 s zwischen den Prüfungen durchzuführen. Arbeitet das Gerät in einem Spannungsbereich, der 20 % der Mindestspannung entspricht oder größer ist, sollte die Prüfung mit Mindest- und Höchstspannung durchgeführt werden.
Prüfpegel	Jede Prüfung ist zehnmal mit einer Pause von mindestens 10 s durchzuführen. Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.4</i> mit den folgenden Reduzierungen zu prüfen: (a) Reduzierung auf 0 % für 0,5 Zyklen; (b) Reduzierung auf 0 % für 1 Zyklus; (c) Reduzierung auf 40 % für 10/12 Zyklen; (d) Reduzierung auf 70 % für 25/30 Zyklen; (e) Reduzierung auf 80 % für 250/300 Zyklen; und (f) Reduzierung auf 100 % für 250/300 Zyklen. <i>Hinweis:</i> Die Werte gelten jeweils für 50 Hz/60 Hz.
Abnahmekriterien	Wird ein signifikanter Fehler, der infolge des kurzzeitigen Stromabfalls eintritt, vom Gerät nicht erkannt bzw. reagiert es nicht darauf, darf der Fehler den in R 129-1, 2.3.7, festgelegten Wert nicht übersteigen.
Referenzen	OIML D 11 [3], IEC 61000-4-11 [11], IEC 61000-6-1 [12] und IEC 61000-6-2 [13].

A.3.2 Schnelle transiente Störgrößen

Prüfmethode	Einführung von Transienten in die Netzleitungen.
Anwendbarkeit	Anwendbar für alle mehrdimensionalen Messgeräte, die mit Netzspannung versorgt werden.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.4</i> und R 129-1, 4.3, bei Anwendung einer schnellen transienten Störgröße auf die Stromleitung, Eingangs-/Ausgangs-Regelkreise und Kommunikationsleitungen.

Prüfverfahren in Kürze	<p>Das Prüfobjekt ist schnellen transienten Störgrößen in Form von Spannungsspitzen auszusetzen. Die Prüfung ist unter konstanten Umgebungsbedingungen durchzuführen.</p> <p>Der Transientengenerator muss eine Ausgangsimpedanz von 50 Ω und 1000 Ω haben und vor dem Anschließen des Prüfobjekts eingestellt werden. Es sind mindestens zehn positive und zehn negative willkürlich abgestufte, plötzliche Spannungsspitzen mit einer doppelten Exponentialkurvenform anzuwenden. Jede Spitze muss eine Anstiegszeit von 5 ns und eine Halbamplitudendauer von 50 ns haben. Die Länge der schnellen transienten Störgröße muss 15 ms und der Zeitraum (Wiederholungsintervall) 300 ms betragen.</p>
Prüfpegel	<p>Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.4</i> mit den folgenden Amplituden (Scheitelwerte) zu prüfen:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) 2 kV für Stromleitungen; und (b) 1 kV für Eingangs-/Ausgangs-Regelkreise und Kommunikationsleitungen. <p>Mit einer Wiederholfrequenz der Impulse von 5 kHz \pm 20 %.</p>
Abnahmekriterien	<p>Wird ein signifikanter Fehler, der infolge der schnellen transienten Störgrößen eintritt, vom Gerät nicht erkannt bzw. reagiert es nicht darauf, darf der Fehler den in R 129-1, 2.3.7, festgelegten Wert nicht übersteigen.</p>
Referenzen	OIML D 11 [3] und IEC 61000-4-4 [14].

A.3.3 Elektrostatische Entladung

Prüfmethode	Exposition gegenüber elektrostatischen Entladungen (kurz: ESD).
Anwendbarkeit	Anwendbar für alle elektronischen mehrdimensionalen Messgeräte.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.4</i> und R 129-1, 4.3, bei Anwendung einer elektrischen Entladung.
Prüfverfahren in Kürze	<p>Das Prüfobjekt ist unter konstanten Umgebungsbedingungen sowohl direkten als auch indirekten elektrostatischen Entladungen auszusetzen.</p> <p>Es sind mindestens zehn Entladungen anzuwenden. Die Zeitspanne zwischen den aufeinanderfolgenden Entladungen muss mindestens eine Sekunde betragen.</p>
Prüfpegel	Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.4</i> bei einer Prüfspannung von bis zu (und einschließlich) 6 kV für die Kontaktentladung und 8 kV für die Luftentladung zu prüfen.

Abnahmekriterien	Wird ein signifikanter Fehler, der infolge der elektrostatischen Entladung eintritt, vom Gerät nicht erkannt bzw. reagiert es nicht darauf, darf der Fehler den in R 129-1, 2.3.7, festgelegten Wert nicht übersteigen.
Referenzen	OIML D 11 [3] und IEC 61000-4-2 [15].

A.3.4 Stoßspannungen

A.3.4.1 Stoßspannungen in Netzleitungen

Prüfmethode	Einführung von Stoßspannungen in die Netzleitungen.
Anwendbarkeit	Anwendbar für elektronische mehrdimensionale Messgeräte, die während des Betriebs vorübergehend oder dauerhaft an ein Wechselstromnetz angeschlossen werden.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.4</i> und R 129-1, 4.3, wenn die Netzspannung von Stoßspannungen überlagert wird.
Prüfverfahren in Kürze	<p>Es ist ein Stoßspannungsgenerator zu verwenden, wie er in der Referenznorm festgelegt ist. Die Eigenschaften des Generators müssen vor dem Anschließen des Prüfobjekts überprüft werden.</p> <p>Die Prüfung umfasst die Exposition gegenüber Stoßspannungen, für die in der Referenznorm Anstiegszeit, Pulsbreite, Scheitelwerte von Ausgangsspannung/-strom bei hoch-/niederohmiger Last und die Mindestzeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Pulsen festgelegt sind.</p> <p>Es sind mindestens drei positive und drei negative Stoßspannungen anzuwenden.</p> <p>Bei Netzleitungen sind die Stoßspannungen mit der Netzfrequenz zu synchronisieren und so zu wiederholen, dass die Stoßspannungen bei allen vier Phasenverschiebungen bei 0°, 90°, 180° und 270° mit der Netzfrequenz eingeführt werden.</p>
Prüfpegel	<p>Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.4</i> mit den folgenden Amplituden (Scheitelwerte) zu prüfen:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) 1 kV für Wechselstromnetz-Außenleiter; und (b) 2 kV für Wechselstromnetz-Außenleiter-Erde.
Abnahmekriterien	Wird ein signifikanter Fehler, der infolge der Stoßspannung eintritt, vom Gerät nicht erkannt bzw. reagiert es nicht darauf, darf der Fehler den in R 129-1, 2.3.7, festgelegten Wert nicht übersteigen.
Referenzen	OIML D 11 [3] und IEC 61000-4-5 [16].

A.3.4.2 Stoßspannungen in Signal-, Daten- und Steuerleitungen

Prüfmethode	Einführung von Stoßspannungen in Signal-, Daten- und Steuerleitungen.
Anwendbarkeit	Anwendbar für alle elektronischen mehrdimensionalen Messgeräte mit aktiven elektronischen Schaltungen, die während des Betriebs vorübergehend oder dauerhaft an elektrische Signal-, Daten- und/oder Steuerleitungen angeschlossen werden, die eine Länge von über 10 m haben können.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.4</i> und R 129-1, 4.3, wenn E/A- und Kommunikationsanschlüsse von Stoßspannungen überlagert werden.
Prüfverfahren in Kürze	<p>Es ist ein Stoßspannungsgenerator zu verwenden, wie er in der Referenznorm festgelegt ist. Die Eigenschaften des Generators müssen vor dem Anschließen des Prüfobjekts überprüft werden.</p> <p>Die Prüfung umfasst die Exposition gegenüber Stoßspannungen, für die in der Referenznorm Anstiegszeit, Pulsbreite, Scheitelwerte von Ausgangsspannung/-strom bei hoch-/niederohmiger Last und die Mindestzeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Pulsen festgelegt sind.</p> <p>Es sind mindestens drei positive und drei negative Stoßspannungen anzuwenden. Das anwendbare Koppelnetzwerk hängt von der Art der Verkabelung ab, in welche die Stoßspannung eingekoppelt wird, und ist in der Referenznorm festgelegt.</p> <p>Handelt es sich beim Prüfobjekt um ein integrierendes Messgerät, sind die Prüfimpulse während der Messdauer kontinuierlich anzuwenden.</p>
Prüfpegel	<p>Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.4</i> mit den folgenden Amplituden (Scheitelwerte) zu prüfen:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) 1 kV für unsymmetrische Leitungen – Außenleiter; (b) 2 kV für unsymmetrische Leitungen – Außenleiter-Erde; (c) 2 kV für symmetrische Leitungen – Außenleiter-Erde; und (d) 2 kV für geschirmte E/A- und Kommunikationsleitungen – Außenleiter-Erde.
Abnahmekriterien	Wird ein signifikanter Fehler, der infolge der Stoßspannung eintritt, vom Gerät nicht erkannt bzw. reagiert es nicht darauf, darf der Fehler den in R 129-1, 2.3.7, festgelegten Wert nicht übersteigen.
Referenzen	OIML D 11 [3] und IEC 61000-4-5 [16].

A.3.5 Störfestigkeit gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern

A.3.5.1 Hochfrequente elektromagnetische Felder

Prüfmethode	Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern.
Anwendbarkeit	Anwendbar für elektronische mehrdimensionale Messgeräte mit aktiven elektronischen Schaltungen.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.4</i> und R 129-1, 4.3, bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern.
Prüfverfahren in Kürze	<p>Das Prüfobjekt wird unter konstanten Umgebungsbedingungen elektromagnetischen Feldern mit der erforderlichen Feldstärke und Feldgleichmäßigkeit ausgesetzt.</p> <p>Die Höhe der festgelegten Feldstärke bezieht sich auf das von der unmodulierten Trägerwelle erzeugte Feld.</p> <p>Das Prüfobjekt ist dem modulierten Wellenfeld auszusetzen. Das Frequenzwobbeln ist nur zur Anpassung des HF-Signalpegels oder ggf. zum Umschalten von HF-Generatoren, Verstärkern und Antennen zu pausieren. Wird der Frequenzbereich schrittweise gewobbelt, darf die Schrittgröße 1 % des vorherigen Frequenzwerts nicht übersteigen.</p> <p>Die Verweilzeit des amplitudenmodulierten Trägers bei jeder Frequenz darf nicht kürzer sein als die Zeit, die für die Aktivierung und Reaktion des Prüfobjekts benötigt wird, aber in jedem Fall nicht kürzer als 0,5 s.</p> <p>Ausreichend starke Magnetfelder können in Einrichtungen verschiedenster Art und mit unterschiedlichem Aufbau erzeugt werden, deren Einsatz durch die Abmessungen des Prüfobjekts und den Frequenzbereich der Einrichtung beschränkt wird.</p> <p>Die erwarteten kritischsten Frequenzen (z. B. Taktfrequenzen) sind gesondert zu analysieren.</p>
Prüfpegel	Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.4</i> bei einer Feldstärke von 10 V/m, 80 % AM, 1 kHz Sinus über Frequenzbereiche von 26 MHz bis 3000 MHz für Prüfobjekte ohne Netzanschluss oder anderen Eingangsport und von 80 MHz bis 3000 MHz für Prüfobjekte mit Netzanschluss oder einem anderen Eingangsport zu prüfen.
Abnahmekriterien	Wird ein signifikanter Fehler, der infolge der elektromagnetischen Störanfälligkeit des Geräts eintritt, vom Gerät nicht erkannt bzw. reagiert es nicht darauf, darf der Fehler den in R 129-1, 2.3.7, festgelegten Wert nicht übersteigen.
Referenzen	OIML D 11 [3], IEC 61000-4-3 [17] und IEC 61000-4-20 [18].

A.3.5.2 Leitungsgeführte hochfrequente elektromagnetische Felder

Prüfmethode	Exposition gegenüber leitungsgeführten hochfrequenten elektromagnetischen Feldern.
Anwendbarkeit	Anwendbar für elektronische mehrdimensionale Messgeräte mit aktiven elektronischen Schaltungen.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.4</i> und R 129-1, 4.3, bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern.
Prüfverfahren in Kürze	<p>Das Prüfverfahren umfasst den Einsatz von hochfrequentem, elektromagnetischem Strom zur Simulation des Einflusses von elektromagnetischen Feldern, die unter Verwendung der in der Referenznorm festgelegten Koppel-/Entkoppelvorrichtungen in die Stromanschlüsse und E/A-Ports des Prüfobjekts eingekoppelt oder eingebracht werden.</p> <p>Die Leistung der aus einem HF-Generator, Entkoppelvorrichtungen, Dämpfer usw. bestehenden Prüfausrüstung ist zu überprüfen.</p> <p>Die Funktionsfähigkeit des Prüfobjekts ist zu beobachten (z. B. dargestellte Anzeigen und/oder Fehlermeldungen), während mindestens zehn Messungen unter Einfluss der leitungsgeführten hochfrequenten Felder durchgeführt werden.</p>
Prüfpegel	Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.4</i> bei einer HF-Amplitude von (50 Ω), 10 V (EMF), 80 % AM, 1 kHz Sinus über einen elektromagnetischen Frequenzbereich von 0,15 - 80 MHz zu prüfen.
Abnahmekriterien	Wird ein signifikanter Fehler, der infolge der elektromagnetischen Störanfälligkeit des Geräts eintritt, vom Gerät nicht erkannt bzw. reagiert es nicht darauf, darf der Fehler den in R 129-1, 2.3.7, festgelegten Wert nicht übersteigen.
Referenzen	OIML D 11 [3] und IEC 61000-4-6 [19].

A.3.6 Feuchte Wärme und zyklische Temperaturänderung (Betauung)

Prüfmethode	Exposition gegenüber feuchter Wärme und zyklischer Temperaturänderung.
Anwendbarkeit	Alle elektronischen mehrdimensionalen Messgeräte, die für den Einsatz an Orten vorgesehen sind, an denen sie mit Kondenswasser in Kontakt kommen könnten.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.4</i> und R 129-1, 4.3, bei hoher Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit zyklischen Temperaturänderungen.

Prüfverfahren in Kürze	<p>Die Prüfung umfasst die Exposition gegenüber einer zyklischen Temperaturänderung zwischen 25 °C und 40 °C, während die relative Luftfeuchtigkeit bei der Temperaturänderung und in den Phasen tiefer Temperaturen über 95 % und in den Phasen hoher Temperaturen bei oder über 93 % gehalten wird.</p> <p>Während des Temperaturanstiegs ist eine Betauung des Prüfobjekts zu erwarten.</p> <p>Der 24-Stunden-Zyklus umfasst:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Temperaturanstieg innerhalb von 3 Stunden; 2) Halten der Temperatur auf dem oberen Wert bis 12 Stunden nach dem Zyklusstart; 3) Senken der Temperatur auf das untere Temperaturniveau innerhalb von 3 bis 6 Stunden, wobei der Rückgang (Abfallgeschwindigkeit) in den ersten anderthalb Stunden so bemessen sein muss, dass das untere Temperaturniveau in einem Zeitraum von 3 Stunden erreicht werden würde; und 4) Halten der Temperatur auf dem unteren Niveau, bis der Zeitraum von 24 Stunden verstrichen ist. <p>In der Stabilisierungsphase vor und Erholungsphase nach der zyklischen Exposition muss die Temperatur aller Teile des Prüfobjekts innerhalb von 3 °C ihres Endwerts liegen.</p> <p>Ggf. sind besondere elektrische und Erholungsbedingungen festzulegen.</p>
Prüfpegel	<p>Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.4</i> zu prüfen bei:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 40 °C 2) Dauer: 24 Stunden 3) Anzahl der Zyklen: 2
Abnahmekriterien	<p>Nach Anwendung des Störeinflusses und der anschließenden Erholung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Messgerät muss einen signifikanten Fehler, der infolge der feuchten Wärme mit zyklischer Temperaturänderung auftritt, erkennen und darauf reagieren; oder • die Differenz zwischen jeder Anzeige vor der Prüfung und der entsprechenden Anzeige nach der Prüfung darf den in R 129-1, 2.3.7, festgelegten Fehlergrenzwert nicht übersteigen.
Referenzen	OIML D 11 [3], IEC 60068-2-30 [20], IEC 60068-3-4 [8].

A.4 Prüfungen für Licht- und Schalleinwirkungen

A.4.1 Umgebungslicht

Prüfmethode	Exposition gegenüber Schwankungen des Umgebungslichts.
Anwendbarkeit	Anwendbar für alle mehrdimensionalen Messgeräte auf Basis von Licht-techniken.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.5</i> und R 129-1, 4.4.
Prüfverfahren in Kürze	Das Prüfobjekt ist bei konstanten Umgebungsbedingungen Schwankungen des Umgebungslichts auszusetzen. Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.5</i> unter Verwendung einer herkömmlichen industriellen Weißlichtquelle (z. B. Halogenlampen in einem Raum wie einer Klimakammer, in dem die Beleuchtung geregelt werden kann) bei den folgenden Beleuchtungsstärken zu prüfen.
Prüfpegel	<p>(a) 200 lx bis 500 lx (Referenz);</p> <p>(b) 100 lx; und</p> <p>(c) lx bis 1.500 lx.</p> <p>Darüber hinaus sind die Prüfungen (a) und (c) bei ungleichmäßiger Beleuchtung zu wiederholen.</p> <p>Als Referenzlichtstärke werden 200 lx bis 500 lx angesehen.</p> <p>Die Pegel gelten, wenn das zu messende Objekt normal platziert wird.</p> <p>Die Leuchtdichte kann mit einem fotografischen Lichtmesser (Fotometer) gemessen werden, während die lichtdetektierende Fläche zur Lichtquelle zeigt.</p> <p>Bei der Lichtquelle für Prüfung (a) kann es sich um die normale, angemessen gedimmte Raumbeleuchtung handeln.</p> <p>Die Lichtquelle für die Prüfungen (b) und (c) kann ein Diaprojektor mit einer Halogen-Projektionslampe sein. Der Projektionswinkel zur Achse des Lichtwandlers des Messgeräts sollte ungefähr bei 45° liegen. Die festgelegten Beleuchtungsstärken können erreicht werden, indem der Projektor in unterschiedlichen Abständen zum Messgerät platziert wird. Es können andere Lichtquellen verwendet werden.</p> <p>Eine ungleichmäßige Beleuchtung kann mithilfe eines abgeklebten Dias im Diaprojektor erreicht werden, sodass auf dem Prüfkörper helle und dunkle Bereiche liegen.</p> <p>Gibt der Hersteller besondere Verwendungen für das Gerät außerhalb der festgelegten Schärfgrade an, sind auch Prüfungen bei diesen Pegeln durchzuführen (z. B. bei 15.000 lx für Sonnenlicht).</p>

Abnahmekriterien	<p>Alle Funktionen müssen wie vorgesehen arbeiten. Die Prüfungsergebnisse müssen die in R 129-1, 4.1.2, festgelegte Fehlergrenze einhalten.</p> <p>Es können alternative Funktionen vorgesehen werden, wenn das Gerät nur über einen begrenzten Lichtstärkebereich arbeitet; zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) Bei Überschreitung der Grenzwerte wird das Gerät automatisch außer Betrieb gesetzt oder es wird automatisch eine visuelle oder akustische Anzeige ausgegeben. (b) Das Gerät ist mit einer Lichtquelle ausgestattet, um sicherzustellen, dass der Grenzbereich eingehalten wird. Bei einem Ausfall der Lichtquelle gilt (a) oben.
------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A.4.2 Akustik

Prüfmethode	Exposition gegenüber Störgeräuschen.
Anwendbarkeit	Anwendbar für alle mehrdimensionalen Messgeräte auf Basis von Schalltechniken.
Ziel der Prüfung	Überprüfung der Konformität mit den Bestimmungen in <i>A.1.5</i> und R 129-1, 4.4.
Prüfverfahren in Kürze	Das Prüfobjekt ist bei konstanten Umgebungsbedingungen Störgeräuschen auszusetzen.
Prüfpegel	<p>Das Prüfobjekt ist gemäß <i>A.1.5</i> bei einem Schalldruckpegel von 100 dB bei der nominalen Mittenfrequenz (Resonanzfrequenz) des/der vom Prüfobjekt verwendeten Messwandler(s) zu prüfen. Die Schallquelle muss während des gesamten Messvorgangs unter Verwendung einer Sinuswellenform kontinuierlich betrieben werden.</p> <p>Bei Prüfobjekten mit mehreren Messwandlern ist jeder einzeln der Prüfung zu unterziehen.</p> <p>Die Schallquelle ist so zu positionieren, dass das Prüfobjekt nicht beschädigt oder die normale Verwendung des Prüfobjekts gemäß Herstelleranweisungen nicht behindert wird. Die Schallquelle ist auf den vom Prüfobjekt verwendeten Messwandler sowie entlang dessen Achse auszurichten (soweit das angesichts der Konstruktion des Prüfobjekts möglich ist). Der Schalldruck ist bei ausgeschaltetem Prüfobjekt an der Schallquelle zu messen. Die Schallquelle ist in einem Abstand von einem Meter zum vom Prüfobjekt verwendeten Messwandler aufzustellen. Die Prüfung ist in einem Raum durchzuführen, der groß genug ist, dass sich mit Ausnahme der Prüfausrüstung keine Wände oder Gegenstände in einem Umkreis von 2 m um das Prüfobjekt oder die Schallquelle befinden. Der Messwandler im Prüfobjekt und die Schallquelle müssen sich mindestens einen Meter über dem Boden befinden. Die Ausrüstung kann auf einem kleinen Tisch abgestellt werden.</p>

	<p>Die Prüfausrüstung umfasst:</p> <ul style="list-style-type: none">• Schallquelle; und• Schallpegelmesser.
Abnahmekriterien	<p>Alle Funktionen müssen wie vorgesehen arbeiten. Die Prüfungsergebnisse müssen die in R 129-1, 4.1.2, festgelegte Fehlergrenze einhalten. Alternativ hat das Prüfobjekt das Störgeräusch zu erkennen und die Durchführung von Messungen oder Funktionen zu verhindern.</p>

Anhang B – Vergleichstabelle

(Informativ)

OIML R 129-2:2020		OIML R 129:2000		Anmerkungen
Referenz	Beschreibung	Referenz	Beschreibung	
1.1.2	Softwaredokumentation			Neue Anforderungen für die zur Bauartzulassung einzureichende Softwaredokumentation.
1.4.2	Prüfkörper	11.1.4.2	Prüfkörper	Die Abmessungen der Prüfkörper müssen mit einer erweiterten Unsicherheit bekannt sein – geändert zu 1/3 der Fehlergrenze. Bei Prüfkörpern wurde die zulässige Toleranz für das Produkt aus $N \times d$ als $\pm 1/3 d$ festgelegt. Anforderungen an Prüfkörper zur Verwendung bei Geräten mit erweiterter Anzeigeeinrichtung.
1.4.11	Softwarebewertung			Neue Anforderungen an die Softwarebewertung und Bewertungsmethoden.
2.1.1	Softwareverifizierung			Neue zusätzliche Verifizierungsanforderungen für softwaregesteuerte Geräte.
3	Nacheichung	11.3	Nacheichung	Es wurden zusätzliche Anforderungen für softwaregesteuerte Geräte hinzugefügt.
Anhang A	Leistungsprüfungen	Anhang A	Leistungsprüfungen	Prüfungen geändert zur Anpassung an OIML D 11 2013 [3].
A.1.1	Aufwärmzeit des Geräts			Prüfung hinzugefügt.
A.1.2	Reproduzierbarkeit			Prüfung hinzugefügt.

OIML R 129-2:2020		OIML R 129:2000		Anmerkungen
Referenz	Beschreibung	Referenz	Beschreibung	
A.1.3	Prüfungen für Einflussfaktoren	A.1.1	Prüfungen für Einflussfaktoren	Anzahl der Prüfungen bei jeder Abmessung auf eine reduziert.
A.1.4	Prüfungen für Störeinflüsse	A.1.2	Prüfungen für Störeinflüsse	Durchführung der Prüfung bei feuchter Wärme und zyklischer Temperaturänderung in Abhängigkeit von Verwendungszweck und -ort des Messgeräts.
		A.1.5	Prüfungen für Feuchtigkeitseinwirkungen	Gelöscht und Anforderungen aufgeteilt auf Prüfung bei statischen Temperaturen und Prüfung bei feuchter Wärme mit Betauung.
A.3.6	Feuchte Wärme und zyklische Temperaturänderung			Durchführung der Prüfung bei feuchter Wärme und zyklischer Temperaturänderung in Abhängigkeit vom vorgesehenen Verwendungsort des Messgeräts (siehe OIML R 129-2:2020, A.3.6).
A.3.4	Stoßspannungen			Prüfung hinzugefügt. Prüfung der Auswirkungen von Stoßspannungen.
A.4.2	Akustische Prüfungen	A.4.2	Akustische Prüfungen	Änderung der Prüfung gegenüber der Vorgängerversion.

Anhang C – Bibliographie

(Informativ)

1. OIML D 16:2011 *Principles of assurance of metrological control*
2. OIML D 31:2019 *General requirements for software controlled measuring instruments – Specifies the general requirements applicable to software-related functionality in measuring instruments and gives guidance for verifying the compliance of an instrument with these requirements.*
3. OIML D 11:2013 *General requirements for measuring instruments - Environmental conditions*
4. IEC 60068-2-1 Ed. 6.0 (2007-03) *Environmental testing – Part 2: Test methods – Section 1: Test A: Cold*
5. IEC 60068-2-2 Ed 5.0 (2007-07) *Environmental testing – Part 2: Test methods – Section 2: Test B: Dry heat*
6. IEC 60068-3-1 Ed. 2.0 (2011-08) *Environmental testing – Part 3: Supporting documentation and guidance – Section 1: Cold and dry heat tests*
7. IEC 60068-2-78 Ed. 2.0 (2012-10) *Environmental testing – Part 2: Tests methods – Section 78: Test Cab: Damp heat, steady state*
8. IEC 60068-3-4 Ed. 1.0 (2001-08) *Environmental testing – Part 3: Supporting documentation and guidance – Section 4: Damp heat tests*
9. IEC 61000-4-1 Ed.3.0 (2006-10) *Basic EMC publication – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 1: Overview of IEC 61000-4 series*
10. IEC TR 61000-2-1 Ed. 1.0 (1990-05) *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment – Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signaling in public power supply systems*
11. IEC 61000-4-11 Ed.2.0 (2004-03) *Basic EMC Publication – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*
12. IEC 61000-6-1 Ed. 2.0 (2005-3) *Basic EMC Publication – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 1: Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*
13. IEC 61000-6-2 Ed. 2.0 (2005-01) *Basic EMC Publication – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 2: Immunity for industrial environments*
14. IEC 61000-4-4 Ed. 3.0 (2012-04) *Basic EMC Publication – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test*
15. IEC 61000-4-2 Ed. 2.0 (2008-12) *Basic EMC Publication – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test*

16. IEC 61000-4-5 Ed. 2.0 (2005-11), Correction 1 on Ed. 2.0 (2009-10) Basic EMC Publication – *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*
17. IEC 61000-4-3 consolidated Ed. 3.2 (2010-04) Basic EMC Publication – *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
18. IEC 61000-4-20 Ed 2.0 (2010-08) Basic EMC Publication – *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 20: Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides*
19. IEC 61000-4-6 Ed 4.0 (2013-10) Basic EMC Publication – *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*
20. IEC 60068-2-30 Ed 3.0 (2005-08) *Environmental testing – Part 2: Test methods – Section 30: Test Db: Damp heat, cyclic (12 + 12 hour cycle)*