

DIN EN 62828-1

ICS 17.220.20

Einsprüche bis 2015-08-19

Entwurf**Referenzbedingungen und Testmethoden für industrielle Messgrößenumformer –****Teil 1: Allgemeine Testmethoden für alle Arten von Messumformern (IEC 65B/972/CDV:2015);
Deutsche Fassung FprEN 62828-1:2015**

Reference conditions and procedures for testing industrial and process measurement transmitters –

Part 1: General procedures for all types of transmitters

(IEC 65B/972/CDV:2015);

German version FprEN 62828-1:2015

Conditions de référence et procédures pour l'essai des transmetteurs de mesure industrielle de processus –

Partie 1: Procédures générales pour tous les transmetteurs

(CEI 65B/972/CDV:2015);

Version allemande FprEN 62828-1:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-06-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 137 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 62828-1:2015 „Referenzbedingungen und Testmethoden für industrielle Messgrößenumformer – Teil 1: Allgemeine Testmethoden für alle Arten von Messumformern,“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 65B/972/CDV:2015 „Reference conditions and procedures for testing industrial and process measurement transmitters – Part 1: General procedures for all types of transmitters,“ unverändert in den Entwurf FprEN 62828-1:2015 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 65B „Measurement and control devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 961 „Elektrische Messwertaufnehmer und Messgrößenumformer“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

**Referenzbedingungen und Testmethoden für industrielle Messgrößenumformer –
Teil 1: Allgemeine Testmethoden für alle Arten von Messumformern**

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.1.1 Begriffe in Bezug auf die Genauigkeit	8
3.1.2 Begriffe im Bezug auf die Messunsicherheit	10
3.1.3 Begriffe im Zusammenhang mit Betrieb und Installation	11
3.1.4 Begriffe in Bezug auf Testverfahren	12
3.2 Abkürzungen	13
4 Allgemeine Gerätebeschreibung und -übersicht	13
4.1 Allgemeines und funktionales Blockdiagramm	13
5 Referenz-Test- und Betriebsbedingungen	14
5.1 Allgemeine Einführung	14
5.2 Referenz-Testbedingungen	14
5.2.1 Allgemeines	14
5.2.2 Atmosphärische Testbedingungen	14
5.2.3 Testbedingungen für die Hilfsenergie	14
5.2.4 Lastbedingungen (Bürdenspezifikationen)	15
5.2.5 Montageposition	15
5.3 Referenz-Betriebsbedingungen	15
5.3.1 Allgemeines	15
5.3.2 Betriebsbedingungen	15
5.3.3 Atmosphärische Umgebungsbedingungen	15
5.3.4 Vibration (Mechanische Erschütterung)	16
5.3.5 Schock, freier Fall	17
5.3.6 Netzteil	17
5.3.7 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	17
5.3.8 Lagerung und Transport (in nicht betriebsbereiten Zustand)	18
5.3.9 Gehäuseschutz gegen Festkörper, Flüssigkeiten (IP) und Eindringen (IK)	18
5.3.10 Gehäuseschutz gegen korrosive und erodierende Einflüsse	18
5.3.11 Elektrische Sicherheit (Isulationswiderstand, Spannungsfestigkeit)	19
5.3.12 Gefährvolle Umgebungsbedingungen (Betrieb in explosionsgefährdeten Atmosphären)	19
5.3.13 Funktionale Sicherheit	19
6 Testverfahren	19
6.1 Allgemeine Angaben	19

	Seite
6.1.1 Klassifikation der Tests	19
6.1.2 Vorbereitungen zum Test	21
6.2 Typprüfungen und Referenzbedingungen	21
6.2.1 Allgemeines	21
6.2.2 Messunsicherheit und verwandte Faktoren	21
6.2.3 Statisches Verhalten	27
6.2.4 Dynamisches Verhalten	30
6.3 Typprüfung bei Betriebsbedingungen	34
6.3.1 Allgemeines	34
6.3.2 Effekte auf Grund der Umgebungstemperatur	34
6.3.2 Effekte auf Grund der relativen Luftfeuchtigkeit	35
6.3.4 Vibrationen	36
6.3.5 Schock, Fall und Sturz	37
6.3.5 Beschleunigter Lebensdauer-Test	38
6.3.7 EMV-Prüfungen	38
6.3.8 Weitere Testverfahren	38
6.3.9 Zusätzliche Prüfungen für digitale Messumformer	38
6.4 Routine Tests	45
6.5 Empfohlene Akzeptanz- und Integrationstests	45
6.5.1 Werksabnahmetest FAT (Messgenauigkeit und andere)	45
6.5.2 Standortabnahmetests SAT (Sichtprüfung und Kalibrierungs-Test)	46
6.5.3 Site-Integrations-Tests SIT (Standort Kommunikationstest)	46
6.6 Sonstige Prüfungen und Kontrollen	46
6.6.1 Installationsprüfungen	46
6.6.2 Periodische Test/Wartungstests	46
7 Technische Dokumentation	47
7.1 Testbericht	47
7.2 Technische Dokumentation	47
Anhang A (informativ) Allgemeine Beschreibung eines Messumformers	48
A.1 Sensor-Subsystem	50
A.2 Datenverarbeitung	50
A.3 Output-Subsystem	50
A.4 Bedienoberfläche (Man-Machine-Interface – MMI)	50
A.5 Externe Systemschnittstelle	50
A.6 Stromversorgung Montage	51
A.7 Allgemeines	51
Anhang B (normativ) Überblick über die Tests bei den Referenzbedingungen	52
Anhang C (normativ)	54

	Seite
Anhang D (Informativ) Beispiel zur Ermittlung der Messunsicherheit.....	55
D.1 Die Messung beeinflussende Parameter	55
D.2 Abschätzung der Standardmessunsicherheit	55
D.3 Kombinierte Messunsicherheit.....	55
D.4 Erweiterte Messunsicherheit.....	55
Anhang E (informativ) Tests der Systemstabilität	56
E.1 Allgemeines.....	56
E.2 Designanalyse.....	56
E.3 Referenzbedingungen.....	56
E.4 Fehlereinführungstest für geräteinterne Fehler.....	57
E.5 Beobachtungen	58
E.5.1 Allgemeines.....	58
E.5.2 Berichterstattung und Rangfolge des Fehlerverhaltens.....	59
E.6 Menschliche Fehler	61
E.6.1 Fehlerhafte Bedienung.....	61
E.6.2 Wartung Fehlertest.....	62
E.6.3 Erwartungen und Berichterstattung	62
Anhang F (informativ) Test auf Datendurchsatz	63
F.1 Allgemeines.....	63
F.2 Transmitter Datendurchsatz (Stand-alone Konfiguration)	64
F.2.1 Referenzbedingungen.....	64
F.2.2 Testbedingungen	64
F.2.3 Beobachtungen und Messungen	65
F.3 Durchsatz in einem Feldbus-Konfiguration	65
F.3.1 Referenzbedingungen.....	65
F.3.2 Testbedingungen	65
F.3.3 Beobachtungen und Messungen	66
F.3.4 Vorsichtsmaßnahmen	66
Anhang G (informativ) Test von Funktionsblöcken	67
G.1 Allgemeines.....	67
G.2 Allgemeine qualitative Kontrollen	67
G.3 Zeitabhängige Funktionsbausteine	67
G.4 Zeitunabhängige Funktionsbausteine	67
Anhang H (informativ) Technische Dokumentation.....	68
H.1 Allgemeines.....	68
H.2 Datenblatt	68
H.3 Bedienungsanleitung.....	68
H.4 Sicherheitshandbuch.....	68

	Seite
H.5 EG-Konformitätserklärung	68
H.6 Zertifikate für den Einsatz im Ex-Bereich	69
H.7 Kalibrier-Zertifikate	69
H.8 Ersatzteilliste	69
H.9 Kennzeichnung	69
Bilder	
Bild 1 – Beispiel des Betriebsbereiches als Verhältnis von Bürdenwiderstand und Hilfsenergie	12
Bild 2 – Fehlerkurven	26
Bild 3 – Zwei Beispiele für die Antwort auf einen Eingangssprung	32
Bild 4 – Zwei Beispiele für die Frequenzantwort	33
Bild A.1 – Blockschaltbild eines analogen industrielle Messumformer (Beispiel)	48
Bild A.2 – Blockschaltbild eines intelligenten Industrie-Messumformers (Beispiel)	49
Bild E.1 – Beispielhaftes Block-Diagramm eines intelligenten industriellen Messumformers	57
Bild E.2 – Testwerkzeug für Kreise niedriger Impedanz	58
Bild E.3 – Matrix zur Beschreibung des Fehlerverhaltens	60
Bild E.4 – Rangfolge der verschiedenen Fehlermodi	61
Bild F.1 – Transmitter in Stand-alone Konfiguration	63
Bild F.2 – Transmitter als Mitglied in einer Feldbus Konfiguration	64
Tabellen	
Tabelle 1 – Atmosphärische Referenz-Testbedingungen	14
Tabelle 2 – Referenz-Umgebungstemperaturbedingungen	16
Tabelle 3 – Umgebungsbedingungen Feuchte	16
Tabelle 4 – Referenzwerte für den Vibrationstest	17
Tabelle 5 – Referenzwerte für Netzteile in Bezug auf Spannung und Frequenz	17
Tabelle 6 – Einstellungen von Nullpunkt und Spanne	20
Tabelle 7 – Anzahl der Messzyklen sowie Anzahl und Lage der Messpunkte	20
Tabelle 8 – Tabelle typischer Gerätefehler	25
Tabelle 9 – Checkliste für die Geräte Funktionalität	39
Tabelle 10 – Checkliste für die Konfigurierbarkeit	40
Tabelle 11 – Checkliste für die Hardware-Konfiguration	40
Tabelle 12 – Checkliste für die Anpassungs- und Einstellungs-Verfahren	41
Tabelle 13 – Checkliste für die Bedienbarkeit	42
Tabelle 14 – Checkliste für Abhängigkeiten	43
Tabelle 15 – Checkliste für die Herstellerunterstützung	44
Tabelle 16 – Auflistung der Funktionen eines Messumformer für eine Messgröße	44
Tabelle 17 – Auflistung der Funktionen eines Messumformer für kombinierte Messgrößen (Beispiel)	45
Tabelle B.1 – Überblick über die Tests bei den Referenzbedingungen	52
Tabelle C.1 – Überblick über die Tests bei Betriebsbedingungen	54

Einleitung

Die meisten der momentan gültigen IEC Normen sind bereits ziemlich alt und wurden geschaffen unter dem Gesichtspunkt der analogen Technologien. Die heute gebräuchlichen digitalen Mess(größen)umformer unterscheiden sich erheblich von den analogen Messumformern: Sie verfügen über eine viel größere Funktionalität und neuere Schnittstellen, einerseits im Hinblick auf die datenverarbeitenden Teile (meist digitale Elektronik) und andererseits in den eigentlichen Messaufgaben (meist mechanischer Art). Obwohl einige Normen für digitale Messumformer bereits existieren, sind diese nicht ausreichend, da einige Aspekte der Leistungsfähigkeit nicht durch geeignete Testmethoden beschrieben sind

Darüber hinausgehend sind viele normative IEC Richtlinien für Messumformer über eine Vielzahl vom Dokumenten verteilt, so dass es für Hersteller und Anwender schwierig, unpraktisch und zeitaufwändig ist, die für eine spezifische Messgröße (Druck, Temperatur, Durchfluss, Füllstand, etc....) gültigen Normen zusammenzutragen.

Um nun den Herstellern und Anwendern zu helfen wurde entschieden, die existierenden Normen zu überarbeiten, komplettieren und reorganisieren und eine neue, besser geeignete, effektivere und umfassendere Normenreihe zu schaffen, die systematisch alle notwendigen Informationen und Tests für die verschiedenen Messumformer zusammenfasst.

Damit die angeführten Anforderungen erfüllt werden und auch die verschiedenen Interessengruppen einen Mehrwert erhalten soll die neue Normenreihe für Messumformer die folgenden Hauptaspekte enthalten:

- Anwendbare normative Referenzen
- Spezifizierte Begriffe und Definitionen
- Typische Konfigurationen und Architekturen für die verschiedenen Messgrößen
- Aspekte der Hard- und Software
- Schnittstellendefinitionen (zum Prozess, zum Bediener und zu anderen Mess- und Regelgeräten)
- Physikalische, mechanische und elektrische Anforderungen und zugehörige Tests, eindeutige Definition der Testkategorien: Typprüfungen, Abnahmetests und Routinetests
- Eigenschaften (Spezifikation, Tests und Bestätigung)
- Umweltschutz, Applikationen in Gefahrenbereichen, funktionale Sicherheit, etc. Struktur der technischen Gerätedokumentation

Die Normenreihe ist wie folgt angelegt, damit alle aufgeführten Gesichtspunkte systematisch behandelt werden können:

- IEC 62828-1 „*Reference conditions and procedures for testing industrial measurement transmitters – Part 1: General procedures for all types of transmitters*“, to specify all the common aspects of the PMTs;
- IEC 62828-2 „*Reference conditions and procedures for testing industrial measurement transmitters – Part 2: Specific procedures for pressure transmitters*“, to specify all the additional and complementary specific aspects that apply to the pressure PMTs;
- IEC 62828-3 „*Reference conditions and procedures for testing industrial measurement transmitters – Part 3: Specific procedures for temperature transmitters*“, to specify all the additional and complementary specific aspects that apply to the temperature transmitters;
- IEC 62828-4 „*Reference conditions and procedures for testing industrial measurement transmitters – Part 4: Specific procedures for level transmitters*“, to specify all the additional and complementary specific aspects that apply to the level transmitters;
- IEC 62828-5 „*Reference conditions and procedures for testing industrial measurement transmitters – Part 5: Specific procedures for flow transmitters*“, to specify all the additional and complementary specific aspects that apply to the flow transmitters.

1 Anwendungsbereich

Dieser erste Teil der IEC 62828 Normenreihe beschreibt die allgemeinen Referenzbedingungen und Testmethoden, die auf alle Arten der Messumformer angewendet werden können, die in Mess- und Regelsystemen sowie im Maschinen-/Anlagenbau eingesetzt werden. Zusätzliche spezielle Testmethoden für bestimmte Arten von Messumformern (für Druck, Temperatur, Füllstand, Durchfluss) werden in weiteren Teilen dieser Normenreihe behandelt.

In dem folgenden Text sind mit dem Term „industrielle Messumformer“ alle Arten von Messumformern gemeint, die in Mess- und Regelsystemen sowie im Maschinen-/Anlagenbau eingesetzt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

CISPR 11:2009, *Industrial scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

IS 10012:2004, *Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO/IEC Guide 99:2007, *International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

IEC 60050-300:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

- *Part 300: Electrical and electronic measurements and measuring instruments*
- *Part 311: General terms relating to measurements*
- *Part 312: General terms relating to electrical measurements*
- *Part 313: Types of electrical measuring instruments*
- *Part 314: Specific terms according to the type of instrument*
- *Part 351: Automatic control*

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6:2008, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-31:2008, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks*

IEC 60068-2-78:2009, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test CAB: Damp heat, steady state*

IEC 60529: 2013, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*

IEC 61010-1:2010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61298-1:2008, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 1: General considerations*

IEC 61298-2:2008, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 2: Tests under reference conditions*

IEC 61298-3:2008, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 3: Tests for the effects of influence quantities*

IEC 61298-4:2008, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 4: Evaluation report content*

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

IEC 61508-1/7:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61511-1/3:2003, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector*

IEC 61987-1:2006, *Industrial-process measurement and control – Data structures and elements in process equipment catalogues – Part 1: Measuring equipment with analogue and digital output*

IEC 61987-10:2009, *Industrial-process measurement and control – Data structures and elements in process equipment catalogues – Part 10: List of Properties (LOPs) for Industrial-Process Measurement and Control for Electronic Data Exchange – Fundamentals*

IEC 61987-11:2012, *Industrial-process measurement and control – Data structures and elements in process equipment catalogues – Part 11: List of Properties (LOP) of measuring equipment for electronic data exchange – Generic structures*

IEC 62061:2005, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62262:2002, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK Code)*

IEC 62381:2012, *Automation systems in the process industry – Factory acceptance test (FAT), site acceptance test (SAT) and site integration test (SIT)*

IEC 62382:2012, *Control systems in the process industry – Electrical and instrumentation loop check*

IEC TS 62098:2000, *Evaluation methods for microprocessor based instruments*

IEC 61158 series, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems*

IEC 61499 series, *Function blocks for embedded and distributed control systems design*

IEC 61804 series, *Function blocks (FB) for process control*

OIML D 10:2007, *Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments*

IEC 60654-1:1993, *Industrial-process measurement and control equipment – Operating conditions – Part 1: Climatic conditions*

IEC 60654-2:1979 and IEC 60654-2-am.1:1992, *Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment – Part 2: Power*

IEC 60654-3:1983, *Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment – Part 3: Mechanical influences*

IEC 60654-4:1987, *Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment – Part 4: Corrosive and erosive influences.*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

Die Begriffe sind in drei Gruppen gegliedert:

3.1.1 Begriffe in Bezug auf die Genauigkeit

3.1.1.1

Variable

ist eine physikalische Messgröße oder Bedingung, deren/dessen Wert sich ändern kann und der normalerweise gemessen wird

[QUELLE: IEC 60050-351:2006, 351-21-01]

3.1.1.2

Signal

ist eine physikalische Messgröße, bei der ein oder mehrere Parameter eine oder mehrere Einheiten befördern

[QUELLE: IEC 60050-351:2006, 351-21-51]

3.1.1.3

Messbereich

ist der Wertebereich, der durch zwei Extremwerte definiert ist, innerhalb dessen die Messgröße mit der spezifizierten Genauigkeit gemessen werden kann

[QUELLE: IEC 60050-351:2006, 351-27-11]

3.1.1.4

Messspanne

ist der absolute Wert der Differenz der beiden Extremwerte des Messbereichs

[QUELLE: IEC 60050-351:2006, 351-27-12]

3.1.1.5

Genauigkeit (eines Messgerätes)

charakterisiert die Fähigkeit eines Messgerätes den Messwert anzuzeigen, der so nahe wie möglich am wahren Wert liegt

[QUELLE: IEC 60050-311:2006, 311-06-08]

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Ausdruck wird im Zusammenhang mit dem „wahren Wert“ verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Ausdruck „Genauigkeit“ ist der Beste um die Nähe des angegebenen Wertes zum zugehörigen wahren Wert zu charakterisieren.

3.1.1.6

Ungenauigkeit

ist die maximale positive und negative Abweichung von der spezifizierten Übertragungsfunktion, die beim Test eines Gerätes unter festgelegten Bedingungen und Verfahren beobachtet worden sind

3.1.1.7

Fehler

ist der Unterschied zwischen einem/einer berechneten, beobachteten oder gemessenen Wert/Bedingung und dem/der wahren theoretisch korrekten Wert/Bedingung

[QUELLE: IEC 60050-191:2006, 191-05-24]

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Fehler kann durch ein fehlerhaftes Gerät, z. B. einem Berechnungsfehler durch eine Computer mit Fehlfunktion, verursacht werden.

3.1.1.8

Absolutfehler

ist die algebraische Differenz zwischen dem angezeigten Wert und einem Vergleichswert

[QUELLE: IEC 60050-311:2006, 311-01-05]

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Ausdruck wird im Zusammenhang mit dem „wahren Wert“ verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Vergleichswert sollte der wahre Wert der Messgröße sein. Da jedoch der wahre Wert generell nicht bestimmt werden kann, wird statt dessen ein „konventioneller wahrer Wert“ verwendet.

3.1.1.9

Relativer Fehler

ist das Verhältnis zwischen dem absoluten Fehler und dem Vergleichswert

[QUELLE: IEC 60050-311:2006, 311-01-017]

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Ausdruck wird im Zusammenhang mit dem „wahren Wert“ verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Vergleichswert sollte der wahre Wert der Messgröße sein. Da jedoch der wahre Wert generell nicht bestimmt werden kann, wird stattdessen ein „konventioneller wahrer Wert“ verwendet.

3.1.1.10

Messfehler

ist der größte positive oder negative Wert des Fehlers vom Mittelwert an jedem Punkt der Messung

3.1.1.11

Konformität

ist die Fähigkeit der Übereinstimmung eines Messgerätes eine Anzeige zu produzieren, die einer spezifizierten Übertragungsfunktion entspricht (diese kann linear, logarithmisch, parabolisch, etc. sein)

3.1.1.12

Linearität

ist die Fähigkeit eines Messgerätes eine Anzeige zu produzieren, die eine lineare Beziehung zu einer definierten Messgröße hat unabhängig von Einflussgrößen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Methode, den Mangel an Linearität auszudrücken ist für die verschiedenen Arten von Messgeräten verschieden und wird jeweils entsprechend definiert.

[QUELLE: IEC 60050-311:2006, 311-06-05]

3.1.1.13

Wiederholgenauigkeit

ist die Nähe der Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen aufeinanderfolgender Messungen der gleichen Messgröße, die unter den gleichen Bedingungen ausgeführt wurden:

- mit dem gleichen Messverfahren
- durch den gleichen Beobachter/Bediener
- mit dem gleichen Messgerät unter gleichen Bedingungen
- in dem gleichen Labor
- in relative kurzen Zeitabständen

[QUELLE: IEC 60050-311:2006, 311-06-06]

3.1.1.14

Hysteresis

Nähe der Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen aufeinanderfolgender Messungen des gleichen Messwertes, wenn dieser aus entgegengesetzter Richtung angefahren wird. Die Differenz zwischen den Anzeigewerten, die aus entgegengesetzter Richtung erzeugt wurden, ist ein Maß für die Hysteresis.

[QUELLE: IEC 60050-351:2006, 351-24-15, modifiziert]

3.1.1.15

Totband (Totbereich)

ist ein endlich begrenzter Bereich, in dem eine Änderung des Eingangswertes keine messbare Änderung der Ausgangswertes / Anzeigewertes bewirkt

[QUELLE: IEC 60050-351:2006, 351-24-14, modifiziert]

3.1.2 Begriffe im Bezug auf die Messunsicherheit

3.1.2.1

Messgröße

ist die physikalische Quantität, die gemessen werden soll

[QUELLE: VIM 2.6; ISO/IEC Guide 99:2007]

3.1.2.2

Messung

ist der Prozess zur experimentellen Erhaltung quantitativer Werte die vernünftiger Weise der Messgröße zugeordnet werden können

[QUELLE: VIM 2.1; ISO/IEC Guide 99:2007]

3.1.2.3

Messunsicherheit

ist ein dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die auf der Basis der verfügbaren Informationen in vernünftiger Weise der Messgröße zugeordnet werden können.

[QUELLE: VIM 2.28; ISO/IEC Guide 99:2007]

3.1.2.4

Kombinierte Standard-Messunsicherheit

ist die individuelle Standard-Messunsicherheit kombiniert mit weiteren Standard-Messunsicherheiten bezogen auf die gleiche Messgröße in einer Modellgleichung

[QUELLE: VIM 2.31; ISO/IEC Guide 99:2007]

3.1.2.5

Messunsicherheits Budget

ist die Beschreibung, wie die Messunsicherheit, ihre Komponenten, Kombination und Berechnung ausgeführt wird

[QUELLE: VIM 2.33; ISO/IEC Guide 99:2007]

3.1.2.6

Erweiterte Messunsicherheit

ist das Produkt der kombinierten Standard-Messunsicherheit mit einem Erweiterungsfaktor größer als eins für einen anzunehmenden Überdeckungsbereich. Im Allgemeinen ist dieser Faktor gleich zwei für einen Überdeckungsbereich (Vertrauensbereich) von annähernd 95 %.

[QUELLE: VIM 2.35; ISO/IEC Guide 99:2007]

3.1.2.7

Erweiterungsfaktor

ist ein Zahlenwert größer als eins mit dem die kombinierte Messunsicherheit multipliziert wird um die erweiterte Messunsicherheit zu erhalten

[QUELLE: VIM 2.38; ISO/IEC Guide 99:2007]

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Symbol für den Erweiterungsfaktor ist gewöhnlich der Buchstabe „k“ (Siehe ISO/IEC GUM Guide 98-3:2008, 2.3.6)

3.1.2.8

Messunsicherheit des Messgerätes

ist eine Komponente der Messunsicherheit, die von dem Messgerät oder Messsystem herrührt

[QUELLE: VIM 4.24; ISO/IEC Guide 99:2007]

3.1.2.9

Genauigkeitsklasse

ist die klassifizierte Genauigkeit (Messunsicherheit) eines Messgerätes oder Messsystems die festgelegten metrologischen Anforderungen insofern entspricht, dass sich die Messunsicherheit oder der Messgerätefehler unter spezifizierten Bedingungen innerhalb festgelegter Grenzen befindet

[QUELLE: VIM 4.25; ISO/IEC Guide 99:2007]

3.1.2.10

Maximal zulässiger Fehler

ist der Extremwert des Messfehlers im Bezug auf einen bekannten Referenzwert der Messgröße, gewährleistet durch Spezifikation oder (gesetzliche) Regelung für eine gegebene Messung, ein gegebenes Messgerät oder Messsystem

[QUELLE: VIM 4.26; ISO/IEC Guide 99:2007]

3.1.3 Begriffe im Zusammenhang mit Betrieb und Installation

3.1.3.1

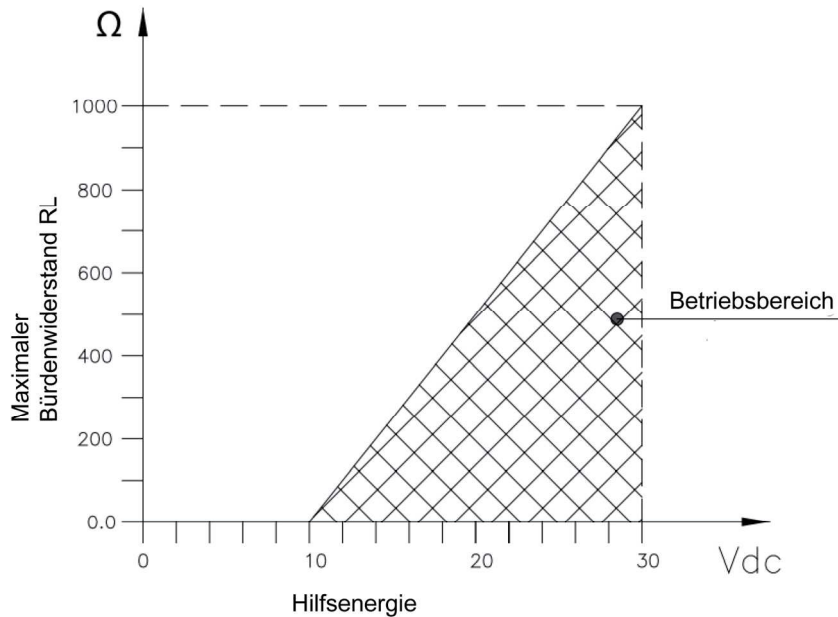
Grenzbereich der Netzversorgung

ist der Betriebsbereich, der den erlaubten Bereich der Versorgungsspannung und der Ausgangsbürde (Lastwiderstand) für Druckmessumformer mit z. B. 4 mA bis 20 mA festlegt, dessen Werte in der Spezifikation nicht überschritten werden können. Im Falle eines digitalen Ausgangs über ein Bussystem wie z. B. Foundation Field Bus (FF-Bus), garantiert der Hersteller die Kommunikation innerhalb der Grenzwerte der Hilfsenergie unter Volllasttemperatur. Siehe hierzu das Beispiel mit aktuellen Daten in Bild 1. Die minimalen und maximalen Werte der Betriebsspannung sind herstellerspezifisch bei einem Ausgangsstrom von 20 mA für Vollausschlag.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Versorgungsspannung wird oft auch als Eingangsklemmenspannung oder Hilfsenergie bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für Geräte HART-Interface muss der Widerstand in der Kommunikationsschleife (i. A. 250 Ohm) mit in Betracht gezogen werden, wenn der gesamte zulässige Bürdenwiderstand ermittelt werden soll.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für Protokolle wie z. B. FF-Bus muss die Kommunikation gewährleistet werden.



Legende

Vdc = Versorgungsspannung in Volt

Vmax = Maximale Versorgungsspannung, 30 V in diesem Beispiel

Vmin = Mindest Versorgungsspannung, 10 V in diesem Beispiel

RL = Maximaler Bürdenwiderstand bei der gewählten Hilfsenergie

Im oben gezeigten Beispiel: $RL \leq (VDC-10V)/0,02 \text{ A}$

Bild 1 – Beispiel des Betriebsbereiches als Verhältnis von Bürdenwiderstand und Hilfsenergie

3.1.3.2

Grenztemperaturbereich

ist der Temperaturbereich in dem der Druckmessumformer betrieben werden kann ohne die metrologischen Daten zu verändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Spezifikationen können überschritten werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Mit speziellen konstruktiven Maßnahmen ist es möglich, dass Komponenten der Druckmessumformer, die mit dem Messmedium in Kontakt kommen, Temperaturen außerhalb des Bemessungsbereichs ausgesetzt sind.

Anmerkung 3 zum Begriff: Eine zeitliche Begrenzung kann bei Bedarf angegeben werden.

3.1.4 Begriffe in Bezug auf Testverfahren

3.1.4.1

Typtest

ist ein Konformitätstest an einem oder mehreren Geräten repräsentativ für die Produktionsserie

[QUELLE: IEC 60050-151:2006, 151-06-06]

3.1.4.2

Routinetest

ist ein Konformitätstest an jedem einzelnen Gerät während oder nach der Produktion

[QUELLE: IEC 60050-151:2006, 151-16-17]

3.1.4.3

Abnahmetest

ist ein vertraglich festgesetzter Abnahmetest, der für den Kunden sicherstellt, dass die betreffenden Bedingungen und Spezifikationen eingehalten sind

[QUELLE: IEC 60050-151:2006, 151-16-23]

3.1.4.4

Bewertungstest

ist ein ganzer Satz von Tests zur Feststellung der Leistungsfähigkeit eines Gerätes unter realen Betriebsbedingungen um die Herstellerangaben und/oder Kundenspezifikationen zu bestätigen

3.1.4.5

(Test-)Verfahren

ist die Bestätigung ausgeführter Tests sowie der Bedingungen für jeden einzelnen Test, die zwischen Hersteller, Prüf- oder Testlabor und Verkäufer/Anwender vereinbart wurden bevor der Abnahmetest ausgeführt wurde

3.2 Abkürzungen

AC	Wechselstrom (Alternating Current)
DC	Gleichstrom (Direct Current)
DCS	Distributed Control System (Dezentrales Automatisierungssystem)
DUT	Gerät im Test (GiT)
EMF	Elektro-Magnetische Verträglichkeit (EMC Electromagnetic Compatibility)
FAT	Fabrikabnahme Test (Factory Acceptance Test)
HART [®]	Highway Addressable Remote Transducer
MMI	Mensch-Maschine-Interface (HMI Human Machine Interface)
LR	Leckrate (Leakage Rate)
PFD	Anforderung an die Ausfallwahrscheinlichkeit (Probability of Failure on Demand)
PFH	Mittlere Ausfallwahrscheinlichkeit per Stunde (Average Probability of Failure per Hour)
PLC	Programmierbare Steuerung (Programmable Logic Controller)
PMT	Prozess Messumformer (Process Measurement Transducer)
SAT	Vor-Ort Abnahmetest (Site Acceptance Test)
SCADA	Überwachung, Regelung und Datenerfassung (Supervisory, Control, And Data Acquisition)
SIL	Funktionale Sicherheit (Safety Integrity Level)
SIS	Funktionale Systemsicherheit (Safety Instrumented System)
SIT	Vor-Ort Vernetzungstest (Site Integration Test)
TD	Abschalten, Herunterfahren (Turndown)

4 Allgemeine Gerätebeschreibung und -übersicht

4.1 Allgemeines und funktionales Blockdiagramm

Die Definition des detaillierten Testprotokolls erfordert eine detaillierte Kenntnis des spezifischen Messobjekts und seiner Komponenten. Diese wird durch eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Prüfer und dem Hersteller bei der Auswertung vermittelt.

Für den Bereich der vorliegenden Norm, die nur allgemeine Testverfahren definiert, ist eine kurze Beschreibung der Funktionsblöcke des Senders ausreichend (siehe informativen Anhang A).

5 Referenz-Test- und Betriebsbedingungen

5.1 Allgemeine Einführung

Dieser Abschnitt definiert Referenz-Test und Betriebsbedingungen für die Auswertung des statischen und dynamischen Verhaltens des Messumformers während die Tests gemäß den in Abschnitt 6 beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

Die Referenz-Testbedingungen sind standardisierten Bedingungen, die im Labor verwendet werden, liefern einen Hinweis zur Bewertung des Prüflings, wobei die echten Betriebsbedingungen, unter denen das Gerät eingebaut werden soll, nicht berücksichtigt werden.

Die Betriebsbedingungen sind die realen Bedingungen an dem vorgesehenen Einbauort.

Diese Betriebsbedingungen werden in Form von Bereichen (Klassen) der Betriebsparameter charakterisiert für die verschiedenen Einbauorte und werden in den Labortests für die Bewertung der Leistung des Messumformers durch eine Variation der Einflussparameter auf den Referenz-Testwert berücksichtigt.

5.2 Referenz-Testbedingungen

5.2.1 Allgemeines

Gemäß IEC 61298-1 sind die Referenztestbedingungen im Wesentlichen auf die atmosphärischen Bedingungen, Stromversorgung, Lastbedingungen und Montageanordnung abgestimmt.

5.2.2 Atmosphärische Testbedingungen

Das Testobjekt soll mit Bezug auf die IEC 61298-1 unter den darin aufgeführten Bedingungen evaluiert werden.

Ein Beispiel der atmosphärischen Referenzbedingungen ist in der Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1 – Atmosphärische Referenz-Testbedingungen

Atmosphärische Testbedingungen	Temperatur in °C	Relative Feuchte in %	Luftdruck in kPa
Standardisierte Referenz-Atmosphäre	20	65	101,3
Empfohlene Grenzwerte	15 – 25	45 – 75	86 – 106
Anmerkung: Siehe IEC 61298-1 bezüglich spezieller Applikationen.			

Die aufgeführten Testwerte sind wieder auf die standardisierten atmosphärischen Referenzbedingungen gem. IEC 61298-1 zurückgeführt worden. Die Standard-Referenzatmosphäre entspricht den normalen Referenz-Betriebsbedingungen der Hersteller.

ANMERKUNG Es wird dabei anerkannt, dass kein Faktor auf Grund der Feuchte zu korrigieren ist.

Die maximale Änderungsgeschwindigkeit der der Umgebungstemperatur, die während jeder Prüfung zulässig ist, soll 1 °C pro 10 min sein, jedoch nicht mehr als 3 C/h.

ANMERKUNG Es kann eine Spezialausrüstung erforderlich sein, um die grundlegenden Testbedingungen innerhalb der vorgegebenen Grenzen einzuhalten.

5.2.3 Testbedingungen für die Hilfsenergie

Die Referenzbedingungen sind die vom Hersteller angegebenen Bedingungen.

Falls keine anderen Toleranzen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart sind, gelten folgende Toleranzen:

- Auslegungsspannung: $\pm 1 \%$
- Auslegungsfrequenz: $\pm 1 \%$
- Klirrfaktor (AC-Netz): kleiner $\pm 5 \%$
- Restwelligkeit (DC-Netz): kleiner $\pm 0,1 \%$

ANMERKUNG Toleranzen auf Versorgungsbedingungen gelten nicht für Geräte mit eingebautem Netzteil (z. B. batteriebetriebene Geräte). Die Toleranzen für batteriebetriebene Geräte müssen separat vereinbart werden.

5.2.4 Lastbedingungen (Bürdenspezifikationen)

Die Testbedingungen während der Bewertung sollen wie folgt eingestellt sein:

- Mindestbedingung lt. Herstellerangabe
- Maximalbedingung lt. Herstellerangabe

5.2.5 Montageposition

Die Geräte dürfen nur in der spezifizierten normalen Betriebspositionen, mit einer Toleranz $\pm 3^\circ$ oder weniger, gemäß den Spezifikationen des Herstellers installiert werden.

Gegebenenfalls ist die mit dem Gerät mitgelieferte Montagehalterung zu verwenden.

Alle Abdeckungen für das Gerät müssen angebracht sein.

5.3 Referenz-Betriebsbedingungen

5.3.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt definiert die Referenz-Betriebsbedingungen in Bezug auf die Bereiche (Klassen) der verschiedenen Parameter, die das Ergebnis beeinflussen.

5.3.2 Betriebsbedingungen

Die Referenz-Prozessbedingungen (Nennprozesstemperatur, Druck, Impuls, etc.) sind in den geltenden ISO-Standards und für Anwendungen in der Europäischen Union in der Druckgeräte-richtlinie enthalten.

5.3.3 Atmosphärische Umgebungsbedingungen

Das Gerät muss unter den Bedingungen bewertet werden wie sie in IEC 60654-1 festgelegt sind.

Für die Definition der atmosphärischen Umweltbedingungen wird auf IEC 60654-1, die den klimatischen Bedingungen an verschiedenen Standorten in Bezug auf Bereiche (Klassen) von Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck (in der Regel nicht für die Geräte innerhalb dieser Norm relevant).

Die standardisierten Standort-Klassen sind:

Klasse A: wettergeschützte, klimatisierte Standorte

Klasse B: wettergeschützte, beheizte und/oder gekühlte geschlossene Standorte

Klasse C: wettergeschützte, überdachte und/oder unbeheizte geschlossene Standorte

Klasse D: nicht wettergeschützt, im Freien

5.3.3.1 Umgebungstemperatur

Das Gerät muss unter den Bedingungen bewertet werden wie sie in IEC 60654-1 festgelegt sind.

Die nachfolgende Tabelle 2 gibt die Temperaturbereiche für die verschiedenen Betriebsbedingungen an:

Tabelle 2 – Referenz-Umgebungstemperaturbedingungen

Temperatur in °C		Temperaturklasse (IEC 60654-1)	Typische Betriebsbedingungen
Min.	Max.		
+20	+25	A1	Klimatisierte Betriebsorte
+15	+30	B1	Beheizte oder gekühlte geschlossene Betriebsorte
+5	+40	B2	
–5	+45	C1	Geschützte Betriebsbereiche
–25	+55	C2	Geschlossene Gehäuse
–33	+40	D1	Betriebsorte im Freien
ANMERKUNG Andere Klassifizierungen Ax, Bx, Cx, und Dx siehe IEC 60721-1, -2, -3 und -4			

5.3.2.2 Umgebungsbedingung Feuchte

Das Gerät muss unter den Bedingungen bewertet werden wie sie in IEC 60654-1 festgelegt sind.

Die nachfolgende Tabelle 3 gibt als Beispiel die Feuchte für die verschiedenen Betriebsbedingungen an:

Tabelle 3 – Umgebungsbedingungen Feuchte

Relative Feuchte in % rf		Feuchtekategorie (IEC 60654-1)	Typische Betriebsbedingungen
Min.	Max.		
20	75	A1	Klimatisierte Betriebsorte
10	75	B1	Beheizte oder gekühlte geschlossene Betriebsorte
5	85	B2	
5	95	C1	Geschützte Betriebsbereiche Geschlossene Gehäuse
10	100	C2	
15	100	D1	Betriebsorte im Freien
ANMERKUNG Andere Klassifizierungen Ax, Bx, Cx, und Dx siehe IEC 60721-1, -2, -3 und -4			

5.3.4 Vibration (Mechanische Erschütterung)

Das Gerät muss unter den Bedingungen bewertet werden wie sie in IEC 60654-3 festgelegt sind.

In der Tabelle 4 sind die Referenzwerte der Vibration in Abhängigkeit der Testpegel für die verschiedenen Betriebsbedingungen als Beispiel enthalten.

Tabelle 4 – Referenzwerte für den Vibrationstest

Typische Betriebsbedingung	Testfrequenz in Hz	Schwingungsweite in mm	Beschleunigung in m/s^2
Warten- oder Feldinstallation mit niedrigem Vibrationspegel	10 bis 150	0,35	1
Warten- oder Feldinstallation mit mittlerem Vibrationspegel	10 bis 150	0,75	2
Allgemeine Feldinstallation oder an Pipelines mit niedrigem Vibrationspegel	10 bis 1 000	0,15	20
Allgemeine Feldinstallation oder an Pipelines mit hohem Vibrationspegel	10 bis 1 000	0,35	50
ANMERKUNG 1 Siehe IEC 60654-3 für spezielle Applikationen.			

5.3.5 Schock, freier Fall

Das Gerät muss unter den Bedingungen bewertet werden wie sie in IEC 60654-3 festgelegt sind.

Die empfohlenen Anforderungen an die Schwere des Schocks oder freien Falls in Abhängigkeit der Fallhöhe gemäß IEC 60654-3 sind: 25, 50, 100, 250, 500 und 1 000 mm Fallhöhe.

5.3.6 Netzteil

Das Gerät muss unter den Bedingungen bewertet werden wie sie in IEC 60654-2 festgelegt sind.

In der Tabelle 5 sind die Anforderungen für Spannung und Frequenz gem. IEC 60654-2 als Beispiel enthalten.

Tabelle 5 – Referenzwerte für Netzteile in Bezug auf Spannung und Frequenz

Klasse des Netzteils	Toleranz der AC-Netzspannung (1)	Toleranz der DC-Netzspannung
1	$\pm 1 \%$	$\pm 10 \%$
2	$\pm 10 \%$	+10 % / –15 %
3	+10 % / –15 %	+15 % / –20 %
4	+15 % / –20 %	+30 % / –25 %
ANMERKUNG 1 Siehe IEC 60654-3 für spezielle Applikationen.		
ANMERKUNG 2 Standard Frequenzklassen für AC-Netzteile sind: $\pm 0,2 \%$, $\pm 1 \%$, $\pm 5 \%$.		

5.3.7 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

5.3.7.1 Allgemeines

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV – Störaussendung und Störfestigkeit) in der IEC 61326-X Reihe von Normen festgelegt, gelten für die Messumformer im Anwendungsbereich dieser Norm. Eine Vielzahl von Umweltbedingungen sind in der Normenreihe IEC 61326-X berücksichtigt.

5.3.7.2 Emissionsgrenzwerte

Die von IEC 61326-Reihe spezifizierten Grenzwerte gelten unter Verweis auf CISPR 11.

Die Auswahl der entsprechenden Grenzwerte werden nach unter Berücksichtigung der vorgesehenen Umgebung und Emissionsanforderungen in Ort der Verwendung bestimmt werden.

5.3.7.3 Grenzwerte der EMV-Verträglichkeit

Die Grenzwerte der EMV-Verträglichkeit entsprechen der IEC 61326 Normenreihe für die verschiedenen Umgebungsbedingungen.

5.3.8 Lagerung und Transport (in nicht betriebsbereiten Zustand)

5.3.8.1 Allgemeines

Spezielle Klassen für Lagerung und Transport sind in der Reihe IEC 60721-3 angegeben.

5.3.8.2 Lagerbedingungen

Siehe IEC 60721-3-1 für eine vollständige Klassierung der Umgebungsbedingungen (Normalklima, spezielle klimatischen Bedingungen, biologischen Bedingungen, die Anwesenheit von mechanisch oder chemisch aktiven Stoffen) für die Lagerung der Geräte.

5.3.8.3 Transportbedingungen

Siehe IEC 60721-3- gibt eine vollständige Klassierung der Umgebungsbedingungen (Normalklima, speziellen klimatischen Bedingungen biologischen Bedingungen, die Anwesenheit von mechanisch oder chemisch aktiven Stoffen) für den Transport der Geräte an.

5.3.9 Gehäuseschutz gegen Festkörper, Flüssigkeiten (IP) und Eindringen (IK)

Besondere Schutzklassen sind für das Instrumentengehäuse gegen Festkörper, Flüssigkeiten (IEC 60529) und mechanische Einwirkungen (IEC 62262) vorgesehen.

5.3.9.1 Einführung

Eine vollständige Klassifizierung der Schutzarten (IP-Codes) gegen Festkörper und Flüssigkeiten ist in der IEC 60529 und IEC 62262 aufgeführt.

5.3.9.2 Gehäuseschutz gegen mechanisches Eindringen

Eine vollständige Klassifizierung der Schutzarten (IP-Codes) gegen Eindringen von Festkörpern und Flüssigkeiten ist in der IEC 62529 aufgeführt.

5.3.9.3 Gehäuseschutz gegen mechanisches Eindringen

Eine vollständige Klassifizierung der Schutzarten (IP-Codes) gegen mechanisches Eindringen ist in der IEC 62262 aufgeführt

5.3.10 Gehäuseschutz gegen korrosive und erodierende Einflüsse

Siehe IEC 60654-4 für Gehäuseschutzklassen gegen korrosive und erosive Einflüsse (Gase, Dämpfe und Aerosole)

5.3.11 Elektrische Sicherheit (Isolationswiderstand, Spannungsfestigkeit)

Für eine vollständige Berücksichtigung der Sicherheitsaspekte der Konstruktion von Geräten (Isolationswiderstand und Spannungsfestigkeit) ist der Referenzstandard IEC 61010-1 gültig.

5.3.12 Gefährvolle Umgebungsbedingungen (Betrieb in explosionsgefährdeten Atmosphären)

Die Definition der Umwelt Ex-Klassifizierung wird entsprechend der IEC 60079-10 vorgenommen. Darin wird der Grad der möglichen Gefährdung durch die Anwesenheit von Sprengstoffen oder Substanzen, d. h. Gase, Dämpfe und/oder Stäube, unter denen das Gerät installiert werden kann, definiert.

5.3.13 Funktionale Sicherheit

Für Transmitter, die für Funktionale Sicherheit Anwendungen gedacht sind, können Referenzbedingungen in Bezug auf SIL zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden.

Die Referenzstandards sind in den Normenreihen IEC 61508 und IEC 61511 für industrielle Prozessanwendungen und der IEC 62061 für Maschinenanwendungen angegeben.

6 Testverfahren

6.1 Allgemeine Angaben

Dieser Abschnitt legt die Prüfverfahren fest, um die Leistungsmerkmale des Gerätes für die in Abschnitt 5 angegebenen Referenz- und Betriebsbedingungen zu überprüfen.

6.1.1 Klassifikation der Tests

Typprüfungen, Abnahmeprüfungen und Routineprüfungen sind gemäß den Definitionen in Abschnitt 3 gegeben: Die Tests werden in Klassen eingeteilt. Darüber hinaus wird der Begriff Bewertungstest verwendet werden, mit einer kompletten Reihe von Tests, um die Leistung eines Geräts unter allen möglichen Betriebsbedingungen festzustellen, damit die vom Hersteller veröffentlichten oder angegebenen Leistungsbeschreibungen für das Gerät verifiziert werden können oder die Anforderung des Benutzers erfüllt werden.

Die **Typprüfungen** werden in der Regel durch den Hersteller an einem oder mehreren Geräten aus der normalen oder Vorserien-Produktion durchgeführt und sollen die Leistungen streng abhängig von der Ausführung des Gerätes beurteilen. Sie werden an neuen Produkten oder an Produkten an denen Änderungen vorgenommen wurden durchgeführt.

Die **Abnahmetests** werden auch durch den Hersteller in der Regel in Gegenwart des Kunden durchgeführt, um zu verifizieren, ob die vom Hersteller gelieferten Geräte den Anforderungen in der Spezifikation des Herstellers und/oder des Kunden erfüllen. Typischerweise werden diese Tests ähnlich den Routinetests, wenn nicht anders angegeben und/oder vom Kunden gefordert, durchgeführt.

Die **Routine Tests** werden auch durch den Hersteller während des Arbeitsprozesses durchgeführt, um die richtige Herstellungsverfahren und die endgültige Kalibrierung des Geräts zu überprüfen. Dadurch ist der Test auf den Sicherheits- und messtechnischen Aspekte beschränkt. Normalerweise sind diese Tests viel weniger aufwendig als die der anderen Art und dienen im Allgemeinen dem Nachweis des Verhaltens bei klimatischen und/oder elektromagnetischen Anwendungen.

Die Tabellen der Anhänge A und B zeigen eine Liste der kompletten Reihe von Testverfahren innerhalb dieses Abschnittes 6 in Bezug auf die Standardbedingungen und den Bezugsbedingungen, die Betriebsbedingungen simulieren. Diese Verfahren sind jeweils kurz zusammengefasst. Hervorgehoben werden die Besonderheiten, welche Tests als Typprüfungen, Abnahmetests und/oder Routineuntersuchungen berücksichtigt werden.

Im Allgemeinen sind Routine- und Abnahmetests zahlenmäßig weniger häufig als Typprüfungen und ihre Testverfahren sind einfacher und auch weniger streng.

Zum Beispiel wird der Genauigkeitstest bei nur einem Messzyklus mit 25 % der (Mess-)Spanne anstelle von mindestens 3 Messzyklen mit jeweils 20 % der Spanne durchgeführt. Nur Typprüfungen werden an verschiedenen Nullpunkt- und Spanne-Einstellungen, wenn anwendbar, durchgeführt.

Eine weitere Klassifizierung in Bezug auf die Einstellungen von Spanne und unterem Bereichsendwert (Tabelle 6) und in Bezug auf die Anzahl der Messzyklen und die Anzahl und Lage von Testpunkten (Tabelle 7) für die verschiedenen Tests wird, wie folgt, vorgenommen:

- **FT1:** für ein vollständigen Testzyklus (zum Beispiel für Routinetests)
- **FT3:** für drei vollständige Testzyklen (zum Beispiel für Typprüfungen)
- **FT5:** für fünf vollständige Testzyklen (zum Beispiel für nicht übliche Tiefentests)
- **Z/S:** Überprüfung der Änderung im unteren (Null) und oberen Bereichsendwert (Messspanne) durch Einflussfaktoren (z. B. für Messbereichsüberschreitung, Einbaulage, etc.)
- **10 %:** Verifizieren der Änderung nur für das Eingangssignal von 10 % (zum Beispiel für die Ausgangs-Welligkeit)
- **50 %:** Verifizieren der Änderung nur für das Eingangssignal von 50 % (zum Beispiel für die Schwingungs- bzw. EMV-Tests etc.)
- **90 %:** Verifizieren der Änderung nur für das Eingangssignal von 90 % (beispielsweise für Start-up und Langzeitdrift)

Tabelle 6 – Einstellungen von Nullpunkt und Spanne

Art des Tests		Einstellbare Spanne	Nullpunktunterdrückung oder Nullpunktanhebung
Vollständiger Test	Bewertungstest	A	B
	Typprüfung		
Vereinfachter Test	Routinetest	C	D
	Beispieltest		

- A** Einstellung der Spanne auf den Minimal und Maximalwert gemäß den Herstellerangaben und auf einem Zwischenwert.
- B** Normalerweise wird bei diesem Tests nur eine Einstellung vom Nullpunkt durchgeführt ohne Unterdrückung oder Anhebung, aber weitere Tests bei minimalen und maximalen Einstellungen können erforderlich werden, wenn die Auswirkungen signifikant sind.
- C** Wenn nicht anders im Testprogramm spezifiziert, wird die Spanne, wie durch den Hersteller angegeben, eingestellt.
- D** Soweit nicht anders im Testprogramm angegeben, wird der untere Bereichsendwert wie vom Hersteller angegeben, eingestellt.

Tabelle 7 – Anzahl der Messzyklen sowie Anzahl und Lage der Messpunkte

Art des Tests		Anzahl der Messzyklen	Anzahl der Messpunkte	Lage der Messpunkte (% der Eingangsspanne)
Vollständiger Test	Bewertungstest	3 oder 5	6	0-20-40-60-80-100
	Typprüfung		11	0-10-20-30-40-50-60-70-80-90-100
Vereinfachter Test	Routinetest	1	5	0-25-50-75-100
	Beispieltest			

6.1.2 Vorbereitungen zum Test

Vor der Definition eines Bewertungstestprogramms, muss das für den Test vorgesehene Gerät analysiert werden um zu entscheiden, welche Funktionen der einzelnen Sektionen als separate Einheit betrachtet werden müssen.

Die folgenden besonderen Situationen sind zu berücksichtigen:

- In vielen Fällen ist die Datenverarbeitungseinheit und das Ausgangssystem vollständig integriert und die Zwischensignale sind nicht zugänglich. In diesem Fall ist die Definition und Betrachtung der einzelnen Übertragungsfunktionen nicht relevant.
- Andere Transmitter können ohne die Sensor (d. h. ohne Thermoelement oder ein Widerstandsthermometer) geliefert werden. Für diese Messumformer werden die Bewertungstests unter Verwendung einer geeigneten Simulationsschaltung gemäß den Sensorspezifikationen durchgeführt.
- Der Sensor ist in Kontakt mit dem Prozessmedium, und kann durch die Mediumeneigenschaften und den Installationsbedingungen beeinflusst werden. Als eine abgesetzte Einheit kann er auch schweren Umgebungsbedingungen ausgesetzt werden. Die Bewertung erfolgt daher kombiniert auf der Basis von Umwelt- und Prozessbedingungen. Sensorbaugruppen, die Sensoren verschiedener Art (wie z. B. für Hilfs- oder diagnostische Zwecke) erfordern geeignete Messanordnungen.
- Die Auswahl der Testeinrichtungen entsprechend der physikalischen Messgröße in einer genauen und nachvollziehbar Art und Weise während einer Evaluierung ist unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten ein wichtiges Thema. Eine umfangreiche Ausrüstung kann erforderlich sein, in der alle Faktoren, die die Messgröße beeinflussen, die als Eingang an das Gerät angelegt werden, ausreichend Beachtung finde. Diese Einrichtung kann für bestimmte Tests (beispielsweise Vibrations- oder Umwelt-Tests), extrem teuer sein. Daher ist eine gründliche Analyse durchzuführen, welche Art von Testanlage für die verschiedenen Tests notwendig ist. Außer der Messunsicherheit erfordern die Tests oft nur stabile und genau einstellbare Signale, und es kann vereinbart werden, diese Tests nur mit Einrichtungen durchzuführen, die diese Anforderungen erfüllen.
- Wenn beispielsweise die Messung einer vollen Kalibrierkurve wirtschaftlich gesehen nicht machbar ist, kann vereinbart werden, wenn die I/O- Charakteristik des DUT (Device Under Test – zu testendes Gerät) linear ist, Messungen bei „Null Eingangssignal“ und/oder 100% Eingangssignal oder bei einem anderen beliebigen Eingangssignal durchzuführen.
- Wenn nicht anderweitig vereinbart sollte die Messunsicherheit der Testeinrichtungen und der zugehörige Messausrüstung mindestens 1/3 der Unsicherheit des zu testenden Gerätes betragen.

6.2 Typprüfungen und Referenzbedingungen

6.2.1 Allgemeines

Diese Tests stellen die Messunsicherheit sowie das statische und dynamische Verhalten des DUT fest.

Vor Beginn der Prüfungen ist die einwandfreie Funktion des Messobjekts zu überprüfen. Ist der Prüfling hat ein Display, um den Messwert (und anderen Funktionswerte) anzugeben, ist das Display (fehlende Digits, Helligkeit, Kontrast und Blickwinkel vor dem Verlust von Helligkeit/Kontrast) visuell während und nach den Versuchen auf Defekte zu prüfen.

6.2.2 Messunsicherheit und verwandte Faktoren

6.2.2.1 Allgemeines

Der Genauigkeitstest besteht in der Erfassung des Ist-Ausgangssignals und im Vergleich mit einem vorgegebenen Wert.

6.2.2.2 Allgemeine Testverfahren für analoge und digitale Geräte

Sind bestimmte Bereiche einstellbar (z. B. die Verstärkung), sind die Prüfungen zur Abdeckung aller Bereiche oder Einstellungen unbedingt erforderlich, um die komplette Geräteleistung überprüfen zu können.

Wenn der Prüfling kalibriert geliefert wird, werden die ersten Tests ohne weitere Einstellungen durchgeführt.

Idealerweise sollten die Geräte in Bezug auf die Messunsicherheit unter den Bedingungen, denen sie wahrscheinlich in Gebrauch ausgesetzt sind, bewertet werden. Jedoch ist es unter wirtschaftlichen Aspekten nicht durchführbar, das Gerät unter allen möglichen Kombinationen von Betriebsbedingungen zu evaluieren. Es wird deshalb ein Standard- Testverfahren unter Laborbedingungen festgelegt, das ausreichend Daten liefert, nach denen eine Vorhersage der Leistung im Gebrauch vorhergesagt werden kann. Die Verwendung eines begrenzten Rahmens von Betriebsbedingungen vereinfachen die Tests und ermöglichen es, verschiedene Geräte leichter zu vergleichen.

Das Testen eines Gerätes, das die Möglichkeit für erhebliche Anpassungen von Nullpunkt und Spanne bietet, kann eine unpraktisch große Anzahl von Tests bedingen. In einem solchen Fall werden vorläufig. Tests durchgeführt, um die Auswirkungen einer Änderung von Nullpunkt und Spanne an der gemessene Eigenschaft zu bestimmen. Dies sollte ermöglichen, einige Tests aus dem Testprogramm in den Fällen zu streichen, in denen die Charakteristik verlässlich auf Grund von weniger Tests bestimmt werden kann. Zum Beispiel wird die Hysterese nicht wesentlich durch die Auswahl von unterem und oberem Bereichsendwert beeinträchtigt, wenn die Messbereichsspanne konstant gehalten wird, oft wird sie für unterschiedliche Messbereichsspannen beeinflusst.

Allerdings sollen in dem (Test-)Bericht deutlich die relevanten Werte der gemessenen Parameter für jede Einstellung aufgezeigt werden, so dass die Werte der Messunsicherheit, Hysterese, usw. auf die gleiche Einstellung des Gerätes bezogen werden können

Im Allgemeinen, wenn nicht anders im Testprogramm angegeben, sollte der Test für Messunsicherheitsbezogenen Parameter mit den Einstellungen A, B, C und D, wie in der Tabelle 17 aufgeführt, vorgenommen werden. Und zwar immer dann, wenn die Spanne und/oder der untere Bereichsendwert weiter einstellbar ist als die werksseitigen Fertigungstoleranzen

Vor Beginn der Prüfungen muss der Prüfling eine ausreichende Zeit (in der Regel mindestens 1 Stunde) der Testumgebung ausgesetzt sein, um stabile Temperaturbedingungen zu erreichen.

Mit Anlegen der Netzversorgung an den DUT muss eine weitere ausreichende Zeit abgewartet werden bis eine Stabilisierung der Betriebstemperatur des DUT gewährleistet ist. Fehlen solche Empfehlungen im Testprogramm, so darf diese Zeit nicht kürzer als 30 Minuten sein. Die für die Tests verwendeten Prüf- und Messmittel müssen sich ebenfalls im thermischen Gleichgewicht befinden.

Bevor die Genauigkeitstests beginnen wird der Prüfling dreimal in jede Richtung über den ganzen Messbereich gefahren.

Die Leistung des Prüflings wird über den gesamten Bereich mit aufsteigenden und abnehmenden Werten überprüft.

Wenn beispielsweise eine Schrittweite von 20 % gewählt ist, werden die Werte 20 %, 40 %, 60 %, 80 % und 100 % aufsteigend getestet und die Werte 80 %, 60 %, 40 %, 20 % und 0 % anschließend in absteigender Reihenfolge.

Die Anzahl von Messzyklen und die Anzahl der Testpunkte hängen von der Art des Tests ab. Wenn nicht anders für einen bestimmten Gerätetyp angegeben, werden die Werte, die angenommen werden sollen, aus der Tabelle 18 entnommen.

Die erste Messung wird bei dem ersten Wert der Skala nach 0 % des Eingangsbereichs (z. B. 10 %, 20 %, oder 25 % der Eingangsspanne) durchgeführt.

Zunächst wird ein Eingangssignal gleich dem unteren Wert erzeugt, dann wird das Eingangssignal langsam erhöht, um, ohne Überspringen, den ersten Messpunkt zu erreichen. Nach ausreichender Stabilisierungszeit wird der Wert des entsprechenden Eingangs- und Ausgangssignals festgestellt.

Dann wird das Eingangssignal langsam erhöht, um ohne Überspringen den Wert des nächsten Testpunktes zu erreichen und nach einer Stabilisierungsphase ist der entsprechende Wert des Ausgangssignals zu dokumentieren.

Das Verfahren wird für alle vorbestimmten Werte bis zu 100 % des Eingangsbereichs wiederholt. Nach der Messung an dieser Stelle, wird das Eingangssignal langsam auf den Testwert direkt unter 100 % des Eingangsbereichs, dann auf alle anderen Werte bis herunter auf 0 % des Eingangsbereichs gebracht. Damit schließt dieser Messzyklus ab.

Die Prüfungen müssen gemacht werden um sicherzustellen, dass die Protokolle mit den internationalen Standards (z. B. RS 232, IEEE 488, Profibus oder Field Bus) oder dem Protokoll laut Herstellerangabe vollständig entsprechen. Die Prüfungen werden durchgeführt, um zu bestätigen, dass der Prüfling richtig arbeitet, um das angegebene Protokoll unter Referenzbedingungen ohne Fehler bzw. innerhalb einer vom Lieferanten angegebenen Fehlerrate arbeitet. Die Level logisch „1“ und „0“ werden zuverlässig erkannt.

ANMERKUNG Für Messumformer ohne Hysterese, beispielsweise Temperatur-Transmitter, kann ein einzelner Messzyklus durchgeführt werden mit aufsteigendem (bevorzugt) oder absteigendem Eingangswert.

6.2.2.3 Zusätzliche Testverfahren für digitale Geräte

Die Prüfungen müssen nach den Protokollen entsprechend den internationalen Standards durchgeführt werden (z. B. RS 232, IEEE 88 oder Feldbus) oder Protokollen, die vollständig vom Lieferanten festgelegt sind. Tests werden durchgeführt, um zu bestätigen, dass die Geräte richtig arbeiten und um das angegebene Protokoll unter Referenzbedingungen fehlerfrei (oder innerhalb einer vom Hersteller angegebenen Fehlerrate) zu bestimmen. Die Pegel der logischen „1“ und „0“ sind zu messen.

6.2.2.4 Verarbeitung der Messwerte

Der Unterschied zwischen den an den verschiedenen Testpunkten für jeden auf- und absteuernden Testzyklus erhaltenen Ausgangssignalwerten und die entsprechenden Referenzwerte werden als Ausgabefehler aufgezeichnet.

Die Fehler werden in der Regel in Prozent des Referenzwertes ausgedrückt werden.

Für jeden Messpunkt der in aufeinanderfolgenden auf- und ab steuernden Testzyklen werden die erhaltenen Fehlerwerte einzeln gemittelt. Der Mittelwert dieser einzelnen Punkte ergibt den mittleren Fehler an diesem Punkt.

Alle die so erhaltenen Fehlerwerte werden in einer Tabelle dargestellt (siehe Tabelle 8), und die Durchschnittswerte werden grafisch nach den Definitionen in Abschnitt 3 dargestellt (siehe Bild 2).

6.2.1.5 Ermittlung der Messunsicherheit

6.2.1.5.1 Allgemeines

Wegen der begrenzten Anzahl von Messungen (z. B. siehe Tabelle 7), sind die die Genauigkeit bestimmenden Faktoren durch Behandeln der Fehler auf einfache Weise (Differenz zwischen den gemessenen Werten und Idealwert oder Vergleichswert) zu ermitteln, wie es zum Beispiel in Tabelle 8 dargestellt wird. Diese einfache Methode gilt für alle Unterabschnitte 6.2.2.5.2 bis 6.2.2.5.8.

6.2.1.5.2 Ungenauigkeit

Ungenauigkeit wird aus der Tabelle 19 durch Auswählen der größten positiven und negativen Abweichungen von jedem gemessenen Wert vom Referenzwert für jeden auf- und absteigenden Testzyklus getrennt bestimmt und dieser Wert wird in Prozent der Ausgangsspanne vom Referenzwert bestimmt.

6.2.1.5.3 Maximale Messabweichung

Die maximale Messabweichung wird aus dem Beispiel der Tabelle 8 bestimmt, indem sie den größten positiven oder negativen Wert aus den Mittelwert der auf- und ab steuernden Testzyklen bestimmt.

6.2.1.5.4 Nichtlinearität

Bei Geräten, die eine lineare Eingangs/Ausgangs-Beziehung haben, wird die Nichtlinearität aus der Kurve bestimmt, in der der Gesamtmittelwert der Fehler aus den Auf- und absteuernden Testzyklen ermittelt wird. (siehe Beispiel in Tabelle 8 und Bild 2).

Die maximale positive oder negative Abweichung zwischen der mittleren Kurve und der ausgewählten geraden Linie, ausgedrückt in Prozent der idealen Ausgangsspanne ist die Nichtlinearität, und ist unabhängig von Totband und Hysterese.

a) Terminal-basierte Nichtlinearität

Die terminal-basiert Nichtlinearität wird durch eine gerade Linie bestimmt die mit der durchschnittlichen Kalibrierungskurve am oberen und unteren Wert übereinstimmt.

ANMERKUNG Wenn Kalibrierungen in der Werkstatt oder Feld vorgenommen wurden, sind nur die terminal-basierte. Nichtlinearitäten von Interesse. Andere Definitionen der Nichtlinearität werden manchmal verwendet.

b) Unabhängige Nichtlinearität

Die unabhängige Nichtlinearität wird durch eine gerade Linie durch die Mittelwertkurve derart festgelegt, dass die maximale Abweichung minimiert wird. Es ist nicht notwendig, dass die gerade Linie horizontal sein muss oder durch die Endpunkte des Durchschnittskalibrierungskurve führt.

c) Null-Basierend Nichtlinearität

Die Null-Basierende Nichtlinearität wird durch eine gerade Linie bestimmt, so dass sie mit der durchschnittlichen Kalibrierkurve am unteren (Null-) Wert zusammenfällt und die maximale Abweichung minimiert wird.

Tabelle 8 – Tabelle typischer Gerätefehler

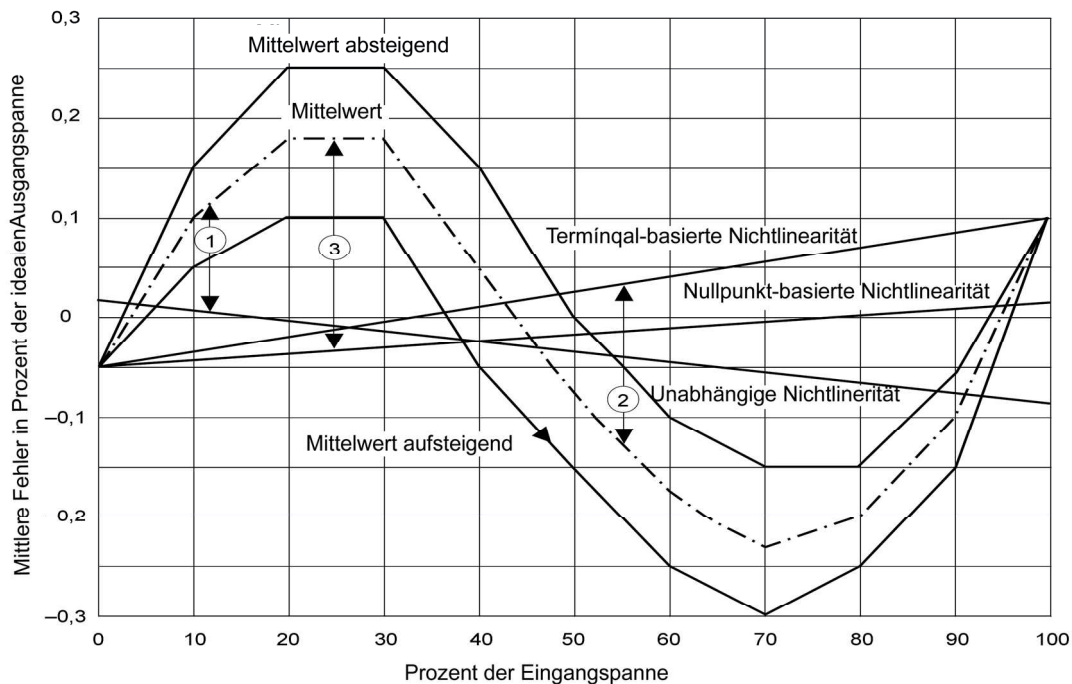
	Erster Zyklus		Zweiter Zyklus		Dritter Zyklus		Mittelwert der Zyklen		Gesamtfehler
Fehler in % der idealen Spanne									
Eingang in % der Spanne	Upscale aktuell	Downscale aktuell	Upscale aktuell	Downscale aktuell	Upscale aktuell	Downscale aktuell	Upscale aktuell	Downscale gemittelt	Mittlerer Fehler
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0		- 0,04		- 0,05		+ 0,06		- 0,05	- 0,050
10	+ 0,06	+ 0,14	+ 0,04	+ 0,15	+ 0,05	+ 0,16	+ 0,05	+ 0,15	+ 0,100
20	+ 0,13	+ 0,23	+ 0,08	+ 0,26	+ 0,09	+ 0,26	+ 0,10	+ 0,25	+ 0,175
30	+ 0,11	+ 0,24	+ 0,09	+ 0,25	+ 0,10	+ 0,26	+ 0,10	+ 0,25	+ 0,175
40	- 0,04	+ 0,13	- 0,07	+ 0,15	- 0,04	+ 0,17	- 0,05	+ 0,15	+ 0,050
50	- 0,18	- 0,02	- 0,16	+ 0,01	- 0,13	+ 0,01	- 0,15	0,00	- 0,075
60	- 0,27	- 0,12	- 0,25	- 0,10	- 0,23	- 0,08	- 0,025	- 0,10	- 0,175
70	- 0,32	- 0,17	- 0,30	- 0,16	- 0,28	- 0,12	- 0,30	- 0,15	- 0,225
80	- 0,27	- 0,17	- 0,26	- 0,15	- 0,22	- 0,13	- 0,25	- 0,15	- 0,200
90	- 0,16	- 0,06	- 0,15	- 0,05	- 0,14	- 0,04	- 0,15	- 0,05	- 0,100
100	+ 0,09		+ 0,11		+ 0,10		+ 0,10		+ 0,100

Nicht Wiederholbarkeit = + 0,05 %

Hysterese = + 0,22 %
= Hysteresefehler + Totband

Maximaler gemessener Fehler = -0,30 %

Ungenauigkeit = - 0,32 % + 0,26 %



- ① Unabhängige Nichtlinearität = $\pm 0,2 \%$
- ② Terminal-Basierende Nichtlinearität = $-0,28$ und bei $\pm 0,28 \%$
- ③ Nullpunkt-Basierende Nichtlinearität = $\pm 0,22 \%$

Bild 2 – Fehlerkurven

6.2.2.5.5 Nicht Konformität

Der Begriff Nicht-Konformität (unabhängige Nicht-Konformität, Nullpunkt-Basierende Nicht-Konformität) wird für Geräte gebraucht, die ein nicht-lineares Input-Output-Verhältnis (z. B. logarithmisch, Quadratwurzel, etc.) aufweisen.

Die Nicht-Konformität wird mit Hilfe der gleichen Verfahren wie die Nicht-Linearität festgestellt.

6.2.2.5.6 Hysterese

Die Hysterese wird direkt aus den in Tabelle 19 gezeigt Abweichungswerten bestimmt. Es ist die Differenz zwischen aufeinander folgenden auf- und absteuernden Ausgangswerten für jeden einzelnen Testzyklus an dem gleichen Testpunkt.

Der in allen Testzyklen beobachtete Maximalwert wird als „Hysterese“ ausgewiesen und wird in Prozent der idealen Ausgangsspanne ausgedrückt. Falls erforderlich, kann der Hysterese Fehler minus dem Totband für einen bestimmten Messpunkt bestimmt und in Prozent der idealen Ausgangsspanne angegeben werden.

ANMERKUNG Das Totband soll bei 50 % des Eingangssignals bestimmt werden indem das Eingangssignal vergrößert und verkleinert wird bis sich das Ausgangssignal verändert. Ist in dem vorliegenden Gerät dieser Wert sehr klein so dieser Test eliminiert werden.

6.2.2.5.7 Wiederholgenauigkeit (Reproduzierbarkeit)

Nähe der Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der aufeinanderfolgenden Messungen des gleichen Messwertes, die unter den gleichen Umständen ausgeführt werden. Ergebnis: Wird unter gleichen Bedingungen mit einem Messgerät der exakt gleiche Messwert gemessen, so ist die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Anzeigewert ein Maß für die Wiederholgenauigkeit.

Die Wiederholgenauigkeit wird üblicherweise in Prozent der idealen Ausgangsspanne ausgedrückt und enthält nicht die Hysterese.

Die Wiederholgenauigkeit wird direkt aus der Tabelle 19 entnommen. Ermittelt werden die maximalen Differenzen in Prozent der idealen Ausgangsspanne für alle Ausgangswerte relativ zu jedem einzelnen Eingangswert für upscale oder downscale Zyklen. Der Maximalwert von beiden upscale oder downscale Werten wird als Wiederholgenauigkeit betrachtet.

6.2.2.5.8 Präsentation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Messungen während der Tests werden in dem Bericht durch Bilder und Tabellen wie Tabelle 19 und Bild 4 dargestellt.

Die Werte der Ungenauigkeit oder Messfehler oder Nicht-Konformität, Hysterese und Wiederholgenauigkeit werden, wie zuvor beschrieben, bestimmt und im Prüfbericht aufgeführt.

Die entsprechenden Werte der vom Hersteller angegebenen Genauigkeit bedingenden Faktoren sind neben den aus den Versuchen ermittelten Werte tabellarisch darzustellen.

Zu beachten ist, dass die mit der Genauigkeit verwandten Begriffe vom Hersteller wie folgt verwendet werden können:

- die Ungenauigkeit (die die Hysterese und Reproduzierbarkeit umfasst) und die Hysterese, oder
- der Messfehler (der die Hysterese enthält) und die Hysterese oder
- der Nicht-Linearität/Nicht-Konformität (die keine Hysterese enthalten), die Hysterese und das Totband.

In der Regel gibt der Hersteller die Genauigkeit des Geräts wie in der ersten Zeile dargestellt an. Daher muss die Ungenauigkeit kleiner als die vom Hersteller angegebene Genauigkeit sein.

Die in dem Beispiel in Tabelle 19 dargestellte Ungenauigkeit (+0,26 % und -0,32 %) wird vom Hersteller eingehalten, wenn es diese zum Beispiel mindestens 0,35 % (d. h. $\pm 0,35$ %) beträgt.

6.2.2.6 Ermittlung der Messunsicherheit

Ergebnisse, die aus den Messungen erhalten werden, wie sie in Tabelle 8 dargestellt sind, können dazu benutzt werden, um die Messgenauigkeit gemäß den folgenden Dokumenten zu bestimmen:

- Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM: ISO/IEC Guide 99: 2007);
- Leitfaden zur Angabe der Messunsicherheit beim Messen (GUM: ISO/IEC Guide 98-3: 2008).

Eine kurze Beschreibung der Vorgehensweise ist in Anhang D enthalten.

6.2.3 Statisches Verhalten

6.2.3.1 Allgemeines

Das Ziel dieses Teils der Norm ist es, Daten anzugeben, die die statische Leistung der Prüflinge in einer einheitlichen, vergleichbaren Weise charakterisieren.

Um zu einer praktikablen Anzahl von Tests im Sinne dieser Norm zu gelangen, wird nur ein Wert der Ausgangsbürde und eine minimale Anzahl von Eingangssignal-Konfigurationen angenommen.

6.2.2.2 Isolationswiderstand

Der Prüfling wird für den Normalbetrieb eingerichtet. Der Isolationswiderstand des Eingangs -und Ausgangs ist zu messen, wenn sie von der Erde isoliert sind. Die Prüfung wird ohne angeschlossene Hilfsenergie am DUT durchgeführt indem eine Gleichspannung an den kurzgeschlossenen Eingang, den Ausgang oder den Netzanschlüssen bei geerdetem Gehäuse gelegt wird.

Um Spannungsspitzen zu vermeiden, wird die angelegte Prüfspannung auf den vollen Wert schrittweise erhöht und wird nach Abschluss der Testphase dann nach und nach reduziert. Sofern nicht anders vereinbart, beträgt die Testspannung 500 V

Nachdem die volle Testspannung für mindestens 30 s anliegt, wird der Wert des Isolationswiderstandes ermittelt.

6.2.2.3 Durchschlagsfestigkeit

Der Effektiv Wert der Testspannung wird in Bezug auf den Wert der Nennspannung (oder Isolationsspannung) des DUT und der Schutzklasse bestimmt (I bis II, wie in der Tabelle von 5.2.10 festgelegt). Bei nicht angeschlossener Stromversorgung und (wenn vorhanden) einem Gehäuse, wird die Testspannung zwischen den Eingangs-, Ausgangs- und Stromversorgungsanschlüsse gegen Erde angelegt. Bei der Prüfung werden Gehäuse und nicht benutzte Anschlüsse miteinander verbunden und geerdet.

Die Testspannung ist eine im Wesentlichen sinusförmige Wechselspannung mit einer Frequenz zwischen 45 Hz und 65 Hz (Netzfrequenz).

Die Testspannung wird schrittweise auf den angegebenen Wert angehoben, damit keine Transienten entstehen, und anschließend für 1 min gehalten.

Während der Prüfung darf kein Durch- oder Überschlag auftreten.

6.2.2.4 Leistungsaufnahme

Der Sinn dieses Tests ist die Feststellung der Leistungsaufnahme des Gerätes unter normalen Betriebsbedingungen.

Der Test soll bei den Eingangs- und Bürdenbedingungen vorgenommen werden, die die höchste Leistungsaufnahme des Gerätes im Test bewirken.

Wenn die Netzversorgung eine Wechselspannung ist, soll die Leistungsaufnahme in VA erfolgen unter Berücksichtigung des Effektivwertes der Spannung. Der Test soll bei Nennspannung und –frequenz und bei der höchsten Netzspannung und der niedrigsten durch den Hersteller spezifizierten Frequenz durchgeführt werden.

Bei Gleichspannungsversorgung soll die Leistungsaufnahme in Watt (W) bei Nennspannung erfolgen.

6.2.2.5 Stromversorgungsschwankungen

Für Zwei–Draht–Transmitter werden die Auswirkungen auf das elektrische Ausgangssignal bestimmt, indem der Lastwiderstand auf den niedrigsten und höchsten vom Hersteller spezifizierten Wert verändert wird. Alle Änderungen, die unteren Messbereichswert und Spanne durch die Veränderungen verursacht werden, werden als ein Prozentsatz der Ausgangsspanne angegeben. Der Ausgangsspannungsabfall am Prüfling beim oberen Bereichswert wird auch ausgewiesen, wenn der Prüfling ein Zweidraht-Messumformer ist. Augenmerk sollte die Auswirkungen der kapazitiven oder induktiven Lasten der Verbindungsleitungen gelegt werden.

Bei anderen elektrischen Geräten, außer Zwei–Draht–Transmitter, wird bei die Prüfung ist zunächst die Einstellung der Werte im unteren Messbereich und Spanne bei Nennspannung und –frequenz durchgeführt.

Die Veränderungen werden notiert. Danach werden bei gleichen Eingangswerten die Netzspannung und -frequenz wie folgt variiert:

- Spannung, Nennwert, Maximalwert, Mindestwert
- Frequenz, Nennwert, Maximalwert, Mindestwert

Wobei die Maximal- und Minimalwerte in Bezug auf die Geräteversorgungs-Klassen definiert sind. (siehe Tabelle 5).

Jeder Wert der Spannung wird mit jedem Frequenzwert kombiniert, so dass das Ergebnis neun Sätze von Messungen für Wechselstromversorgung oder drei Sätze von Messungen für Gleichstromversorgung ergeben.

Unter low-voltage/low-frequency Bedingungen wird eine Prüfung durchgeführt, um festzustellen, dass bei einem -Eingangswert von 100 % der Spanne der Ausgang nicht unter seinem oberen Bereichswert fällt.

Die Spannungs- und Frequenzänderungen werden langsam und schrittweise durchgeführt. Die Messungen an 0 % und 100 % des Ausgangs erfolgen unter stationären Bedingungen der Spannung und der Frequenz.

Die Änderungen bei 0 % und 100 % des Ausgangs werden in Prozent der Spanne angegeben.

Unter jeder Kombination von Spannung/Frequenz müssen die Ausgangsschwankungen in Bezug auf Nennbedingungen innerhalb der für den Prüfling angegebenen Werte bleiben.

6.2.2.6 Bürdeneinfluss

Der Zweck dieses Tests ist es, die Auswirkungen auf das Ausgangssignal zu bestimmen wenn die Ausgangslast (Bürde) variiert wird.

Um die Auswirkung auf das elektrische Ausgangssignal zu bestimmen wird der Lastwiderstand gemäß Herstellerangaben von dem Minimal- zum Maximalwert variiert. Alle Änderungen, die bei eingestelltem unteren Bereichswert und Spanne durch die Veränderungen der Bürde verursacht werden, werden als Prozentsatz der Ausgangsspanne angegeben. Der Ausgangsspannungsabfall am Prüfling beim oberen Bereichswert wird auch ausgewiesen, wenn der Prüfling ein Zweidraht-Messumformer ist. Augenmerk sollte die Auswirkungen der kapazitiven oder induktiven Lasten der Verbindungsleitungen gelegt werden.

Für jeden angelegten Bürdenwert muss die Ausgangsschwankung in Bezug auf Nennbedingungen innerhalb der für den Prüfling angegebenen Werte bleiben.

6.2.2.7 Restwelligkeit

Die maximale Spitze-Spitze-Werte und die Hauptfrequenzkomponente der Restwelligkeit des Ausgangs ist und bei 10 % und 90 % der Eingangssignalspanne zu messen, sowohl bei der minimalen als auch bei maximalen für das DUT angegebenen Bürde.

Für jede Testbedingung muss Restwelligkeit des Ausgangs in Bezug auf Nennbedingungen innerhalb der für den Prüfling angegebenen Werte bleiben.

6.2.2.8 Messbereichsüberschreitung

Bei dieser Prüfung erfolgt die Messung aller restlichen Änderungen bei 50 % Messbereichsüberschreitung und der minimalen und maximalen Einstellungen der Spanne, wenn vom Hersteller nicht anders angegeben.

Der Eingang wird nach und nach vom unteren Messbereichsendwert in den Überschreitungsbereich, der für den Test ausgewählt wurde erhöht.

Nachdem der Überschreitungsbereich für 1 min erreicht wurde, wird der Eingang auf den unteren Bereichswert reduziert

Nachdem weiteren 5 Minuten vergangen sind, ist der untere Bereichswert und die Spanne in Prozent der Ausgangsspanne zu ermitteln.

Ist der zu testende Prüfling in beide Richtungen zu belasten, z. B. bei Differenzmessumformern und Geräten, deren Eingang sowohl den unteren als auch den oberen Bereichswert überschritten werden kann, so wird, wie oben beschrieben, zuerst der obere und danach der untere Überschreitungswert getestet.

Etwaige Änderungen des unteren Bereichswertes und der Spanne nach der Überlastung in beiden Richtungen sind zu ermitteln.

ANMERKUNGEN Wenn die Überlastung erhebliche thermische Effekte produziert, sollte die Dauer der Anwendung entsprechend erhöht werden.

6.2.2.9 Montageposition

Wenn der Prüfling empfindlich auf eine bestimmte Montageposition reagiert, so wird eine Änderung von 10° Neigung von der vom Hersteller angegebenen Position (en) vorgenommen. Gemessen und dokumentiert wird die Änderung der Ausgangsspanne in Prozent.

Vier Messungen sind vorzunehmen mit Neigung in zwei Ebenen, die senkrecht zueinander sind.

Wenn eine 10° Neigung aufgrund der Bauart des Prüflings zu groß ist, wird der vom Hersteller angegebene maximale Neigungswert verwendet.

Alle Änderungen von unterem Bereichswert und Spanne in den einzelnen Testpositionen sind aufzuzeichnen. Diese Änderungen müssen innerhalb der für den Prüfling angegebenen Werte bleiben.

6.2.4 Dynamisches Verhalten

6.2.4.1 Allgemeines

Das Ziel dieses Teils der Norm ist es, Daten anzugeben, die die dynamische Leistung der Prüflinge in einer einheitlichen, vergleichbaren Weise charakterisieren.

Für den Zweck dieser Norm werden, wenn erforderlich, schritt- und sinusartige Eingangssignale für den Test des dynamischen Verhaltens verwendet.

Sprung-Tests ermöglichen die Messung der Totzeit und ergeben eine qualitative Beurteilung der Nicht-Linearität des Messobjekts.

Sinus-Testdaten sind in der Regel für die meisten mathematischen Analysen nützlich, für die grafische Lösung von Steuerungsproblemen und zur Charakterisierung der Dynamik linearer Systeme.

Um zu einer praktikablen Anzahl von Tests zu gelangen, muss nur ein Wert der Ausgangslast und eine minimale Anzahl von Eingangssignal – Konfigurationen angenommen werden.

Es wird anerkannt, dass die Daten aus den angegebenen Sprung und Sinus Tests nicht ausreichen, um die Nichtlinearitäten des DUT vollständig zu beschreiben. Jedoch soll diese Norm sinnvolle vergleichbare Daten ergeben, um das dynamische Verhalten von einfachen Geräten zu beschreiben und qualitative Hinweise für die komplexeren zu geben. In besonderen Fällen können ausführlichere Prüfung im Testprogramm spezifiziert werden.

ANMERKUNG Die angegebenen Ausgangsbürden und die Pegel der Eingangssignale reichen aus, um gültige Daten zu den üblichen Testanforderungen und qualitative Angaben über die Wirkung von sich ungewöhnlich großen ändernden Signale zu geben.

6.2.3.2 Sprungantwort

Eine Reihe von sprungartigen Änderungen werden an den Eingang des Testobjekts angelegt. Die Anstiegszeit der Sprünge soll in Vergleich mit der Reaktionszeit des Gerätes klein sein.

Eingangs- und Ausgangsverhalten sollen zusammen erfasst werden.

Die folgenden Eingabeschritte sind anzuwenden:

- einen Sprung, entsprechend 80 % des Ausgangsbereiches, was eine Ausgangsänderung von 10 % auf 90 %, dann noch 90 % bis 10 % bewirkt;
- Sprungartige Änderungen, entsprechend zu 10 % der Ausgangsspanne, so dass Ausgangsänderungen nach oben und unten, wie folgt erfolgen:

5 % auf 15 %; 45 % auf 55 % und 85 % auf 95 %.

Die Zeit, in der das Ausgangssignal einen stabilen Wert innerhalb 1 % der Ausgangsspanne erreicht (Einschwingzeit) ist für jede Testbedingung zu messen. Die Höhe der Totzeit und vorübergehendes Überschwingen, falls vorhanden, sind anzugeben (siehe Bild 5).

ANMERKUNG Die Messung der Sprungantwortzeit oder der Zeitkonstante kann auch nützlich sein.

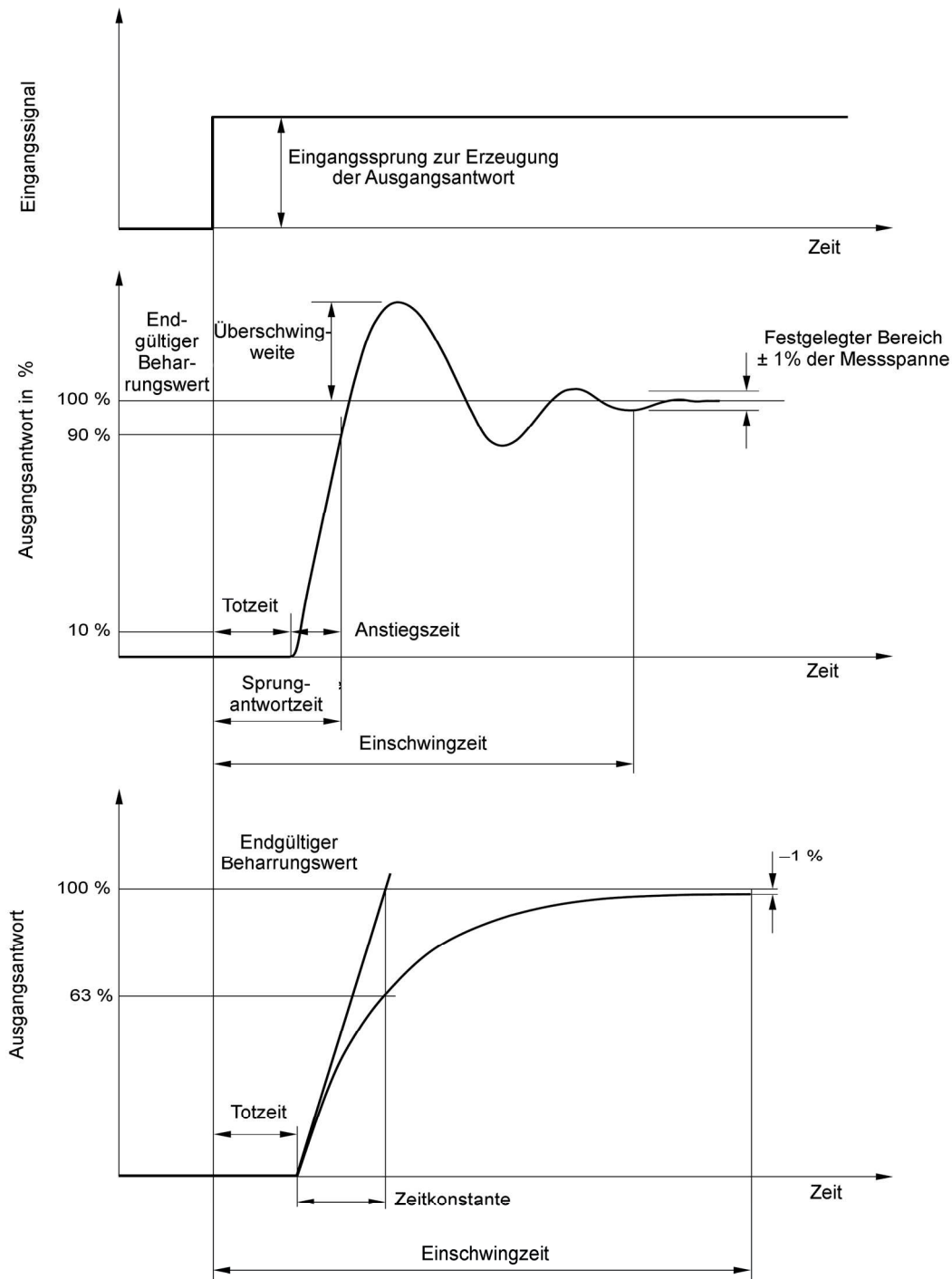


Bild 3 – Zwei Beispiele für die Antwort auf einen Eingangssprung

6.2.3.3 Frequenzantwort

Ein sinusförmiges Signal wird mittels eines Funktionsgenerators an den Eingang des DUT angelegt.

Die Spitze-Spitze Amplitude des Sinussignals sollte 20 % der Spanne nicht überschreiten. Es sollte aber hinreichend sein um eine gültige Messung zu erhalten ohne Störung oder Sättigung des Ausgangssignals.

Die Frequenz des Eingangssignals wird in Schritten erhöht, von einem Anfangswert niedrig genug, um die statische Verstärkung zu bestimmen, zu einer höheren Frequenz, bei der der Ausgang um weniger als 10 % der ursprünglichen Amplitude gedämpft wird, oder bei der die Phasenverzögerung 300° sein wird.

Wenigstens ein vollständiger Zyklus von Ein- und Ausgang wird gleichzeitig bei jedem Frequenzschritt aufgezeichnet.

Die Ergebnisse dieser Versuche werden graphisch in der folgenden Form dargestellt (siehe Bild 6):

- die Verstärkung und die Phasenverzögerung werden gegen die Frequenz in einem logarithmischen Maßstab aufgetragen.

Aus den Diagrammen werden die folgenden Werte entnommen:

- die Frequenz, bei der die relative Verstärkung 0,7 ist;
- die Frequenz, bei der die Phasenverzögerung von 45° beträgt;
- die Frequenz, bei der die Phasenverschiebung 90° beträgt;
- die maximale relative Verstärkung, und die entsprechende Frequenz und Phasenlage.

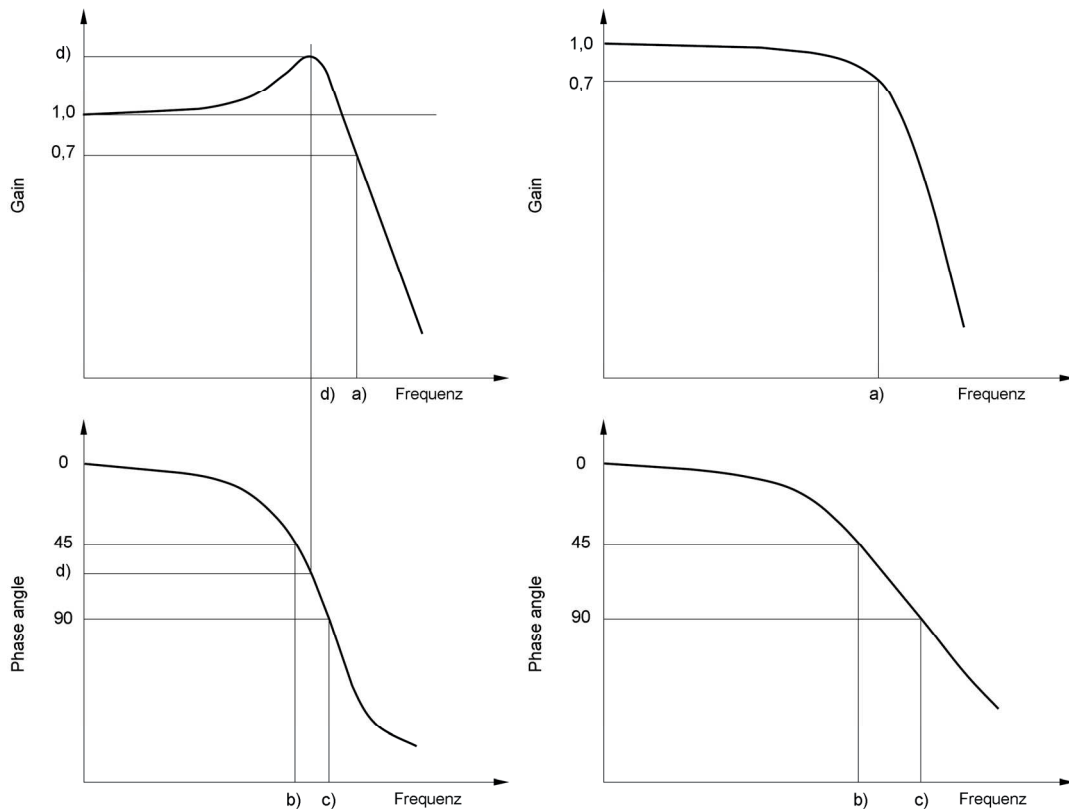


Bild 4 – Zwei Beispiele für die Frequenzantwort

6.2.4.4 Driftverhalten

6.2.4.4.1 Kurzzeit-Driftverhalten

Diese Messungen der Änderung des Ausgangssignals erfolgen direkt nach Einschalten der Hilfsenergie für das Testobjekt.

Vor der Prüfung sollte sich das Gerät den Umgebungsbedingungen oder den vom Hersteller empfohlenen Bedingungen für einen Zeitraum von mindestens 12 h anpassen können, ohne mit Energie versorgt zu sein. Die Spanne sollte der ungefähre Mittelwert der maximalen und minimalen Messspanne sein mit dem unteren Wert etwa auf der Mitte seines zulässigen Bereichs.

Wird ein 90 %-Eingangssignal an das Gerät angelegt, sollte es eingeschaltet werden, und der Ausgang wird aufgezeichnet bis er sich stabilisiert hat (maximal für einen Zeitraum von 4 h). Die erhaltenen Messwerte

werden dokumentiert, und die Kurzzeitdrift-Drift wird als die Zeit bezeichnet, innerhalb der der Ausgang stabil ist innerhalb der vom Hersteller festgelegten Grenzen.

6.2.4.4.2 Langzeitdrift

Das Gerät wird für 30 Tage kontinuierlich betrieben und, soweit praktisch machbar, mit einem stetigen Eingangssignal entsprechend 90 % der Messspanne betrieben.

Die Spanne sollte der ungefähre Mittelwert der maximalen und minimalen Messspanne sein mit dem unteren Wert etwa auf der Mitte seines zulässigen Bereichs.

Bei Geräten, die einen intermittierenden oder Sampling-Eingang haben, oder bei denen es nicht praktikabel ist, ein konstantes Eingangstestsignal zu halten (z. B. einige Arten von Analysegeräten), ist ein Eingangssignal entsprechend 90 %-Spanne mindestens einmal pro Tag anzulegen. Ein- und Ausgang wird gemessen, vorzugsweise an jedem Werktag. Es wird die Ausgangsdrift bestimmt und für jede kleine Änderung der Eingabe durch Berechnung korrigiert. Es sollte darauf geachtet werden, dass Veränderungen durch Umgebungsbedingungen, andere als die Zeit, die Auswirkungen von Langzeitdrift nicht überlagern. Der Messanfang und -spanne wird gemessen und aufgezeichnet unmittelbar vor und nach dem 30-tägigen Testzeitraum. Die gemessenen Daten werden verarbeitet, um eine Ausgleichsgerade zu bestimmen und zu überprüfen, ob es eine Drift in einer Richtung ist oder eine zufällige Drift.

6.3 Typprüfung bei Betriebsbedingungen

6.3.1 Allgemeines

Das Ziel dieses Abschnitts dieser Norm ist es, die Verfahren, die Einfluss auf die Betriebsbedingungen für Messumformer mit analogen oder digitalen Ausgang haben, zu bewerten.

6.3.2 Effekte auf Grund der Umgebungstemperatur

Bei jeder Testtemperatur für die thermische Stabilisierung des Prüflings ausreichend Zeit zu gewähren, bevor die Testmessungen durchgeführt werden (wie in IEC 60068-2-1 und IEC 60068-2-2 spezifiziert).

Der Stabilisierungszeitraum ist eine Funktion der Masse des Prüflings und der Energieableitung. Er wird normalerweise durch Aufzeichnen des Ausgangssignals des DUT geprüft. Er kann bis zu 3 h betragen.

Was auch immer die vorgeschriebenen Temperaturzyklen während der Tests vorschreiben, so ist es für die Durchführung der Messungen wichtig bei den gleichen Temperaturen während wiederholter Zyklen zu messen, damit ein Vergleich möglich ist.

Die Auswirkungen der Umgebungstemperatur wird in dem Temperaturbereich gem. Tabelle 2 gemessen.

Die Grenzen für die Umgebungstemperatur sollten an die Temperaturen der vorgesehenen Einbaustelle des Prüflings angepasst sein.

Die Durchführung der Prüfung ist die gleiche wie bei den Performance-Test bei der gleichen Umgebungstemperatur, im Allgemeinen +20 °C.

Die Testumgebungstemperatur sollte im allgemeinen in 20 °C-Intervallen ausgewählt werden bis zum Erreichen der festgelegten Grenztemperatur für das DUT.

Im Falle einer Temperatur in der Klasse C2 (IEC 60654-1) sollte der Test Temperaturzyklus bei +20° C (Referenztemperatur) beginnen und dann +40° C, +55° C, +20° C, 0° C, -25° C und +20° C betragen.

Wenn dem Testprogramm allgemein zugestimmt wird, kann sich bei einem Test auf vier Temperaturen, 20° C (Referenz), Maximum, Minimum, und 20° C beschränkt werden.

Die Toleranz für jede Testtemperatur sollte $\pm 2^\circ \text{C}$ und die Änderungsrate der Umgebungstemperatur sollte weniger als 1°C pro Minute betragen. Es sollten keine Einstellungen am Messobjekt während des Testzyklus vorgenommen werden.

Ein zweiter oder dritter Temperaturzyklus ohne Einstellungen am DUT kann im Testprogramm spezifiziert werden. Bei jeder Testtemperatur werden die Daten für zunehmende und abnehmende Werte des Ausgangs für 25 % der Messspanne aufgezeichnet.

Die Änderungen des Ausgangs bei jedem Test werden aus dem Durchschnitt der ansteigenden und abfallenden Messwerte berechnet und in Prozent der idealen Ausgangsspanne angegeben. Alle erheblichen Veränderungen in der Hysterese, Linearität oder Wiederholbarkeit werden ebenfalls berechnet und angegeben.

Alle Effekte auf dem digitalen Display werden dokumentiert, einschließlich der Verluste von Kontrast, Helligkeit, Verzerrung oder Digits.

6.3.2 Effekte auf Grund der relativen Luftfeuchtigkeit

Die Auswirkungen der relativen Luftfeuchtigkeit werden in dem angegebenen Feuchtigkeitsbereich gem. Tabelle 3 gemessen

Die Test Grenzwerte für Luftfeuchtigkeit sollten auf die Temperaturen am vorgesehenen Einsatzort des Prüflings beschränkt sein.

Normalerweise werden die Auswirkungen der relativen Luftfeuchtigkeit bei einer Nenntemperatur von 40°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95 % für Geräte der Anwendungsklassen B, C und D gemäß IEC 60564-1 ermittelt (für einen DUT der Klasse A ist ein Luftfeuchtigkeits-Test normalerweise nicht notwendig).

Die Auswirkungen der relativen Luftfeuchtigkeit werden ermittelt, indem das Messobjekt in einer Feuchttestkammer einer relativen Luftfeuchtigkeit innerhalb von 2 % bis -3 % der maximal angegebenen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt wird (wie unten angegeben nach IEC 60068-2-30).

Der Prüfling wird bei einer Feuchte $< 60 \%$ und einer Temperatur von $40^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ stabilisiert.

Die Messungen werden bei jeweils 25 % der Ausgangsspanne in jeder Richtung vorgenommen.

Die relative Feuchtigkeit wird dann innerhalb von 3 h, auf $\left(93 \frac{+2}{-3}\right) \%$ erhöht unter Vermeidung von Kondenswasser am Testobjekt und wird bei diesem Wert für einen Zeitraum von mindestens 48 h gehalten. Wenn in dem Testprogramm vereinbart, kann das Gerät während dieser Zeit abgeschaltet werden.

Die Messungen sind wieder mit 25 % Schrittweite der Ausgangsspanne in jeder Richtung vorzunehmen.

Bleibt der UuT in Betrieb, so wird die relative Feuchte innerhalb von 3 h zum ursprünglichen Bezugswert von $< 60 \%$ reduziert.

Nach Stabilisierungszeit von mindestens 12 h, sind die Messungen zu wiederholen.

Alle Änderungen werden auf den Messanfang und die Messspanne bezogen und in Prozent der Ausgangsspanne angegeben.

Darüber hinaus sollten alle wesentlichen Änderungen in der Hysterese, Linearität oder Wiederholbarkeit berechnet und angegeben werden.

Zusätzlich sollte eine visuelle Prüfung nach dem Test gemacht werden um Anhaltspunkte für eine Verschlechterung von Komponenten oder Eindringen von Feuchtigkeit in das Gehäuse zu ermitteln.

6.3.4 Vibrationen

6.3.4.1 Allgemeines

Die allgemeinen Verfahren dieser Tests sollen mit dem Testverfahren Fc der IEC 60068-2-6 übereinstimmen und die Schwingungsbereiche und Werte sind in Übereinstimmung mit den in IEC 60654-3 anzugeben.

Die Auswirkungen der Vibrationsbelastung wird gemäß dem nachfolgenden Verfahren mit den Spitzenamplituden, Beschleunigungswerten und Frequenzbereichen gemäß der Tabelle 4 bestimmt oder vom wie Hersteller angegeben.

Die Messungen werden vor und nach der Vibrationsbelastung vorgenommen.

Die Geräte werden in Übereinstimmung mit den Anweisungen des Herstellers für eine normale Installation auf einem Vibrationstisch montiert, wo sie einer geradlinigen sinusförmige Schwingungen in jeder der drei zueinander senkrechten Achsen, von denen eine als vertikal angesehen wird, unterzogen werden.

Die Steifigkeit des Vibrationstisches und der Befestigungseinrichtung für den Prüfling muss so sein, dass die Schwingung auf den normalen Montagepunkt des DUT optimal übertragen werden kann.

Der Schwingungspegel während des Tests wird bei am normalen Befestigungspunkt des Prüflings gemessen.

Während der Vibrationstests wird der DUT mit Hilfsenergie versorgt und mit 50 % Eingangssignal angeschlossen.

Das Ausgangssignal wird gemessen, um jede Änderung in den Bericht aufnehmen zu können.

Die Übergangsfrequenz ist der Bereich in dem von konstanter Amplitude auf konstanter Beschleunigung umgeschaltet wird.

Die Vibrationstests umfassen drei Phasen:

- zuerst die Resonanz Suche;
- ein Dauertest durch „Sweepen“ (kontinuierliche Änderung) der Frequenz über dem entsprechenden Frequenzbereich wie in der Tabelle 4 oder über einen anderen Bereich gemäß IEC 60654-3, oder wie vom Hersteller bzw. vom Anwender angegeben;
- eine Resonanz Suche am Testende.

Diese drei Stufen werden in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt. Auf jeder Stufe wird der Prüfling in jeder der drei Hauptachsen belastet, bevor mit der nächsten Stufe begonnen wird.

6.3.4.2 Erste Resonanzsuche

Die erste Resonanzsuche soll mit dem Ziel durchgeführt werden, den DUT zu studieren und Resonanzen und die zugehörigen Resonanzfrequenzen von Komponenten festzustellen und für den späteren Vergleich mit der abschließenden Resonanzsuche zu dokumentieren.

Die Sweep-Geschwindigkeit darf nicht größer als 0,5 Oktaven pro Minute sein.

Während der Resonanz-Suche werden die Frequenzen festgestellt, die folgende Änderungen verursachen

- a) wesentliche Änderungen im Ausgangssignal;
- b) mechanische Resonanzen von Bauteilen oder Baugruppen.

All die Amplituden und Frequenzen, bei denen diese Effekte auftreten, werden dokumentiert um mit den in der letzten Resonanzsuche ermittelten Effekten verglichen zu werden.

6.3.4.3 Dauer-Sweep-Test

Der Test wird mit einer Geschwindigkeit von einer Oktave pro Minute über den ausgewählten Frequenzbereich durchgeführt.

Die Gesamtzahl der Wobbelzyklen soll 60 betragen mit 20 Zyklen in jeder der drei zueinander senkrechten Achsen.

6.3.4.4 Schluss Resonanzsuche

Die endgültige Resonanzsuche wird in der gleichen Weise wie die erste Resonanzsuche und mit den gleichen Schwingungseigenschaften durchgeführt.

Die Resonanzfrequenzen und die Frequenzen, die wesentlichen Änderungen im Ausgangssignal hervorrufen, werden mit denen bei der Anfangsresonanzsuche verglichen.

6.3.4.5 Abschließende Messungen

Der ordnungsgemäße mechanische Zustand des Prüflings wird am Ende der Tests mit einer visuellen Prüfung auf eventuelle Verformungen oder Risse in den Komponenten oder Befestigungen festgestellt.

Die zufrieden stellende Leistung des Prüflings wird in einem Testbericht dokumentiert; jede Änderung an Messanfang und Messspanne wird in Prozent der Ausgangsspanne angegeben.

6.3.5 Schock, Fall und Sturz

Die Prüfung wird gemäß dem Testverfahren Ec der IEC 60068-2-31 gemacht und nach dem freien Fall gemäß dem in der IEC 60654-3 angegebenen Verfahren, falls nicht anders vom Hersteller angegeben, dokumentiert.

Vor der Prüfung sind Referenzmessungen am unteren Messbereichswert und Spanne vorzunehmen.

Während des Tests können die Stromversorgung und die Eingänge abgeschaltet werden.

Die Aufgabe dieses Tests ist es,

- Schläge und Stöße zu simulieren, die wahrscheinlich während Reparaturarbeiten oder grobe Handhabung im Gebrauch auftreten können, und
- einen Mindestgrad an mechanische Robustheit zu überprüfen.

Die Vorgehensweise von „auf das Gesicht fallen“ wird wie folgt angewandt:

Das DUT steht in seiner normalen Gebrauchslage auf einer glatten, harten, starren Oberfläche aus Beton oder Stahl, geneigt zu einer Unterkante, so dass der Abstand zwischen der gegenüberliegenden Kante und der Testoberfläche 25 mm, 50 mm bzw. 100 mm (ausgewählter Wert gemäß Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender), oder so, dass der Winkel zwischen den Boden und die Testfläche 30° ist, je nachdem welcher Zustand weniger schwerwiegend ist. Der DUT kann dann frei auf der Testoberfläche fallen.

Der Prüfling wird von jeder der vier unteren Kanten fallen gelassen.

Nach dieser Prüfung wird der Prüfling auf Schäden untersucht.

Jede Änderung im unteren Bereichs-Wert und Spanne ist zu dokumentieren.

Wenn Änderungen festgestellt werden, ist zu überprüfen, ob der Prüfling nachjustiert werden kann, so dass die ursprüngliche Leistungsfähigkeit wieder hergestellt wird.

ANMERKUNG In besonderen Fällen, nach Vereinbarung, kann einer der anderen Schocktests IEC 60068-2-31 verwendet werden oder die Methode des freien Falls verwendet werden.

6.3.5 Beschleunigter Lebensdauer-Test

Wenn der Prüfling mechanische oder elektromechanische Teile enthält soll er wie für den Normalbetrieb angeschlossen werden.

Ein alternierender-Eingang mit einer Spitze/Spitze-Amplitude gleich der Hälfte der Messspanne und einen Mittelwert zwischen oberem und unterem Bereichsendwert ist anzuschließen.

Die Frequenz muss so sein, dass die Verstärkung nicht unter 0,8 reduziert wird. Eine typische Testfrequenz ist 0,5 Hz.

Soweit nicht anders mit dem Hersteller vereinbart, hat der Prüfling 100 000 Messzyklen zu absolvieren.

Messanfang, Messspanne (Hysteresis und, falls erforderlich, bei Bereichsmittel) und alle weiteren Änderungen sind vor und nach dem Test zu messen und zu dokumentieren.

6.3.7 EMV-Prüfungen

Die Tests (Störaussendung und Störfestigkeit) werden gem. IEC 61326 durchgeführt.

6.3.8 Weitere Testverfahren

Für die Testverfahren, die sich auf

- Lagerung und Transport,
- Schutzart gegen feste und flüssige (IP) Stoffe sowie Eindringen (IK),
- Gehäuse Schutz gegen korrosive und erodierende Einflüsse
- gefährlichen Umgebung (zum Einsatz in explosionsgefährdeten Atmosphäre)
- funktionale Sicherheit (für den Einsatz in Sicherheitssystemen)

Es wird direkt auf die IEC-Normen die entsprechenden Unterabschnitte des Abschnitts 5 Bezug genommen.

6.3.9 Zusätzliche Prüfungen für digitale Messumformer

Wie bereits in Ziffer 4 erwähnt, sind die neueren Messumformer für den Einsatz in industriellen Prozesssteuerungssystemen und Maschinen mit Mikroprozessoren, die digitale Datenverarbeitung und Kommunikationsmethoden zu nutzen, ausgerüstet. Das macht sie komplexer als herkömmliche analoge Messumformer und verleiht ihnen einen erheblichen Mehrwert.

Ein intelligenter Messumformer ist ein Gerät, das digitale Datenverarbeitungs- und Kommunikationsmethoden für die Wahrnehmung seiner Aufgaben und zur Sicherung und Übertragung von Daten und Informationen über seine Funktionsweise verwendet. Es kann mit zusätzlichen Sensoren und Funktionalität, die die Hauptfunktion des intelligenten Messumformers unterstützen, ausgestattet werden. Die Vielfalt der zusätzlichen Funktionalität kann beispielsweise zu erhöhter Genauigkeit und Messbereichserweiterung, Selbsttest -Funktionen sowie Alarm- und Zustandsüberwachung genutzt werden. Daher ist ein Genauigkeitsbezogener Leistungs-Tests, obwohl immer noch ein wichtiges Instrument für die Bewertung, nicht mehr ausreichend, um die Flexibilität, Leistungsfähigkeit und andere Funktionen in Bezug auf Engineering, Installation, Wartbarkeit, Zuverlässigkeit und Funktionsfähigkeit auf zu zeigen.

Da intelligente Transmitter in vielen Fällen auch zusätzlich die Kapazität besitzen, in digitale Kommunikations-(Bus-)Systeme integriert werden zu können, müssen sie zur Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Geräten ausgerüstet werden. In diesem Zusammenhang sind Zuverlässigkeit, Bedienbarkeit und Echtzeitverhalten wichtige Themen. Die Prüfung dieser Aspekte hängt weitgehend von der internen Struktur und Organisation des intelligenten Messumformers und der Architektur und Größe des Bussystems ab. Die Anhänge C, D und E geben nicht zwingende Methoden und Rahmenbedingungen für die Gestaltung von spezifischen Bewertungsverfahren für Zuverlässigkeit, Durchsatztests und Funktionstests für einen bestimmten Fall an.

Deshalb sind bei der Durchführung der Bewertung der intelligenten Messumformer gemäß der in Abschnitt 6 dieser Norm festgelegten Methoden die weitaus komplexere Funktionen dieser Geräte zu berücksichtigen.

Erstens ist eine engere Zusammenarbeit als im Fall von einfachen analogen Messumformern zwischen der bewertenden Stelle und dem Hersteller bei der Auswertung erforderlich. Die Herstellerangaben für das Instrument müssen intensiv analysiert werden, wenn das Testprogramm aufgestellt wird, und die Kommentar der Hersteller sowohl zu dem Testprogramm und den Ergebnissen ist ein wichtiger Beitrag zur Bewertung des Messumformers.

Checklisten für die Mapping-Funktionalität, Konfigurierbarkeit, Hardware-Konfiguration, Einstellung und Tuning-Verfahren, Bedienbarkeit, Zuverlässigkeit und Unterstützung des Herstellers, wie in den Tabellen 20 bis 26 angegeben, werden empfohlen.

Tabelle 9 – Checkliste für die Geräte Funktionalität

Funktion/Fähigkeit	Aspekte, die während der Bewertung beachtet werden müssen
Hauptfunktion(en)	Anzugeben ist eine kurze Beschreibung des Messprinzips. Beschreibungen des Gerätes bezüglich Statusinformationen und Messdaten (getrennt und kombiniert) die an der Mensch- und Kommunikationsschnittstelle und dem elektrische Ausgangssystem verfügbar sind. Beschreiben Sie die Firmware-Struktur (Funktionsbausteine und wie diese organisiert sind) und die Regeln für die Anwendungssoftware.
Hilfsfunktionen	Anzugeben ist eine kurze Beschreibung der analogen und digitalen Ein-/Ausgangsfunktionen.
Anpassungen	Neuere Ausführungen des Messumformers sollten mit den älteren Versionen in Hard- und Software kompatibel sein.
Funktionsblöcke	Listen Sie die verfügbaren standardisierte Funktionsbausteine (entweder nach der IEC 61499-Reihe oder IEC 61804-Serie) oder, im Falle von proprietären Funktionsblöcken, beschreiben und kategorisieren Sie diese in Bezug auf: • zeitabhängige Funktionsbausteine (Zähler, Controller, Timer, Lead / Lag) • zeitunabhängige Funktionsblöcke die unterteilt werden in: • Berechnungs-Blöcke (z. B. Sensor-Linearisierung, Quadratwurzel, Exponentialfunktionen); • Logikblöcke (und, oder, etc.). Für jeden Funktionsblock sind anzugeben: • Name. • Einstellbereich, wenn vom Benutzer einstellbar. • Standardwerte, wenn anwendbar. • Prüfungen auf Akzeptanz oder Ablehnung ungültiger Werte. Einzelheiten zur Überprüfung der Funktionsblock-Funktionen siehe Anhang C
Signalbegrenzung	• Überprüfen Sie die Verfügbarkeit der Signalbegrenzung. Signalbegrenzung wird in der Regel angewendet um am unteren Ende der Gerätecharakteristik ungültige oder verrauschte Signale zu vermeiden. Signalabschaltung kann auch am oberen Ende der Gerätecharakteristik vorhanden sein. Geben Sie an, ob die Option verfügbar ist und ob Cut-Off-Werte vom Benutzer einstellbar sind. • Prüfen Sie, ob ein Totband zwischen der Aktivierung und Deaktivierung vorhanden ist und ob es vom Benutzer einstellbar ist.
Filterfunktionen	Wenn Filterfunktionen vorhanden sind: • Sind sie analoger (Hardware) oder digitaler (Software) Natur. • Welcher Typ (1. oder 2. Ordnung) wird angewendet und ist die Zeitkonstante einstellbar.

Tabelle 10 – Checkliste für die Konfigurierbarkeit

Funktion/Fähigkeit	Aspekte, die während der Bewertung beachtet werden müssen
Feldbus Kompatibilität	Prüfen Sie, ob das Gerät im Test geeignet ist entweder für: • Anschluss an einen Feldbus nach der IEC 61158-Serie. • oder Stand-Alone-Anwendung in Kombination mit einer temporären Verbindung zu einem proprietären Feldbus. • oder Stand-Alone-Anwendung. Geben Sie eine Auflistung der Feldbus-kompatiblen Geräte-Versionen
Konfigurations-Werkzeuge	Überprüfen Sie, ob das Gerät konfiguriert werden von: • Örtliche Eingaben (Human Interface) am Gerät • Fernzugriff von einem PC oder einem Host-Computer. • Über eine zeitweise angeschlossene Handheld-Kommunikationseinheit. Beachten Sie die offensichtlich Schwierigkeiten, die bei der Konfiguration des Gerätes mit diesen Tools auftreten können. Diese könnten sein: • Falsche Eingaben durch zu geringem Abstand zwischen den Tasten. • Einige Parametereingaben könnten unbemerkt eine Änderung der sonstigen betriebsrelevanten zuvor eingestellten Parameter bewirken • Inkonsistenzen im Umgang mit Parametern wie z. B. keine Warnmeldung, wenn Sie versuchen, eine geschützten Parameter zu ändern.
On-line (Re-)Konfiguration	Prüfen Sie, ob Funktionen und Parameter im Betriebsmodus geändert werden können. Wenn ja, ob der Ausgang ist unannehmbar beeinträchtigt wird. Prüfen Sie, ob es einen Sicherheitsmechanismus gibt, der Online-Zugriff auf alle oder einige Parameter und Funktionen verhindert
Off-line Konfiguration	Prüfen Sie, ob es möglich ist, auf einem separaten (off-line) PC für eine Reihe von Messumformern die Konfigurationen zu speichern. Messen Sie die Zeit, die für die Offline-Konfiguration erforderlich ist.
Up-/Download von Konfigurationsdaten	Prüfen Sie, ob ein Upload von Konfigurationsdaten möglich ist. Prüfen Sie, ob ein Download von Offline erzeugten Konfigurationsdaten möglich ist. Messen Sie die erforderliche Zeit, um diese Aktionen durchführen: • Bei der Inbetriebnahme eines Feldbus-System. • In einem operativen (aktiv) Feldbussystem. (Die für diese Maßnahmen erforderliche Zeit kann von der Anzahl der Teilnehmer an der Feldbus-System abhängen)
Konfigurierbare Wiedereinschaltbedingungen	Wenn der Messumformer mit einer Regelfunktion versehen ist, ist er auch mit einer konfigurierbaren Neustartbedingungen nach einem Netzausfall ausgestattet. Bereitgestellt Wiedereinschaltbedingungen können sein: • Rückkehr zum letzten Wert. • Rückkehr zu einem benutzerdefinierten Wert. • Rückkehr in den manuellen Modus
Konfigurierbare Notfallbedingungen	Liste der Aktionen, die in dem Messumformer in dem Fall des Auftretens eines internen Fehlers oder Sensorfehler konfiguriert werden können.

Tabelle 11 – Checkliste für die Hardware-Konfiguration

Funktion/Fähigkeit	Aspekte, die während der Bewertung beachtet werden müssen
Mechanische Konstruktion	Bewertung für diese Materialien bezüglich der Komplexität und Solidität der Konstruktion und Schutz vor Beschädigung. Beziehen Sie, sofern zutreffend, die mechanischen Probleme, die während der Durchführung und Auswertung jedes Tests auftraten.
	Bewertung der internen Module, über die Lage/Position und Adressierung der Hardware über DIP-Schalter oder per Software
Einfachheit der Montage	Das Montageverfahren kann die Kalibrierung beeinflussen. Prüfen Sie, ob es einer erhöhten Aufmerksamkeit bedarf, um die Ausrichtung, die Fixierung der Installation, Wärmedämmung, usw. vorzunehmen Beachten Sie, ob es offensichtliche Schwierigkeiten beim Aus- und Einbau des Gerätes geben hat. Auch bestimmen die Zeit die für die korrekte Montage benötigt wird.