

**DIN EN 61869-1
(VDE 0414-9-1)****DIN**

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

VDE

ICS 17.220.20

Einsprüche bis 2017-01-04

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61869-1
(VDE 0414-9-1):2010-04

Entwurf**Messwandler –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
(IEC 38/516/CD:2016)**

Instrument transformers –
Part 1: General requirements
(IEC 38/516/CD:2016)

Transformateurs de mesure –
Partie 1: Exigences générales
(IEC 38/516/CD:2016)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-11-04 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 145 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	7
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	12
3.1 Allgemeine Begriffe	12
3.2 Begriffe, bezogen auf dielektrische Größen	14
3.3 Begriffe, bezogen auf Strömgrößen	15
3.4 Begriffe, bezogen auf die Genauigkeit	16
3.5 Begriffe, bezogen auf andere Größen	17
3.6 Begriffe, bezogen auf die Gasisolierung	18
3.7 Verzeichnis der Abkürzungen	18
4 Normale und besondere Betriebsbedingungen	19
4.1 Allgemeines	19
4.2 Normale Betriebsbedingungen	19
4.2.1 Umgebungstemperatur	19
4.2.2 Höhenlage	19
4.2.3 Schwingungen oder Erdstöße	20
4.2.4 Sonstige Betriebsbedingungen für Innenraummesswandler	20
4.2.5 Sonstige Betriebsbedingungen für Freiluftmesswandler	20
4.3 Besondere Betriebsbedingungen	20
4.3.1 Allgemeines	20
4.3.2 Höhenlage	21
4.3.3 Umgebungstemperatur	21
4.3.4 Schwingungen oder Erdstöße	21
4.3.5 Erdbeben	21
4.4 Netzspannung	21
4.5 Netzerdung	21
5 Bemessungswerte	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Höchste Spannung für Betriebsmittel	22
5.3 Bemessungsisolationspegel	24
5.3.1 Allgemeines	24
5.3.2 Bemessungsisolationspegel der Primäranschlüsse	24
5.3.3 Sonstige Anforderungen an die Isolierung der Primäranschlüsse	24

5.3.4	Isolationsanforderungen für Wicklungsabschnitte	26
5.3.5	Isolationsanforderungen für Sekundäranschlüsse	26
5.4	Bemessungsfrequenz	26
5.5	Bemessungsleistung	26
5.6	Bemessungs-Genauigkeitsklassen	26
6	Auslegung und Konstruktion	26
6.1	Anforderungen an Flüssigkeiten in Betriebsmitteln	26
6.1.1	Allgemeines	26
6.1.2	Qualität der Flüssigkeit	26
6.1.3	Füllstandsanzeige der Flüssigkeit	26
6.1.4	Flüssigkeitsdichtheit	26
6.2	Anforderungen an Gase in Betriebsmitteln	27
6.2.1	Allgemeines	27
6.2.2	Gasqualität	27
6.2.3	Gasüberwachungseinrichtung	27
6.2.4	Gasdichtheit	27
6.2.5	Druckentlastungseinrichtung	28
6.3	Anforderungen an Feststoffe zur Verwendung in Betriebsmitteln	28
6.4	Anforderungen an die Übertemperatur von Teilen und Komponenten	28
6.4.1	Allgemeines	28
6.4.2	Einfluss der Höhenlage auf die Übertemperatur	30
6.5	Anforderungen an die Erdung der Betriebsmittel	30
6.5.1	Allgemeines	30
6.5.2	Erdung des Gehäuses	30
6.5.3	Elektrischer Durchgang	30
6.6	Anforderungen an die äußere Isolierung	31
6.6.1	Verschmutzung	31
6.6.2	Höhenlage	31
6.7	Mechanische Anforderungen	32
6.8	Abgeschnittene Vielfachstöße an Primäranschlüssen	33
6.9	Anforderungen an den inneren Kurzschlusslichtbogenschutz	33
6.10	Schutzarten durch Gehäuse	34
6.10.1	Allgemeines	34
6.10.2	Schutz von Personen gegen Berührung von gefährlichen Teilen und Schutz des Betriebsmittels gegen Eindringen von festen Fremdkörpern	34
6.10.3	Schutz gegen Eindringen von Wasser	34
6.10.4	Innenraummesswandler	35
6.10.5	Freiluftmesswandler	35
6.10.6	Schutz von Betriebsmitteln gegen mechanische Stöße unter normalen Betriebsbedingungen	35

	Seite
6.11 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	35
6.11.1 Allgemeines	35
6.11.2 Anforderung an die Funkstörspannung (RIV)	35
6.11.3 Anforderungen an die Störfestigkeit	36
6.11.4 Anforderung an die übertragene Überspannung.....	36
6.12 Korrosion	37
6.13 Kennzeichnungen.....	37
6.13.1 Kennzeichnung von Anschlüssen	37
6.13.2 Kennzeichnungen auf Typschildern	38
6.14 Brandgefahr.....	38
7 Prüfungen	38
7.1 Allgemeines	38
7.1.1 Einteilung der Prüfungen	38
7.1.2 Verzeichnis der Prüfungen	39
7.1.3 Reihenfolge der Prüfungen	41
7.2 Typprüfungen	42
7.2.1 Allgemeines	42
7.2.2 Erwärmungsprüfung	43
7.2.3 Steh-Stoßspannungsprüfung an Primäranschlüssen.....	44
7.2.4 Regenprüfung für Freiluftwandler.....	46
7.2.5 Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)	46
7.2.6 Genauigkeitsprüfung	48
7.2.7 Nachweis der Schutzart durch Gehäuse.....	48
7.2.8 Dichtheitsprüfung des Gehäuses bei Umgebungstemperatur	49
7.2.9 Grenzwertprüfung für das Gehäuse	49
7.2.10 Prüfung der übertragenen Überspannung	49
7.2.11 Mechanische Prüfungen.....	51
7.3 Stückprüfungen	52
7.3.1 Steh-Wechselspannungsprüfung an Primäranschlüssen	52
7.3.2 Teilentladungsmessung	53
7.3.3 Steh-Wechselspannungsprüfungen zwischen Wicklungsabschnitten	55
7.3.4 Steh-Wechselspannungsprüfungen an Sekundäranschlüssen	56
7.3.5 Genauigkeitsprüfung	56
7.3.6 Überprüfung der Kennzeichnungen	56
7.3.7 Dichtheitsprüfung des Gehäuses bei Umgebungstemperatur	56
7.3.8 Druckprüfung des Gehäuses.....	56
7.3.9 Messung der Kapazität und des dielektrischen Verlustfaktors	57
7.4 Sonderprüfungen	57
7.4.1 Prüfung mit abgeschnittenen Vielfachstößen an den Primäranschlüssen.....	57

7.4.2	Prüfung des inneren Kurzschlusslichtbogens	58
7.4.3	Dichtheitsprüfung des Gehäuses bei niedriger und bei hoher Temperatur	59
7.4.4	Prüfung des Gastaupunkts.....	59
7.4.5	Korrosionsprüfung	60
7.4.6	Brandgefahrenprüfung	60
7.5	Stichprobenprüfungen	60
8	Regeln für Transport, Lagerung, Errichtung, Betrieb und Wartung	60
8.1	Allgemeines	60
8.2	Bedingungen während Transport, Lagerung und Installation	60
8.3	Installation	61
8.3.1	Allgemein.....	61
8.3.2	Entpacken und Anheben	61
8.3.3	Zusammenbau	61
8.3.4	Aufstellung	61
8.3.5	Anschlüsse	61
8.3.6	Endabnahme	61
8.4	Betrieb	62
8.5	Wartung	62
8.5.1	Allgemeines.....	62
8.5.2	Verantwortlichkeiten des Herstellers.....	62
8.5.3	Verantwortlichkeiten des Kunden	63
8.6	Fehlerbericht	63
9	Sicherheit	64
10	Auswirkungen des Produkts auf die natürliche Umgebung	64
Anhang A (normativ)	Identifizierung der Prüflinge.....	65
A.1	Allgemein.....	65
A.2	Daten	65
A.3	Zeichnungen.....	65
Anhang B (informativ)	Empfehlung für Inhalte von Fehlerberichten	66
B.1	Allgemeines.....	66
B.2	Inhalt.....	66
Anhang C (informativ)	Brandgefahr.....	68
C.1	Brandgefahr.....	68
C.2	Prüfung zur Beurteilung der Brandgefahr	68
Anhang D (informativ)	Stichprobenprüfung	69
Anhang E (informativ)	Korrosion: Informationen über Betriebsbedingungen und empfohlene Prüfanforderungen	70
E.1	Einleitung.....	70
E.2	Empfehlungen für Mindestanforderungen.....	70

E.3	Empfohlene Prüfanforderungen	70
Anhang F (informativ)	Verfahren der Erwärmungsprüfung von Wandlern zur Bestimmung der thermischen Zeitkonstante durch eine experimentelle Schätzung	71
Literaturhinweise		73
Bilder		
Bild 1	– Höhenkorrekturfaktor für die Übertemperatur	30
Bild 2	– Höhenkorrekturfaktor	32
Bild 3	– Messung der übertragenen Überspannung: Kurvenformen der Prüfspannung	37
Bild 4	– RIV-Messschaltung	47
Bild 5	– Messung der übertragenen Überspannungen: allgemeiner Prüfaufbau	50
Bild 6	– Messung der übertragenen Überspannung: Prüfschaltung und GIS-Prüfaufbau (Stromwandler)	50
Bild 7	– Prüfschaltung für die Teilentladungsmessung	53
Bild 8	– Alternative Schaltung für die Teilentladungsmessung	53
Bild 9	– Beispiel einer kompensierten Prüfschaltung für die Teilentladungsmessung	54
Bild 10	– Beispiel der Kalibrierschaltung für die Teilentladungsmessung	54
Bild 11	– Spannungsprofil für die Teilentladungsmessung	55
Bild F.1	– Graphische Extrapolation der endgültigen Übertemperatur	72
Tabellen		
Tabelle 1	– Temperaturklassen	19
Tabelle 2	– Bemessungsisolationspegel der Primäranschlüsse für Messwandler	23
Tabelle 3	– Teilentladungs-Prüfspannungen und zulässige Pegel	24
Tabelle 4	– Normwerte für den Bemessungsspannungsfaktor	25
Tabelle 5	– Zeitweilig zulässige Leckraten für Gassysteme	28
Tabelle 6	– Grenzen der Temperatur und der Übertemperatur für verschiedene Teile, Werkstoffe und Dielektrika von Messwandlern	29
Tabelle 7	– Statische Steh-Prüfkräfte	33
Tabelle 8	– Dauer des Kurzschlusslichtbogens und Leistungskriterien	34
Tabelle 9	– Grenzwerte der übertragenen Überspannung	36
Tabelle 10	– Verzeichnis der Prüfungen	40
Tabelle 11	– Gasart und Gasdruck bei Typ-, Stück- und Sonderprüfungen	41
Tabelle 12	– Anwendungsarten der an die Primäranschlüsse anzulegenden Prüfkräfte	52
Tabelle 13	– Größte Menge von in Öl gelöstem Gas in Messwandlern	58
Tabelle C.1	– Brandgefahr von elektrotechnischen Produkten	68

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 38/516/CD:2016 „Instrument transformers – Part 1: General requirements“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

Das internationale Dokument wurde vom TC 38 „Instrument transformers“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die 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. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 471 „Messwandler“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

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

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

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

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 61869-1 (VDE 0414-9-1):2010-04** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich;
- b) Begriffe;
- c) Bemessungswerte;
- d) Auslegung der Konstruktion;

E DIN EN 61869-1 (VDE 0414-9-1):2016-12

- e) Art der Prüfungen;
- f) Typprüfungen;
- g) Stückprüfungen;
- h) Sonderprüfungen;
- i) Regeln für Transport, Lagerung, Errichtung, Betrieb und Wartung;
- j) die Deutsche Fassung wurde im [Abschnitt 3](#) an die aktuellen Standardtexte angepasst.

Messwandler – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Einleitung

Diese Norm ist die erste Überarbeitung der Norm **IEC 61869-1**, die unabhängig von der Art (Stromwandler, Spannungswandler ...) oder der Technologie des Messwandlers allgemeine Anforderungen für Messwandler festlegt.

Die Überarbeitung ist von der Hauptversammlung von TC 38 im November 2014 beschlossen und im Überprüfungsbericht 38/497/RR offiziell bestätigt worden.

Um das Verständnis dafür zu fördern, hebt diese Einleitung die wichtigsten Änderungen gegenüber dem vorangegangenen Dokument von 2007 hervor.

Die fachlichen Änderungen werden im Dokument mit einer Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.

- Anwendungsbereich: Dieses Dokument betrifft nur Betriebsmittel für Anwendungen über 1 kV. Niederspannungsbetriebsmittel werden in IEC 61869-201 behandelt.
- Begriffe:
 - neue Definition für Gehäuse, die Messwandlern besser entspricht
 - Einführung einiger Begriffe im Zusammenhang mit Strom- und Spannungswandlern, soweit sie mit Dokumenten der Normenreihe IEC 61869 im Zusammenhang stehen
 - Änderungen einiger Akronyme zur Harmonisierung mit IEC 60027-1: K_r , f_r
- Bemessungswerte:
 - **Tabelle 2**: Ergänzung von EHV-Pegeln, die mit anderen Betriebsmitteln vereinbar sind
 - Die Werte der abgeschnittenen Blitzstoßspannung gelten für alle Arten von Messwandlern mit $U_m > 72,5$ kV.
Für gasisierte Messwandler erfolgt die Prüfung bei Bemessungsfülldruck.
- Auslegung und Konstruktion:
 - **Tabelle 6** ist an die überarbeitete Norm **IEC 60085** angepasst worden. Dabei ist zu beachten, dass die nach früheren Normen höchste zulässige Übertemperatur um 5 K verringert worden ist, um die Tatsache zu berücksichtigen, dass das Widerstandsmessverfahren eine mittlere Temperatur anstatt einer Heißpunkttemperatur ergibt.
 - Verschmutzung: siehe IEC 60815
 - Mechanische Anforderungen: **Tabelle 7** wurde unter Einbeziehung von EMV-Anwendungen vervollständigt.
 - Kennzeichnungen: Ergänzung von Anforderungen für die Kennzeichnung von Anschlüssen. Dies war für die richtige Struktur der Dokumente für spezifische Anforderungen erforderlich.
- Art der Prüfungen: Der Charakter bestimmter Prüfungen wurde überdacht, um eine bessere Vereinbarkeit zu erzielen. Darüber hinaus wurde für allgemeine Prüfungen eine Prüffolge festgelegt, die nach der jeweiligen spezifischen Norm durchgeführt werden muss.
 - Die Prüfung der übertragenen Überspannung und die mechanische Prüfung sind von Sonderprüfungen in Typprüfungen überführt worden. Die Anforderungen werden als hinreichend wichtig angesehen, um als Typprüfungen nachgewiesen zu werden.
 - Die Prüfung mit abgeschnittener Steh-Blitzstoßspannung ist eine Typprüfung und wird in die dielektrischen Prüfungen einbezogen. Dies ist erforderlich, um Übereinstimmung mit IEEE, einigen IEC-Normen und Teil 11 zu erzielen. In der Praxis wird diese Prüfung zusammen mit der Stoßspannungsprüfung durchgeführt.
 - Die Messung von C und $\tan \delta$ wurde von einer Sonderprüfung in eine Stückprüfung überführt. Soweit anwendbar, ist sie eine Grundprüfung für die Messung der Qualität der Isolierung.

- Typprüfungen:
 - Erwärmungsprüfung: genauere Definition der Prüfdauer in Übereinstimmung mit Teil 2, aber anwendbar für fast alle Typen von Messwandlern. Falls sie nicht anwendbar ist, muss dies in der jeweiligen spezifischen Norm angegeben werden.
 - Blitzstoßspannungsprüfung: gleiches Verfahren (15 Stöße) für alle Messwandler unabhängig vom Spannungspegel. Für die frühere Spezifikation von 3 Stößen über 300 kV besteht keine ernsthafte technische Rechtfertigung.
 - Schaltstoßspannungsprüfung: mit beiden Polaritäten durchzuführen. Dies ist erforderlich, um Übereinstimmung mit anderen IEC-Normen zu erzielen, und für die Prüfung von gasisolierten Messwandlern.
 - Prüfung mit abgeschnittener Blitzstoßspannung: keine Änderung außer Überführung in den Abschnitt für Typprüfungen
 - Prüfung der übertragenen Überspannung: Überführung in den Abschnitt für Typprüfungen; kleine Änderungen der Prüfschaltung und bestimmter Anforderungen an die Prüfbedingungen
 - Mechanische Prüfung: Überführung in den Abschnitt für Typprüfungen. Wenn die Windlast am Messwandler 30 % bis 40 % der Gesamtlast darstellt, darf diese Last direkt am Wandlerkopf angreifen. Es werden drei mögliche Prüfverfahren betrachtet.
- Stückprüfungen:
 - Messung der Teilentladung: Definition des Spannungsprofils
 - Messung von C und $\tan \delta$: Überführung in den Abschnitt für Stückprüfungen; Definition der Kriterien für $\tan \delta$ in Abhängigkeit vom Isolierstoff
- Sonderprüfungen:
 - Prüfung mit abgeschnittenen Vielfachstößen: Festlegung der größten Menge von in Öl gelöstem Gas vor und nach der Prüfung
- Regeln für Transport, Lagerung, Errichtung, Betrieb und Wartung: Alle maßgeblichen Regeln sind verbindlich und vom informativen Anhang in die normativen Anforderungen überführt worden.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für neu hergestellte Messwandler für Netzspannungen über 1 kV mit analogem oder digitalem Ausgang zur Anwendung mit elektrischen Messgeräten oder elektrischen Schutzeinrichtungen für Gleichstrom oder mit Bemessungsfrequenzen von 15 Hz bis 400 Hz.

Messwandler für Niederspannungsanwendungen werden in der Norm IEC 61869-201 behandelt.

Diese Norm ist eine Produktfamiliennorm und enthält nur allgemeine Anforderungen. Für jede Art von Messwandlern setzt sich die Produktnorm aus dieser Norm und der zugehörigen spezifischen Norm zusammen.

2 Normative Verweisungen

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

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-2-11, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal classification*

IEC 60270, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60376, *Specification of technical grade sulphur hexafluoride (SF₆) for use in electrical equipment*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60455 (alle Teile), *Resin based reactive compounds used for electrical insulation*

IEC 60480, *Guidelines for the checking and treatment of sulphur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment and specification for its re-use*

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

IEC 60567, *Oil-filled electrical equipment – Sampling of gases and of oil for analysis of free and dissolved gases – Guidance*

IEC 62271-1, *High-Voltage Switchgear and Controlgear – Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear*

IEC 60695-1-1, *Fire hazard testing – Part 1-1: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – General guidelines*

IEC 60695-1-30, *Fire hazard testing – Part 1-30: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – Use of preselection testing procedures*

IEC 60695-7-1, *Fire hazard testing – Part 7-1: Toxicity of fire effluent – General guidance*

IEC 60721-3-3, *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use of weather protected locations*

IEC 60721-3-4, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 4: Stationary use at non-weather protected locations*

IEC 60815, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

IEC 60867, *Insulating liquids – Specifications for unused liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons*

IEC 61462, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria and design recommendations*

IEC 62271-4, *High-voltage switchgear and controlgear – Use and handling of sulphur hexafluoride (SF₆) in high-voltage switchgear and controlgear*

IEC 62155, *Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V*

IEC 62262, *Degree of protection IK code*

IEC 62271-207, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 207: Seismic qualification for gas-insulated switchgear assemblies for rated voltages above 52 kV*

IEC TS 62271-210, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 210: Seismic qualification for metal enclosed and solid-insulation enclosed switchgear and controlgear assemblies for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 62271-203, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

CISPR 18-2, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

IEC Guide 109, *Environmental aspects – Inclusion in electrotechnical product standards*

ISO 3231, *Paints and varnishes – Determination of resistance to humid atmospheres containing sulphur dioxide*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Messwandler

Wandler, der zur Übertragung eines Informationssignals an Messgeräte, Zähler sowie Schutz- oder Steuer- und Regelgeräte oder ähnliche Geräte vorgesehen ist

[IEV 321-01-01, modifiziert]

3.1.2

Gehäuse

Teil, der Betriebsmitteln Schutz gegen bestimmte äußere Einflüsse und in jeder Richtung Schutz gegen direktes Berühren bietet

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition erfordert für den Anwendungsbereich dieser Norm folgende Erklärungen:

- 1) Gehäuse bieten Personen oder Tieren Schutz gegen Zugang zu gefährlichen Teilen.
- 2) Gehäuse bieten Betriebsmitteln Schutz gegen schädliche Wirkungen mechanischer Einflüsse.
- 3) Barrieren, Öffnungsformen oder andere Mittel – unabhängig davon, ob sie am Gehäuse befestigt sind oder vom umhüllten Betriebsmittel gebildet werden – die dazu geeignet sind, ein Eindringen zu verhindern oder zu beschränken, werden als Teil des Gehäuses betrachtet, sofern sie nicht ohne Verwendung eines Schlüssels oder Werkzeugs entfernt werden können.

3.1.3

Primäranschluss

Anschluss, an den die zu wandelnde Spannung oder der zu wandelnde Strom angelegt wird

3.1.4

Sekundäranschlüsse

Anschlüsse, die ein Informationssignal an Messgeräte, Zähler sowie Schutz- oder Steuer- und Regelgeräte oder ähnliche Geräte übertragen

3.1.5

Sekundärkreis

äußerer Stromkreis, der die Informationssignale empfängt, die von den Sekundäranschlüssen eines Messwandlers eingespeist werden

[IEV 321-01-08, modifiziert: „-wicklung“ wurde durch „-anschlüsse“ ersetzt]

3.1.6

Wicklungsabschnitt

elektrisch leitfähiger Teil eines Messwandlers, der gegen andere ähnliche Teile isoliert und mit Anschlüssen ausgestattet ist

BEISPIEL Umklemmbare Primär- oder Sekundärwicklungen, extern zu erdende Schirmungen, Temperaturfühler

3.1.7

Aufsteckstromwandler

Stromwandler ohne Primärleiter und eigene Primärisolierung, der direkt über eine isolierte Durchführung oder einen isolierten Leiter geschoben werden kann

[IEV 321-02-02]

3.1.8

elektromagnetische Verträglichkeit

EMV

Fähigkeit einer Einrichtung oder eines Systems, in ihrer/seiner elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne in diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässige elektromagnetische Störgrößen einzubringen

[IEV 161-01-07]

3.2 Begriffe, bezogen auf dielektrische Größen

3.2.1

höchste Betriebsspannung eines Netzes

U_{sys}

größter Wert der Außenleiter-Betriebsspannung (Effektivwert), der zu einer beliebigen Zeit an einem beliebigen Punkt des Netzes bei Normalbetrieb auftritt

[IEV 601-01-23, modifiziert]

3.2.2

höchste Spannung für Betriebsmittel

U_{m}

Effektivwert der höchsten Außenleiterspannung, für die ein Betriebsmittel im Hinblick auf seine Isolation und andere Eigenschaften, die sich in den entsprechenden Gerätebestimmungen auf diese Spannung beziehen, zu bemessen ist. Unter normalen Betriebsbedingungen kann diese Spannung dauerhaft an den Wandler angelegt werden

[IEV 604-03-01, modifiziert]

3.2.3

Bemessungs-Primärspannung

U_{pr}

für einen Spannungswandler die Primärspannung, die in der Bezeichnung eines Wandlers enthalten ist und auf der sein Betriebsverhalten basiert

[IEV 321-01-12]

3.2.4

Bemessungsisolationspegel

Kombination von Spannungswerten, die die Isolation eines Wandlers im Hinblick auf seine dielektrische Festigkeit kennzeichnet

3.2.5

Netz mit isoliertem Neutralpunkt

Netz, in dem kein Neutralpunkt betriebsmäßig Erdverbindung hat, mit Ausnahme von Verbindungen hoher Impedanz für Schutz- und Messeinrichtungen

[IEV 601-02-24]

3.2.6

Netz mit Erdschlusskompensation (gelöschtes Netz)

Netz, in dem ein oder mehrere Neutralpunkte zur weitgehenden Kompensation des kapazitiven Anteils des Erdschlussstroms über eine Reaktanz mit Erde verbunden sind

[IEV 601-02-27]

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Erdschlusskompensation eines Netzes wird der Reststrom im Fehlerfall auf einen Wert begrenzt, bei dem sich ein Lichtbogen in Luft selbst auslöscht.

3.2.7

Erdfehlerfaktor

für eine bestimmte Stelle eines Drehstromnetzes und für eine bestimmte Netzkonfiguration das Verhältnis des Effektivwerts der höchsten betriebsfrequenten Spannung Außenleiter-Erde eines nicht fehlerbehafteten Außenleiters während eines Fehlers mit Erdberührung, der einen oder mehrere Außenleiter an beliebigen Stellen des Netzes beeinflusst, zum Effektivwert der betriebsfrequenten Außenleiter-Erde-Spannung an der betrachteten Stelle, die dort ohne Fehler vorhanden wäre

[IEV 604-03-06]

3.2.8

Netz mit Neutralpunktterdung

Netz, dessen Neutralpunkt entweder direkt oder über einen ohmschen oder induktiven Widerstand mit Erde verbunden ist, der hinreichend klein ist, um transiente Schwingungen zu verringern und einen für den selektiven Erdschlussschutz ausreichenden Strom zu ermöglichen

- a) Ein dreiphasiges Netz mit an einer bestimmten Stelle wirksam geerdetem Neutralpunkt ist ein Netz, das an dieser Stelle durch einen Erdfehlerfaktor gekennzeichnet ist, der 1,4 nicht überschreitet.

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bedingung wird annähernd erreicht, wenn für alle Netzkonfigurationen das Verhältnis der Nullsystem-Reaktanz zur Mitsystem-Reaktanz kleiner als drei und das Verhältnis des Nullsystem-Widerstands zur Mitsystem-Reaktanz kleiner als eins ist.

- b) Ein dreiphasiges Netz mit an einer bestimmten Stelle nicht wirksam geerdetem Neutralpunkt ist ein Netz, das an dieser Stelle durch einen Erdfehlerfaktor gekennzeichnet ist, der 1,4 überschreiten darf.

3.2.9

Netz mit direkter Neutralpunktterdung

Netz, in dem ein oder mehrere Neutralpunkte unmittelbar mit Erde verbunden sind

[IEV 601-02-25]

3.2.10

Netz mit Neutralpunkt-Impedanzerdung

Netz, in dem mindestens ein Neutralpunkt zur Begrenzung des Erdkurzschlussstroms über eine Impedanz geerdet ist

[IEV 601-02-26]

3.2.11

ungeschützte Anlage

Anlage, in der die Geräte Überspannungen atmosphärischen Ursprungs ausgesetzt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Derartige Anlagen sind üblicherweise entweder direkt oder über kurze Kabel mit Freileitungen verbunden.

3.2.12

geschützte Anlage

Anlage, in der die Geräte keinen Überspannungen atmosphärischen Ursprungs ausgesetzt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Derartige Anlagen sind üblicherweise mit unterirdischen Kabelnetzen verbunden.

3.3 Begriffe, bezogen auf Strömgrößen

3.3.1

Bemessungs-Primärstrom

I_{pr}

Stromstärke des Primärstroms, die in der Bezeichnung eines Stromwandlers enthalten ist und auf der sein Betriebsverhalten basiert

[IEV 321-01-11]

3.3.2

thermischer Bemessungs-Kurzzeitstrom

I_{th}

Höchstwert der Primärstromstärke, der ein Stromwandler mit kurzgeschlossener Sekundärwicklung für eine festgelegte kurze Zeit standhalten kann, ohne schädliche Wirkungen zu erleiden

[IEC 60050-321:1986, 321-02-22]

3.3.3

Bemessungs-Stoßstrom

I_{dyn}

Spitzenwert der Primärstromstärke, der ein Stromwandler mit kurzgeschlossener Sekundärwicklung standhalten kann, ohne durch die entstehenden elektromagnetischen Kräfte elektrisch oder mechanisch beschädigt zu werden

[QUELLE: IEC 60050-321:1986, 321-02-24]

3.3.4

thermischer Bemessungs-Dauerstrom

I_{cth}

Stromstärke, die bei mit der Bemessungsbürde abgeschlossenen Sekundärwicklung ständig in der Primärwicklung zugelassen werden kann, ohne dass die Erwärmung die festgelegten Werte übersteigt

[QUELLE: IEC 60050-321:1986, 321-02-25]

3.3.5

Bemessungs-Primär-Kurzschlussstrom

I_{psc}

Effektivwert der Wechselstromkomponente eines transienten Primär-Kurzschlussstroms, auf dem die Genauigkeit eines Stromwandlers basiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Während sich I_{th} auf die Temperaturgrenze bezieht, bezieht sich I_{psc} auf die Genauigkeitsgrenze. Gewöhnlich ist I_{psc} kleiner.

3.4 Begriffe, bezogen auf die Genauigkeit

3.4.1

tatsächliche Übersetzung

K

Verhältnis der tatsächlichen Primärspannung oder des tatsächlichen Primärstroms zur tatsächlichen Sekundärspannung oder zum tatsächlichen Sekundärstrom

3.4.2

Bemessungsübersetzung

K_r

Verhältnis der Bemessungs-Primärspannung oder des Bemessungs-Primärstroms zur Bemessungs-Sekundärspannung oder zum Bemessungs-Sekundärstrom

3.4.3

Übersetzungsfehler

ε

Fehler, den ein Messwandler in eine Messung einführt und der dadurch entsteht, dass die tatsächliche Übersetzung nicht mit der Bemessungsübersetzung übereinstimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Übersetzungsfehler für den Strom und die Spannung wird mit folgender Gleichung definiert:

$$\varepsilon = \frac{K_r Y_s - X_p}{X_p} \times 100$$

Dabei ist

K_r die Bemessungsübersetzung;

X_p der Effektivwert des tatsächlichen Primärsignals (Strom oder Spannung) im stationären Zustand;

Y_s der Effektivwert des Ausgangssignals (Strom oder Spannung).

Diese Definition gilt nur für Komponenten mit Bemessungsbürde und Bemessungsfrequenz des Primärsignals und des Sekundärsignals und berücksichtigt keine Gleichanteile des Signals.

3.4.4

Phasenverschiebung

Fehlwinkel

$\Delta\varphi$

Phasenwinkeldifferenz zwischen dem Primärspannungs- oder dem Primärstromzeiger und dem Sekundärspannungs- oder dem Sekundärstromzeiger, wobei die Richtung der Zeiger so gewählt wird, dass für einen idealen Wandler dieser Winkel null wird

Die Phasenverschiebung wird als positiv angesehen, wenn der Sekundärspannungs- oder der Sekundärstromzeiger dem Primärspannungs- oder dem Primärstromzeiger vorausleitet. Sie wird üblicherweise in Minuten oder in Zentiradian angegeben.

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition gilt streng genommen nur für sinusförmige Spannungen oder Ströme.

[IEV 321-01-23, modifiziert]

3.4.5

Genauigkeitsklasse

Bezeichnung für einen Messwandler, dessen Übersetzungsfehler und Phasenverschiebung unter vorgeschriebenen Anwendungsbedingungen innerhalb festgelegter Grenzen bleiben

[IEV 321-01-24, modifiziert]

3.4.6

Bürde

Admittanz (oder Impedanz) des Sekundärkreises, die in Siemens (oder Ohm) und als Leistungsfaktor angegeben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bürde wird üblicherweise als Scheinleistung in Voltampere angegeben, die beim festgelegten Leistungsfaktor und bei der Bemessungs-Sekundärspannung oder beim Bemessungs-Sekundärstrom aufgenommen wird.

[IEV 321-01-25, modifiziert (Admittanz, Einheiten und Leistungsfaktor wurden ergänzt)]

3.4.7

Bemessungsbürde

Bürde, auf der die Genauigkeitsanforderungen dieser Spezifikation beruhen

[IEV 321-01-26]

3.4.8

Bemessungsleistung

S_r

Scheinleistung (in Voltampere bei einem festgelegten Leistungsfaktor), die der Messwandler bei der Bemessungs-Sekundärspannung oder beim Bemessungs-Sekundärstrom an den Sekundärkreis abgeben kann, wenn dieser an seine Bemessungsbürde angeschlossen ist

[IEV 321-01-27, modifiziert („in Voltampere“ wurde ergänzt)]

3.5 Begriffe, bezogen auf andere Größen

3.5.1

Bemessungsfrequenz

f_r

Wert der Frequenz, der den Anforderungen dieser Norm zugrunde liegt

3.5.2

mechanische Belastung

F

Kräfte an unterschiedlichen Teilen des Messwandlers als eine Funktion von vier Hauptkräften:

- Kräfte auf die Anschlüsse durch die Verbindung zum Netz;
- Kräfte durch den Wind;
- seismische Kräfte;
- elektrodynamische Kräfte durch Kurzschlussströme

3.6 Begriffe, bezogen auf die Gasisolierung

3.6.1

Druckentlastungseinrichtung

Einrichtung, die zur Begrenzung eines gefährlichen Überdrucks im Inneren des Messwandlers geeignet ist

3.6.2

gasisolierter metallgekapselter Messwandler

metallgekapselter Messwandler, der für die Befestigung an einer gasisolierten Schaltanlage (GIS) innerhalb oder außerhalb des Schaltanlagegehäuses vorgesehen ist

3.6.3

druckdichtes System

Volumen, das regelmäßig nur durch die manuelle Verbindung mit einer externen Gasversorgung aufgefüllt wird

3.6.4

Bemessungsfülldruck

Druck, bezogen auf Normalumweltbedingungen (20 °C und 101,3 kPa), bei dem der gasisierte Messwandler gefüllt wird, bevor er in Betrieb genommen wird, oder regelmäßig aufgefüllt wird

3.6.5

Mindestbetriebsdruck

Druck, bezogen auf Normalumweltbedingungen (20 °C und 101,3 kPa), bei dem und oberhalb dessen die Bemessungsisolation und andere Kennwerte des gasisierten Messwandlers beibehalten werden und bei dem eine Gasauffüllung erforderlich wird

3.6.6

absolute Leckrate

Gasmenge, die je Zeiteinheit entweicht, angegeben in $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$

3.6.7

relative Leckrate

F_{rel}

absolute Leckrate bezogen auf die Gesamtgasmenge im Messwandler bei Bemessungsfülldruck (oder -dichte). Sie wird in Prozent je Jahr angegeben

3.7 Verzeichnis der Abkürzungen

IT	Messwandler (en: instrument transformer)
CT	Stromwandler (en: current transformer)
CVT	kapazitiver Spannungswandler (en: capacitive voltage transformer)
VT	Spannungswandler (en: voltage transformer)
AIS	luftisolierte Schaltanlage (en: air-insulated switchgear)
GIS	gasisolierte Schaltanlage (en: gas-insulated switchgear)

K	tatsächliche Übersetzung
K_r	Bemessungsübersetzung
ε	Übersetzungsfehler
$\Delta\varphi$	Phasenverschiebung, Fehlwinkel
S_r	Bemessungsleistung
U_{sys}	höchste Betriebsspannung eines Netzes
U_m	höchste Spannung für Betriebsmittel
f_r	Bemessungsfrequenz
F	mechanische Belastung
F_{rel}	relative Leckrate

4 Normale und besondere Betriebsbedingungen

4.1 Allgemeines

Sofern nichts anderes festgelegt ist, sind Messwandler für den Einsatz bei ihren Bemessungskennwerten unter den normalen Betriebsbedingungen nach 4.2 vorgesehen.

Falls die tatsächlichen Betriebsbedingungen von diesen normalen Betriebsbedingungen abweichen, müssen Messwandler so ausgelegt sein, dass sie allen besonderen Betriebsbedingungen genügen, die vom Kunden gefordert werden, oder es müssen entsprechende Vereinbarungen getroffen werden (siehe 4.3).

Detaillierte Informationen zur Einteilung von Umweltbedingungen sind in IEC 60721-3-3 (Innenräume) und IEC 60721-3-4 (Freiluft) angegeben.

Bei gasisolierten metallgekapselten Messwandlern ist **Abschnitt 2** von IEC 62271-203 anwendbar.

4.2 Normale Betriebsbedingungen

4.2.1 Umgebungstemperatur

Messwandler werden in drei Klassen eingeteilt, wie in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 – Temperaturklassen

Klasse	Niedrigste Temperatur °C	Höchste Temperatur °C
–5/40	–5	40
–25/40	–25	40
–40/40	–40	40

ANMERKUNG 1 Bei der Auswahl der Temperaturklasse sollten die Transport- und Lagerbedingungen ebenfalls berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2 Falls der Messwandler in ein anderes Betriebsmittel eingebaut ist (z. B. GIS, Leistungsschalter), sollte er für die Temperaturbedingungen des jeweiligen Betriebsmittels ausgelegt sein.

4.2.2 Höhenlage

Die Höhenlage von 1 000 m wird nicht überschritten.

4.2.3 Schwingungen oder Erdstöße

Schwingungen, die infolge äußerer Ursachen auf die Messwandler wirken, oder Erdstöße sind vernachlässigbar.

4.2.4 Sonstige Betriebsbedingungen für Innenraummesswandler

Für sonstige mögliche Betriebsbedingungen gilt Folgendes:

- a) Der Einfluss von Sonnenstrahlung darf vernachlässigt werden.
- b) Die Umgebungsluft ist nicht wesentlich durch Staub, Rauch, korrosive Gase, Dämpfe oder Salz verschmutzt.
- c) Es gelten folgende Feuchtebedingungen:
 - 1) der Mittelwert der relativen Feuchte, gemessen über einen Zeitraum von 24 h, überschreitet nicht 95 %;
 - 2) der Mittelwert des Wasserdampfdrucks überschreitet in einem Zeitraum von 24 h nicht 2,2 kPa;
 - 3) der Mittelwert der relativen Feuchte überschreitet in einem Zeitraum von einem Monat nicht 90 %;
 - 4) der Mittelwert des Wasserdampfdrucks überschreitet in einem Zeitraum von einem Monat nicht 1,8 kPa.

Bei diesen Bedingungen kann gelegentlich Betauung erfolgen.

ANMERKUNG 1 Bei plötzlichen Temperaturschwankungen in Zeiträumen mit hoher Feuchte ist mit Betauung zu rechnen.

ANMERKUNG 2 Um den Auswirkungen hoher Luftfeuchte und Betauung, wie Durchschlag der Isolierung oder Korrosion der Metallteile, standhalten zu können, sollten Messwandler verwendet werden, die für solche Bedingungen ausgelegt sind.

ANMERKUNG 3 Betauung darf durch besondere Ausführung des Gehäuses, durch geeignete Lüftung und Heizung oder durch die Verwendung von Entfeuchtungseinrichtungen verhindert werden.

4.2.5 Sonstige Betriebsbedingungen für Freiluftmesswandler

Für sonstige mögliche Betriebsbedingungen gilt Folgendes:

- a) Der Mittelwert der Umgebungstemperatur, gemessen über einen Zeitraum von 24 h, überschreitet nicht 35 °C.
- b) Sonnenstrahlung bis zu 1 000 W/m² (an einem klaren Tag mittags) muss berücksichtigt werden.
- c) Die Umgebungsluft darf durch Staub, Rauch, korrosive Gase, Dämpfe oder Salz verschmutzt sein. Die Verschmutzung überschreitet nicht die in IEC 60815 angegebenen Verschmutzungsgrade.
- d) Der Winddruck überschreitet nicht 700 Pa (entspricht 34 m/s Windgeschwindigkeit);
- e) Das Vorhandensein von Betauung oder Niederschlag sollte berücksichtigt werden.
- f) Die Eisschicht überschreitet nicht die Dicke von 20 mm.

4.3 Besondere Betriebsbedingungen

4.3.1 Allgemeines

Wenn Messwandler unter Bedingungen verwendet werden sollen, die von den in 4.2 angegebenen normalen Betriebsbedingungen abweichen, sollten sich die Anforderungen des Kunden auf die folgenden genormten Kriterien beziehen.

4.3.2 Höhenlage

4.3.2.1 Einfluss der Höhenlage auf die äußere Isolierung

In einer Höhenlage über 1 000 m wird die Durchschlagsspannung der äußeren Isolierung durch die Verringerung der Luftdichte beeinflusst. Siehe 6.6.2.

4.3.2.2 Einfluss der Höhenlage auf die Übertemperatur

In einer Höhenlage über 1 000 m wird das thermische Verhalten eines Messwandlers durch die Verringerung der Luftdichte beeinflusst. Siehe 6.4.2.

4.3.3 Umgebungstemperatur

Für Anlagen an einem Standort, an dem die Umgebungstemperatur beträchtlich außerhalb des Bereichs der normalen Betriebsbedingungen nach 4.2.1 liegen kann, sollten die bevorzugten Bereiche der niedrigsten und höchsten Temperatur festgelegt werden auf:

- a) -50 °C und 40 °C für sehr kaltes Klima;
- b) -5 °C und 50 °C für sehr heißes Klima.

In bestimmten Regionen, in denen häufig feuchtwarme Winde auftreten, können plötzliche Temperaturänderungen auftreten, die sogar in Innenräumen zu Betauung führen.

ANMERKUNG Unter bestimmten Bedingungen der Sonnenstrahlung können geeignete Maßnahmen, z. B. Überdachung, Zwangsbelüftung usw. erforderlich sein, damit die festgelegten Übertemperaturen nicht überschritten werden. Alternativ dürfen die Bemessungswerte herabgesetzt werden.

4.3.4 Schwingungen oder Erdstöße

Schwingungen können durch den Betrieb der Schaltanlage oder durch Kurzschlusskräfte auftreten.

Für einen Messwandler, der in ein anderes Betriebsmittel eingebaut ist (GIS oder AIS), müssen die Schwingungen, die durch die anderen Betriebsmittel erzeugt werden, berücksichtigt werden.

4.3.5 Erdbeben

Für Installationen an einem Standort, an dem Erdbeben wahrscheinlich sind, muss der zugehörige Schärfegrad nach IEC 62271-207 oder IEC 62271-210 vom Kunden festgelegt werden.

Die Übereinstimmung mit solchen besonderen Anforderungen ist, falls anwendbar, entweder durch Berechnung oder durch Prüfung nach den Festlegungen in den zutreffenden Normen nachzuweisen.

4.4 Netzspannung

Die höchste Spannung für Betriebsmittel (U_m) muss mindestens der höchsten Betriebsspannung eines Netzes (U_{sys}) entsprechen.

ANMERKUNG Aufsteckstromwandler sind mitunter für einen Einbau in Hochspannungsbetriebsmittel vorgesehen. Wird die Isolierung vom Betriebsmittel selbst bereitgestellt, gilt diese Anforderung nicht.

4.5 Netzerdung

Die betrachteten Netzerdungen sind:

- a) Netz mit isoliertem Neutralpunkt (siehe 3.2.5);
- b) Netz mit Erdschlusskompensation (gelöschtes Netz) (siehe 3.2.6);

- c) Netz mit Neutralpunktterdung (siehe 3.2.8):
- 1) Netz mit direkter Neutralpunktterdung (siehe 3.2.9),
 - 2) Netz mit Neutralpunkt-Impedanzerdung (siehe 3.2.10).

5 Bemessungswerte

5.1 Allgemeines

Die allgemeinen Bemessungswerte von Messwandlern einschließlich ihrer Hilfseinrichtungen, falls vorhanden, sollten aus folgenden Werten ausgewählt werden (soweit zutreffend):

- a) höchste Spannung für Betriebsmittel (U_m);
- b) Bemessungsisolationspegel;
- c) Bemessungs-Primärstrom oder Bemessungs-Primärspannung;
- d) Bemessungs-Sekundärstrom oder Bemessungs-Sekundärspannung;
- e) thermischer Bemessungs-Kurzzeitstrom;
- f) Bemessungsstoßstrom;
- g) thermischer Bemessungs-Dauerstrom;
- h) Bemessungs-Primär-Kurzschlussstrom;
- i) Bemessungs-Spannungsfaktor;
- j) Bemessungsfrequenz (f_r);
- k) Bemessungsleistung;
- l) Bemessungs-Genauigkeitsklasse.

Die Bemessungswerte gelten für die in IEC 60071-1 festgelegte genormte Bezugsatmosphäre (Temperatur 20 °C, Druck 101,3 kPa und Feuchte 11 g/m³).

5.2 Höchste Spannung für Betriebsmittel

Normwerte müssen aus Tabelle 2 ausgewählt werden.

Ein Leitfaden für die Auswahl des Bemessungsisolations ist in IEC 60071-1:2011, 5.5, angegeben.

Tabelle 2 – Bemessungsisolationspegel der Primäranschlüsse für Messwandler

Höchste Spannung für Betriebsmittel U_m (Effektivwert) kV	Bemessungs- Stehwechselspannung (Effektivwert) kV	Bemessungs-Steh- Blitzstoßspannung (Spitzenwert) kV	Bemessungs-Steh- Schaltstoßspannung (Spitzenwert) kV
0,72	3	–	
1,2	6	–	
3,6	10	20 40	
7,2	20	40 60	
12	28	60 75	
17,5	38	75 95	
24	50	95 125	
36	70	145 170	
52	95	250	
72,5	140	325	
100	185	450	
123	185 230	450 550	
145	230 275	550 650	
170	275 325	650 750	
245	395 460	950 1 050	
300	395 460	950 1 050	750 850
362	460 510	1 050 1 175	850 950
420	570 630	1 300 1 425	950 1 050
550	630 680	1 425 1 550	1 050 1 175
800	880 975	1 950 2 100	1 425 1 550
1 100	1 100	2 250 2 400 2 550	1 550 1 675 1 800
1 200	1 200	2 250 2 400 2 700	1 675 1 800 1 950

ANMERKUNG 1 Bei ungeschützten Anlagen wird empfohlen, den höchsten Isolationspegel zu wählen.

ANMERKUNG 2 Bei Aufsteckstromwandlern wird die Isolierung nicht vom Stromwandler selbst bereitgestellt, sondern vom Hochspannungsbetriebsmittel, an dem sie angebracht sind (z. B. GIS, Hochspannungskabel, Oberspannungsdurchführung). Besondere Anforderungen können IEC 61869-2 entnommen werden.

ANMERKUNG 3 Bezüglich alternativer Pegel siehe IEC 60071-1.

5.3 Bemessungsisolationspegel

5.3.1 Allgemeines

Für die meisten Werte der höchsten Spannung für Betriebsmittel (U_m) gibt es mehrere Bemessungs-Isolationspegel, um die Anwendung von verschiedenen Leistungskriterien und Überspannungsmustern zuzulassen. Die Auswahl sollte getroffen werden unter Berücksichtigung des Beanspruchungsgrads durch schnell oder langsam ansteigende Überspannungen, der Art der Neutralpunktterdung des Netzes und der Art der Überspannungsbegrenzungseinrichtung.

5.3.2 Bemessungsisolationspegel der Primäranschlüsse

Der Bemessungsisolationspegel der Primäranschlüsse eines Messwandlers muss auf seine höchste Spannung für Betriebsmittel U_m nach [Tabelle 2](#) bezogen werden.

Primäranschlüsse, die im Betrieb geerdet werden sollen, haben eine Steh-Wechselspannung von 3 kV.

Bei an GIS angebauten Messwandlern entsprechen die Bemessungsisolationspegel, Prüfverfahren und Annahmekriterien [IEC 62271-203](#). Die geltenden Bemessungsisolationspegel für die Isolierung Außenleiter-Erde entsprechen [IEC 62271-203](#), [Tabellen 2](#) und [3](#).

5.3.3 Sonstige Anforderungen an die Isolierung der Primäranschlüsse

5.3.3.1 Teilentladungen

Teilentladungsanforderungen gelten für Messwandler mit $U_m \geq 7,2$ kV.

Der Teilentladungspegel darf die in [Tabelle 3](#) festgelegten Grenzen nicht überschreiten. Das Prüfverfahren ist in [7.3.2.2](#) angegeben.

Tabelle 3 – Teilentladungs-Prüfspannungen und zulässige Pegel

Art der Neutralpunktterdung des Netzes	Art des Messwandlers	Teilentladungs-Prüfspannung (Effektivwert) kV	Größter zulässiger Teilentladungspegel pC	
			Art der Isolierung	
			gefüllt mit Flüssigkeit oder Gas	Feststoff
Netz mit Neutralpunktterdung (Erdfehlerfaktor $\leq 1,4$)	CT und geerdeter VT	U_m	10	50
		$1,2 U_m / \sqrt{3}$	5	20
	nicht geerdeter VT	$1,2 U_m$	5	20
Netz mit isoliertem oder nicht wirksam geerdetem Neutralpunkt (Erdfehlerfaktor $> 1,4$)	CT und geerdeter VT	$1,2 U_m$	10	50
		$1,2 U_m / \sqrt{3}$	5	20
	nicht geerdeter VT	$1,2 U_m$	5	20
ANMERKUNG 1 Wenn der Neutralpunkt nicht festgelegt ist, gelten die Werte für Netze mit isoliertem oder nicht wirksam geerdetem Neutralpunkt.				
ANMERKUNG 2 Der größte zulässige Teilentladungspegel gilt auch für von der Bemessungsfrequenz abweichende Frequenzen.				
ANMERKUNG 3 CT steht für Stromwandler und VT für Spannungswandler.				

5.3.3.2 Abgeschnittene Blitzstoßspannung

Messwandler mit $U_m \geq 72,5$ kV müssen in der Lage sein, einer an ihren Primäranschlüssen angelegten abgeschnittenen Blitzstoßspannung mit einem Spitzenwert von 115 % der Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung standzuhalten.

5.3.3.3 Kapazität und dielektrischer Verlustfaktor

Die Messung wird nur für Wandler mit $U_m \geq 72,5$ kV mit flüssigkeitsgefüllter Primärisolierung oder für gasisolierte Messwandler mit kapazitiv gesteuertem Isoliersystem durchgeführt.

Der dielektrische Verlustfaktor hängt von der Ausführung der Isolierung und von der Spannung sowie der Temperatur ab. Sein Wert übersteigt bei Umgebungstemperatur die nachfolgenden Werte nicht.

Art der Isolierung	Größter Wert von $\tan \delta$ gemessen bei $U_m/\sqrt{3}$
Ölpapier	0,005
ölgetränkte Folie	0,001
gasimprägniertes Papier	0,005
gasimprägnierte Folie	0,001
Gas	0,001
Gießharz oder Formharz	0,015
Weitere	*
* Vom Hersteller anzugeben.	

5.3.3.4 Normwerte für den Bemessungsspannungsfaktor

Der Spannungsfaktor wird von der höchsten Betriebsspannung bestimmt, die wiederum von den Erdungsbedingungen des Netzes abhängt.

Tabelle 4 enthält die für viele verschiedene Erdungsbedingungen geeigneten Normspannungsfaktoren zusammen mit der zulässigen Dauer der höchsten Betriebsspannung (d. h. Bemessungszeit).

Tabelle 4 – Normwerte für den Bemessungsspannungsfaktor

Bemessungsspannungsfaktor	Bemessungszeit	Anschlussmethode der Primärwicklung und Erdungsbedingungen des Netzes
1,2	kontinuierlich	zwischen Außenleitern angeschlossener Spannungswandler
1,2	kontinuierlich	zwischen Außenleiter und Erde angeschlossener Messwandler
1,5	30 s	Netz mit wirksam geerdetem Neutralpunkt
1,2	kontinuierlich	zwischen Außenleiter und Erde angeschlossener Messwandler
1,9	30 s	Netz mit nicht wirksam geerdetem Neutralpunkt mit automatischer Erdschluss-Abschaltung
1,2	kontinuierlich	zwischen Außenleiter und Erde angeschlossener Messwandler
1,9	8 h	Netz mit isoliertem Neutralpunkt ohne automatische Erdschluss-Abschaltung oder Netz mit Erdschlusskompensation ohne automatische Erdschluss-Abschaltung

Die Dauerspannung darf nicht größer sein als die höchste Spannung für Betriebsmittel (U_m).

ANMERKUNG Die kontinuierliche Bemessungszeit für den Spannungsfaktor ist für Prüfzwecke vorgesehen und nicht für den Dauerbetrieb (siehe 4.4).

5.3.4 Isolationsanforderungen für Wicklungsabschnitte

Für miteinander verbundene Anschlüsse jedes Wicklungsabschnitts muss die Bemessungs-Steh-Wechselspannung der Isolierung zwischen Wicklungsabschnitten 3 kV betragen.

5.3.5 Isolationsanforderungen für Sekundäranschlüsse

Die Bemessungs-Steh-Wechselspannung für die Sekundärisolierung muss 3 kV betragen.

5.4 Bemessungsfrequenz

Die Normwerte der Bemessungsfrequenz sind 16,7 Hz, 25 Hz, 50 Hz, 60 Hz und 400 Hz.

5.5 Bemessungsleistung

Siehe besondere Produktnorm.

5.6 Bemessungs-Genauigkeitsklassen

Siehe besondere Produktnorm.

6 Auslegung und Konstruktion

6.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Betriebsmitteln

6.1.1 Allgemeines

Der Hersteller muss die Art, die erforderliche Menge und die Qualität der Flüssigkeit, die im Betriebsmittel eingesetzt wird, angeben.

6.1.2 Qualität der Flüssigkeit

Für ölgefüllte Betriebsmittel muss neues Isolieröl den Anforderungen von IEC 60296 entsprechen.

Für Betriebsmittel, die mit synthetischen Flüssigkeiten gefüllt sind, ist IEC 60867 heranzuziehen.

6.1.3 Füllstandsanzeige der Flüssigkeit

Falls vorhanden, muss die Einrichtung zur Überprüfung des Flüssigkeitsfüllstands anzeigen, ob sich der Füllstand während des Betriebs innerhalb des Betriebsbereichs befindet.

6.1.4 Flüssigkeitsdichtheit

Flüssigkeitsverlust ist nicht zulässig. Jeder Verlust von Flüssigkeit stellt die Gefahr der Verunreinigung der Isolierung dar.

6.2 Anforderungen an Gase in Betriebsmitteln

6.2.1 Allgemeines

Der Hersteller muss die Art, die erforderliche Menge und die Qualität des Gases, das im Betriebsmittel eingesetzt wird, angeben.

6.2.2 Gasqualität

Neues SF₆ (Schwefelhexafluorid) muss den Anforderungen von IEC 60376 entsprechen, während gebrauchtes SF₆ mit IEC 60480 übereinstimmen muss.

Der Umgang mit SF₆ muss nach IEC 62271-4 erfolgen.

Der größte zulässige Feuchtegehalt innerhalb von Messwandlern, die mit Gas der Bemessungsfülldichte der Isolierung gefüllt sind, muss derart sein, dass der Taupunkt bei einer Messung bei 20 °C nicht über –5 °C liegt. Für Messungen bei anderen Temperaturen muss eine angemessene Korrektur durchgeführt werden. Zur Messung und Bestimmung des Taupunkts sind IEC 60376 und IEC 60480 heranzuziehen.

6.2.3 Gasüberwachungseinrichtung

Gasisolierte Messwandler mit einem niedrigsten Betriebsdruck über 0,2 MPa müssen mit einer Druck- oder Dichteüberwachungseinrichtung ausgestattet sein. Gasüberwachungseinrichtungen dürfen eigenständig oder zusammen mit den zugehörigen Einrichtungen vorgesehen werden.

6.2.4 Gasdichtheit

6.2.4.1 Allgemeines

Die folgenden Festlegungen sind für alle Messwandler anwendbar, die als Isolierstoff Gas ausgenommen Luft bei atmosphärischem Druck verwenden.

6.2.4.2 Druckdichte Systeme für Gas

Die Dichtheitskennwerte eines druckdichten Systems, die vom Hersteller festgelegt sind, müssen mit einem Konzept geringster Wartung und Überwachung vereinbar sein.

Die Dichtheit eines druckdichten Systems für Gas wird bestimmt durch die relative Leckrate F_{rel} jedes Schottraums.

Der genormte Wert für SF₆ und SF₆-Gemische beträgt 0,5 % je Jahr.

Es müssen Mittel vorgesehen werden, um das Gassystem sicher nachfüllen zu können, während das Betriebsmittel in Betrieb ist.

ANMERKUNG Geringere Leckraten können nach nationalen Bestimmungen oder örtlicher Praxis festgelegt werden.

Eine erhöhte Leckrate bei extremen Temperaturen (falls solche Prüfungen in den entsprechenden Normen verlangt werden) ist zulässig, sofern diese Rate auf einen Wert gesetzt wird, der nicht größer als der größte zulässige Wert bei normaler Umgebungstemperatur ist. Die zeitweilig erhöhten Leckraten dürfen die in [Tabelle 5](#) angegebenen Werte nicht überschreiten.

Im Allgemeinen ist zur Anwendung eines geeigneten Prüfverfahrens IEC 60068-2-17 heranzuziehen.

Tabelle 5 – Zeitweilig zulässige Leckraten für Gassysteme

Temperaturklasse °C	Zeitweilig zulässige Leckrate
+40 und +50	$3 F_p$
Umgebungstemperatur	F_p
–5 / –10 / –15 / –25 / –40	$3 F_p$
–50	$6 F_p$

6.2.5 Druckentlastungseinrichtung

Die Einrichtung muss gegen jede unbeabsichtigte Beschädigung geschützt sein.

Für GIS-Messwandler kann IEC 62271-203, 5.105, herangezogen werden.

6.3 Anforderungen an Feststoffe zur Verwendung in Betriebsmitteln

Die Festlegungen für organische Stoffe, die in Messwandlern verwendet werden (z. B. Epoxidharz, Polyurethanharz, cycloaliphatisches Epoxidharz, Verbundwerkstoff usw.) sowohl für Innenraum- als auch für Freiluftaufstellung sind in der Normenreihe IEC 60455 angegeben.

ANMERKUNG Prüfungen an vollständigen Messwandlern unter Berücksichtigung bestimmter Erscheinungen wie einer plötzlichen Temperaturänderung, Entflammbarkeit und Alterung sind noch nicht genormt. IEC 60660 für Innenraumisolierung und IEC 61109 für Freiluftisolierung können als Leitfaden verwendet werden.

6.4 Anforderungen an die Übertemperatur von Teilen und Komponenten

6.4.1 Allgemeines

Die Übertemperatur von Wicklungen, magnetischen Kreisen und anderen Teilen von Messwandlern darf den in Tabelle 6 angegebenen Wert nicht überschreiten, wenn sie unter den festgelegten Bemessungsbedingungen betrieben werden. Diese Werte beruhen auf den Betriebsbedingungen, die in 4.2.1 angegeben sind.

Die Übertemperatur der Wicklungen wird durch die niedrigste Isolationsklasse begrenzt, entweder durch die Wicklung selbst oder durch das umgebende Medium, in das sie eingebettet ist.

Falls die Messwandler innerhalb von Gehäusen betrieben werden, sollte auf die Temperatur geachtet werden, die vom umgebenden Kühlmedium innerhalb des Gehäuses erreicht wird.

Falls die Umgebungstemperaturen die in 4.2.1 festgelegten Werte überschreiten, muss die zulässige Übertemperatur nach Tabelle 6 um einen Betrag verringert werden, der gleich der Überschreitung der Umgebungstemperatur ist.

Tabelle 6 – Grenzen der Temperatur und der Übertemperatur für verschiedene Teile, Werkstoffe und Dielektrika von Messwandlern

Teile des Messwandlers	Höchstwert	
	Temperatur °C	Übertemperatur bei Umgebungstemperatur von höchstens 40 °C K
1. Ölgefüllte Messwandler – oberste Ölschicht – oberste Ölschicht, hermetisch abgeschlossen – Mittelwert Wicklung – Mittelwert Wicklung, hermetisch abgeschlossen – andere Metallteile in Kontakt mit Öl	90 95 100 105 wie für Wicklungen	50 55 60 65 wie für Wicklungen
2. Feststoff- oder gasisolierte Messwandler^a – Wicklung (Mittelwert) in Kontakt mit Isolierstoffen der folgenden Klassen (°C): – 90 (Y) – 105 (A) – 120 (E) – 130 (B) – 155 (F) – 180 (H) – andere Metallteile in Kontakt mit den angegebenen Isolierstoffklassen	85 100 115 125 150 175 wie für Wicklungen	45 60 75 85 110 135 wie für Wicklungen
3. Verbindungen (einschließlich Anschlüsse), verschraubt oder gleichwertig blankes Kupfer, blanke Kupfer- oder Aluminiumlegierung – in OG ^c – in NOG ^d – in Öl versilbert oder vernickelt – in OG ^c – in NOG ^d – in Öl verzinkt – in OG ^c – in NOG ^d – in Öl	90 115 100 115 115 100 105 105 100	50 75 60 75 75 60 65 65 60

^a Gilt auch für ölgefüllte Aufsteckstromwandler.

^b Definitionen von Isolierstoffklassen siehe IEC 60085.

^c OG (oxidierendes Gas) ist ein reaktionsfreudiges Gas, das die Alterung von Kontakten entweder durch Korrosionserscheinungen (vorhandene Feuchtigkeit) oder durch Oxidationserscheinungen (meistens durch ein Medium der Umgebungsluft wie Sauerstoff) beschleunigt. Typische isolierende OG sind Umgebungsluft und trockene Luft.

^d NOG (nicht oxidierendes Gas) ist ein nicht reaktionsfreudiges Gas, das die Alterung von Kontakten durch Korrosion oder Oxidation nicht beschleunigt, da die Reinheit dieser Gase kontrolliert wird. Typische NOG sind gegenwärtig SF₆, N₂, CO₂, CF₄. Sie können als reine Gase oder als Gemisch aus verschiedenen NOG eingesetzt werden.

ANMERKUNG Im Vergleich zu IEC 60085 ist die Höchsttemperatur von Wicklungen um 5 K verringert worden ist, um der Differenz zwischen der mittleren Temperatur, die das Verfahren der Widerstandserhöhung ergibt, und der Heißpunkttemperatur Rechnung zu tragen.

6.4.2 Einfluss der Höhenlage auf die Übertemperatur

Wenn ein Messwandler für den Betrieb in Höhenlagen über 1 000 m festgelegt ist und in einer Höhenlage unter 1 000 m geprüft wird, müssen die Grenzwerte der Übertemperatur ΔT , die in [Tabelle 6](#) angegeben sind, um folgende Beträge für je 100 m, um die der Aufstellungsort über 1 000 m liegt, verringert werden (siehe Bild 1):

- a) ölgefüllte Messwandler: 0,4 %;
- b) Trockenmesswandler und gasisolierte Messwandler: 0,5 %.

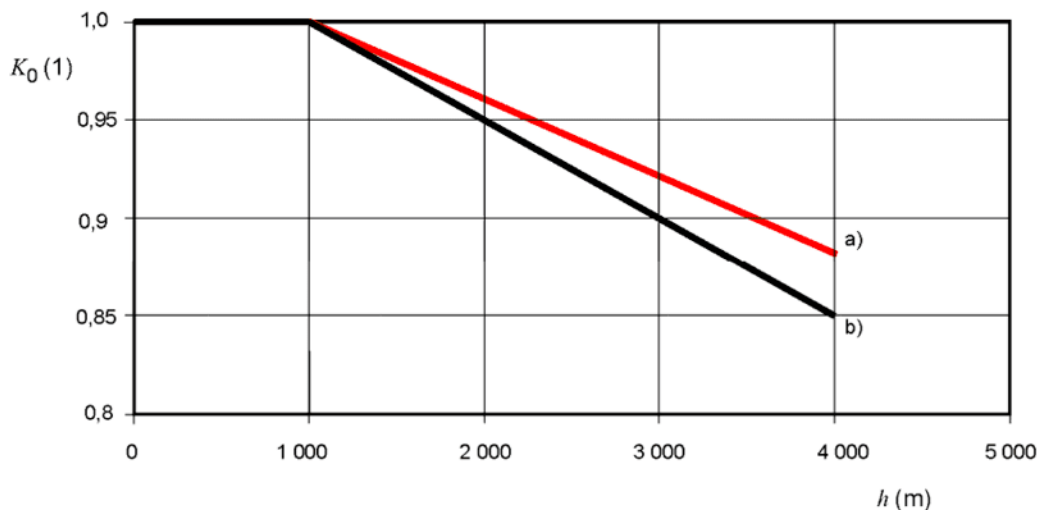


Bild 1 – Höhenkorrekturfaktor für die Übertemperatur

Der Höhenkorrekturfaktor für die Übertemperatur kann nach folgender Gleichung berechnet werden

$$K_0 = \frac{\Delta T_h}{\Delta T_{h0}}$$

Dabei ist

ΔT_h die Übertemperatur in Höhenlagen $> 1\,000$ m und

ΔT_{h0} der Grenzwert der in [Tabelle 6](#) festgelegten Übertemperatur ΔT in Höhenlagen von $h_0 \leq 1\,000$ m.

6.5 Anforderungen an die Erdung der Betriebsmittel

6.5.1 Allgemeines

Der Rahmen jedes Betriebsmittels, das geerdet werden soll, muss mit einem zuverlässigen Erdungsanschluss zur Verbindung mit einem Erdungsleiter versehen sein, der für die festgelegten Fehlerbedingungen geeignet ist. Der Anschlusspunkt muss mit dem Bildzeichen für „Erde“, wie es durch Bildzeichen Nr. 5019 in IEC 60417 dargestellt wird, gekennzeichnet sein.

6.5.2 Erdung des Gehäuses

Das Gehäuse von Messwandlern für gasisolierte Schaltanlagen (GIS) muss geerdet werden. Alle Metallteile, die nicht zu einem Haupt- oder zu einem Hilfsstromkreis gehören, müssen geerdet werden.

6.5.3 Elektrischer Durchgang

Der Durchgang der Erdungskreise muss unter Berücksichtigung der thermischen und elektrischen Beanspruchung sichergestellt sein, die durch den Strom, den sie zu führen haben, verursacht werden.

Für die Verbindung von Gehäusen, Rahmen usw. ist die Befestigung (z. B. Verschrauben oder Schweißen) zulässig, um den elektrischen Durchgang sicherzustellen.

6.6 Anforderungen an die äußere Isolierung

6.6.1 Verschmutzung

Der Kunde muss den Mindestwert für den vereinheitlichten spezifischen Kriechweg (unified specific creepage distance, USCD) (siehe [Abschnitt 7](#) von IEC 60815-2 für Keramikisolatoren oder von IEC 60815-3 für Polymerisolatoren) nach dem Schweregrad der Verschmutzung festlegen.

Die notwendigen Kriechwege werden aus dem USCD wie folgt bestimmt:

$$\text{USCD} \times \frac{U_m}{\sqrt{3}} \times K_{ad} \text{ (Isolierung zwischen Außenleiter und Erde)}$$

$$\text{USCD} \times U_m \times K_{ad} \text{ (Isolierung zwischen Außenleitern)}$$

Dabei ist

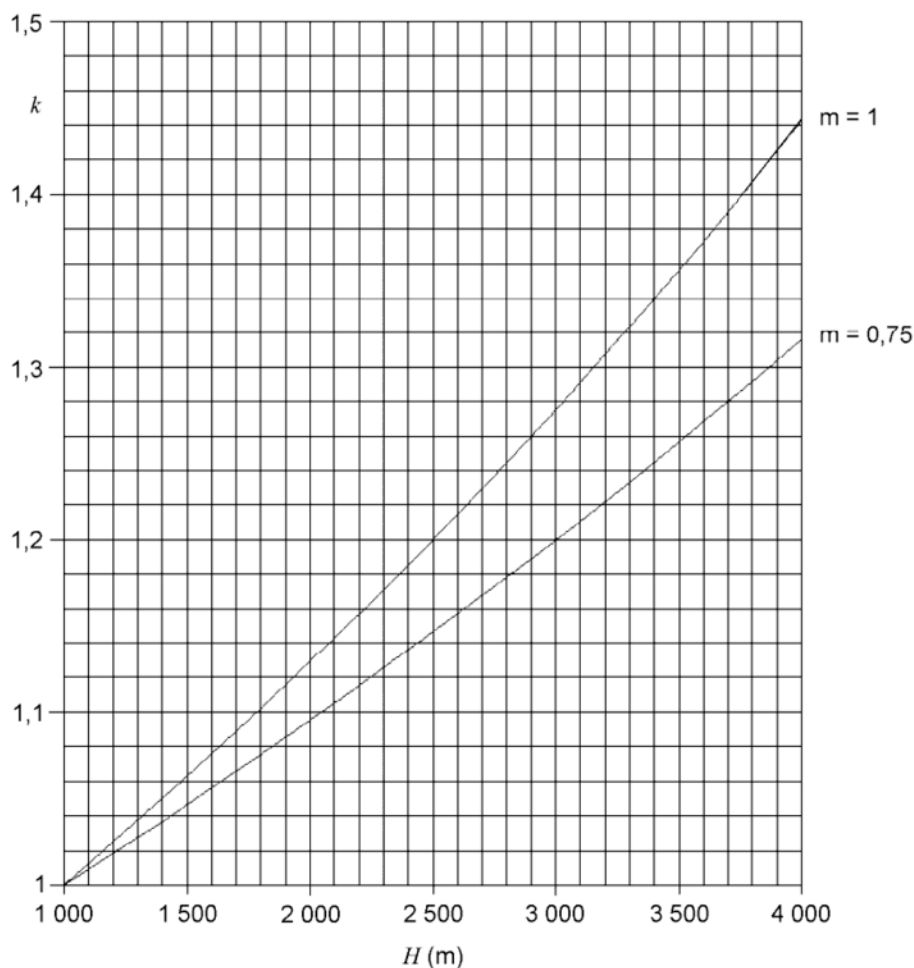
USCD der Mindestwert des vereinheitlichten spezifischen Kriechwegs (mm/kV), siehe IEC 60815-2, 10.3;

K_{ad} der Korrekturfaktor in Abhängigkeit vom mittleren Isolatordurchmesser (siehe IEC 60815-2, 10.3, oder IEC 60815-3, 10.2).

6.6.2 Höhenlage

Für Anlagen in einer Höhenlage über 1 000 m muss die Lichtbogenstrecke unter den Bedingungen der genormten Bezugsatmosphäre bestimmt werden, indem die am Betriebsstandort erforderlichen Stehspannungen mit einem Faktor k nach [Bild 2](#) multipliziert werden.

ANMERKUNG Da für die innere Isolierung die dielektrische Festigkeit nicht durch die Höhenlage beeinflusst wird, sollte das Verfahren, das zur Prüfung der äußeren Isolierung verwendet wird, zwischen Hersteller und Kunde vereinbart werden.



Legende

Diese Faktoren können mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$k = e^m (H - 1\,000)/8\,150$$

Dabei ist

H die Höhenlage in m;

$m = 1$ für Wechselspannung und Blitzstoßspannung;

$m = 0,75$ für Schaltstoßspannung.

Bild 2 – Höhenkorrekturfaktor

6.7 Mechanische Anforderungen

Diese Anforderungen gelten nur für Messwandler mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel von mindestens 72,5 kV.

An GIS angebaute Messwandler sind als Abteil einer Schaltanlage anzusehen und unterliegen diesen mechanischen Anforderungen nicht.

Ein Leitfaden der statischen Belastung, denen Messwandler standhalten müssen, ist in [Tabelle 7](#) angegeben. Die Werte beinhalten Wind- und Eislasten.

Die festgelegten Prüfkkräfte können an den Primäranschlüssen in jeder beliebigen Richtung angewendet werden.

Tabelle 7 – Statische Steh-Prüfkraft

Höchste Spannung für Betriebsmittel U_m kV	Statische Steh-Prüfkraft F_R N		
	Spannungsanschlüssen	Messwandler mit:	
		Stromanschlüssen	
		Belastungsklasse I	Belastungsklasse II
72,5 bis 100	500	1 250	2 500
123 bis 170	1 000	2 000	3 000
245 bis 362	1 250	2 500	4 000
420 bis 800	1 500	4 000	5 000
> 800	2 000	5 000	6 000

ANMERKUNG 1 Die Summe der bei üblichen Betriebsbedingungen auftretenden Belastungen sollte höchstens 50 % der festgelegten Steh-Prüfkraft betragen.

ANMERKUNG 2 In einigen Anwendungen sollten Messwandler mit Durchgangsstromanschlüssen den selten auftretenden extremen dynamischen Belastungen (z. B. Kurzschlüsse) mit nicht mehr als dem 1,4fachen der statischen Prüfkraft standhalten.

ANMERKUNG 3 Für einige Anwendungen kann es notwendig sein, die Widerstandsfähigkeit der Primäranschlüsse gegen Verdrehung festzusetzen. Das bei der Prüfung anzulegende Drehmoment muss zwischen Hersteller und Kunde vereinbart werden.

ANMERKUNG 4 Falls Wandler in andere Betriebsmittel eingebaut sind (z. B. Schaltgerätekombination), sollten die statischen Steh-Prüfkraft der entsprechenden Betriebsmittel durch den Einbauvorgang nicht vermindert werden.

ANMERKUNG 5 Spannungswandler mit Durchgangsstromanschlüssen müssen unter den Bedingungen für Stromwandler geprüft werden.

6.8 Abgeschnittene Vielfachstöße an Primäranschlüssen

Falls es zusätzlich festgelegt ist, müssen Primäranschlüsse von ölgefüllten Messwandlern mit $U_m \geq 300$ kV abgeschnittenen Vielfachstößen nach 7.4.1 standhalten.

ANMERKUNG Anforderungen und Prüfungen beziehen sich auf das Verhalten der inneren Abschirmungen und Verbindungen, die hauptsächlich infolge von Trennschalterauslösungen hochfrequente transiente Ströme führen. Die Prüfung darf auch auf Bemessungswerte unter diesem Pegel angewendet werden.

6.9 Anforderungen an den inneren Kurzschlusslichtbogenschutz

Diese Anforderungen gelten für ölgefüllte und gasisolierte freistehende Messwandler mit $U_m \geq 72,5$ kV, für die zusätzlich eine innere Kurzschlusslichtbogen-Schutzklasse festgelegt wird.

ANMERKUNG 1 Diese Prüfung ist keine Garantie gegen eine Eindämmung unter allen Kurzschlussbedingungen, aber eine Prüfung zum Nachweis der Übereinstimmung mit einem vereinbarten Sicherheitsniveau.

Falls zusätzlich festgelegt, muss der Messwandler in der Lage sein, einem inneren Lichtbogen mit festgelegtem Strom und festgelegter Dauer standzuhalten.

Der angewandte Strom ist ein asymmetrischer Strom, der für den Kurzschlussstrom zwischen Außenleiter und Erde des Netzes repräsentativ ist. Der Effektivwert des Stroms sollte aus den genormten symmetrischen einphasigen Werten des R_{10} -Bereichs nach IEC 62271-1, 4.6, gewählt werden. Der erste Spitzenwert des Stroms muss das 1,7fache des Effektivwerts betragen.

ANMERKUNG 2 Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Fehlerpegel zwischen Außenleiter und Erde deutlich niedriger sind als der thermische Bemessungs-Kurzzeitstrom des Netzes.

Die Dauer des Kurzschlusslichtbogens muss Tabelle 8 entsprechen.

Die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen wird als erfüllt betrachtet, wenn der Messwandler die Prüfung nach 7.4.2 besteht.

Tabelle 8 – Dauer des Kurzschlusslichtbogens und Leistungskriterien

Innerer Kurzschluss-Lichtbogenstrom (Effektivwert) kA	Schutzstufe	Dauer des Kurzschlusslichtbogens S	Innerer Kurzschluss-Lichtbogenschutz Klasse I	Innerer Kurzschluss-Lichtbogenschutz Klasse II
< 40	1	0,2	Bruchstücke des gebrochenen Isolators, von Gehäusen und gebrochenen Bauteilen sind auf den Bereich innerhalb der Umschließung begrenzt.	Kein Bruch von Isolator oder Gehäusen
	2	0,5		Kein Zerbersten (Durchbrennen oder Brand zulässig)
≥ 40	1	0,1		Kein Bruch von Isolator oder Gehäusen
	2	0,3		Kein Zerbersten (Durchbrennen oder Brand zulässig).

6.10 Schutzarten durch Gehäuse

6.10.1 Allgemeines

Schutzarten nach IEC 60529 müssen für alle Gehäuse von Messwandlern festgelegt werden, die aktive Teile enthalten, sowie auch für Gehäuse der zugehörigen Niederspannungssteuerungs- und/oder Hilfsstromkreise.

6.10.2 Schutz von Personen gegen Berührung von gefährlichen Teilen und Schutz des Betriebsmittels gegen Eindringen von festen Fremdkörpern

Die durch ein Gehäuse gebotene Schutzart für Personen gegen die Berührung von gefährlichen Teilen des Hauptstromkreises, von Steuerungs- und/oder Hilfsstromkreisen muss mit Hilfe einer Kennzeichnung nach IEC 60529 angegeben werden.

Die erste Kennzahl gibt die Schutzart durch das Gehäuse für Personen wie auch den Schutz des Messwandlers innerhalb des Gehäuses gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern an.

IEC 60529 beschreibt Einzelheiten von Körpern, die je nach Schutzart durch das Gehäuse „abgehalten“ werden. Der Ausdruck „abgehalten“ besagt, dass feste Fremdkörper nicht vollständig in das Gehäuse eindringen können und dass ein Körperteil oder ein von einer Person gehaltener Gegenstand entweder nicht in das Gehäuse eindringen kann oder, wenn er eindringt, ein ausreichender Abstand eingehalten und kein gefährliches Teil berührt wird.

ANMERKUNG Im Allgemeinen kann die Schutzart für Personen gegen Berührung von gefährlichen Teilen oder der Steuerungs- oder Hilfsstromkreise von Messwandlern und der Schutz des Messwandlers gegen Fremdkörper durch die unmittelbare Umgebung des Messwandlers vorgesehen werden, wie beispielsweise Einzäunung der Station, Gebäude, modulare Gehäuse usw. Weiterer Schutz kann als Eigenschaft des Messwandlers als Ganzes oder von Teilen des Messwandlers gefordert werden.

6.10.3 Schutz gegen Eindringen von Wasser

Die durch ein Gehäuse vorgesehene Schutzart gegen das Eindringen von Wasser muss mit Hilfe einer nach IEC 60529 gewählten Bezeichnung angegeben werden.

Die zweite Kennzahl gibt die vorgesehene Schutzart durch das Gehäuse unter Berücksichtigung der gefährlichen Auswirkungen von Wasser entweder atmosphärischen oder anderen Ursprungs an.

6.10.4 Innenraummesswandler

Für Messwandler für die Aufstellung in Innenräumen wird keine Schutzart gegen schädliches Eindringen von Wasser festgelegt.

Die empfohlene Mindestanforderung für die Schutzart durch das Gehäuse von Niederspannungssteuerungs- und/oder Hilfsstromkreisen für Innenraummesswandler ist IP20 nach IEC 60529. Diese Anforderung gilt nicht für Anlagen, bei denen das Personal keinen Zugang zum Messwandler erlangen kann, ohne diesen vorher abzuschalten und ihn mit kontrollierten Mitteln (z. B. Verriegeln, dokumentierte Bedienungsweisungen usw.) abzusichern. In diesem Fall sollte die Notwendigkeit für solche äußeren Sicherheitsmaßnahmen für den Messwandler in der Produktdokumentation deutlich erklärt werden.

6.10.5 Freiluftmesswandler

Die empfohlene Mindestanforderung für die Schutzart durch das Gehäuse von Niederspannungssteuerungs- und/oder Hilfsstromkreisen für Freiluftmesswandler ist IP44 nach IEC 60529.

Messwandler für die Aufstellung im Freien, die mit zusätzlichen Schutzmaßnahmen gegen Regen und andere Wetterbedingungen ausgestattet sind, müssen mit dem zusätzlichen Buchstaben W gekennzeichnet werden, der nach der zweiten Kennzahl oder nach dem zusätzlichen Buchstaben, soweit vorhanden, angeordnet wird.

6.10.6 Schutz von Betriebsmitteln gegen mechanische Stöße unter normalen Betriebsbedingungen

Gehäuse von Messwandlern müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweisen.

Mögliche entsprechende Prüfungen sind in 7.2.7.2 festgelegt. Porzellanisolatoren sind von der mechanischen Stoßprüfung ausgeschlossen.

Für Innenraumanlagen ist der empfohlene Schutzgrad gegen Auswirkungen von mechanischen Stößen die Stoßenergie IK7 nach IEC 62262.

Für Freiluftanlagen ohne zusätzlichen mechanischen Schutz können Anwender höhere Stoßenergien festlegen.

6.11 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

6.11.1 Allgemeines

Für Messwandler werden die folgenden EMV-Anforderungen und Prüfungen festgelegt:

- Anforderung an die Störaussendung (Funkstörspannung (RIV)); gilt für Hochspannungsteile von Betriebsmitteln;
- Anforderungen an die Störfestigkeit, gilt nur für elektronische Teile von Betriebsmitteln;
- Anforderungen an die übertragene Überspannung (Sonderprüfung).

6.11.2 Anforderung an die Funkstörspannung (RIV)

Die RIV-Anforderungen gelten für Messwandler mit $U_m \geq 123$ kV, die in einer luftisolierten Station eingebaut sind.

Die Funkstörspannung darf $2\,500\ \mu\text{V}$ bei $1,1\ U_m / \sqrt{3}$ nicht überschreiten.

ANMERKUNG Diese Anforderung wurde aufgenommen, um bestimmte Vorschriften der elektromagnetischen Verträglichkeit zu erfüllen.

6.11.3 Anforderungen an die Störfestigkeit

Die Anforderungen an die elektromagnetische Störfestigkeit und die Prüfungen sind nur für Teile des Messwandlers, die aktive elektronische Bauteile enthalten, beschrieben.

Einzelheiten können der besonderen Produktnorm IEC 61869-9 entnommen werden.

6.11.4 Anforderung an die übertragene Überspannung

Diese Anforderungen gelten für Messwandler mit $U_m \geq 72,5$ kV.

Die Überspannungen, die von den Primär- zu den Sekundäranschlüssen übertragen werden, dürfen unter den in 7.2.10 beschriebenen Prüf- und Messbedingungen die in Tabelle 9 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Die Anforderungen für Impulstyp A gelten für Messwandler in luftisolierten Schaltanlagen, während die Anforderungen für Impulstyp B für Messwandler gelten, die in gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen (GIS) eingebaut sind. Die Impulse des Typs A und des Typs B sind in Bild 3 dargestellt.

Die Spitzengrenzwerte der übertragenen Überspannung, die in Tabelle 9 angegeben sind und in Übereinstimmung mit den in 7.2.10 festgelegten Verfahren gemessen werden, sollten einen ausreichenden Schutz der an den Sekundärwicklung angeschlossenen elektronischen Betriebsmittel sicherstellen.

Tabelle 9 – Grenzwerte der übertragenen Überspannung

Impulstyp	A	B
Spitzenwert der angelegten Spannung (U_p)	$1,6 \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_m$	$1,6 \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_m$
Kennwerte des Kurvenverlaufs:		
– übliche Stirnzeit (T_1)	$0,50 \mu s \pm 20 \%$	–
– Rückenhalbwertzeit (T_2)	$\geq 50 \mu s$	–
– Stirnzeit (T_1)	–	$10 \text{ ns} \pm 20 \%$
– Rückenzeit (T_2)	–	$> 100 \text{ ns}$
Spitzengrenzwerte der übertragenen Überspannung (U_s)	1,6 kV	1,6 kV
ANMERKUNG 1 Die Kennwerte des Kurvenverlaufs sind repräsentativ für die Spannungsschwingungen infolge von Schalthandlungen.		
ANMERKUNG 2 Siehe Bild 3.		

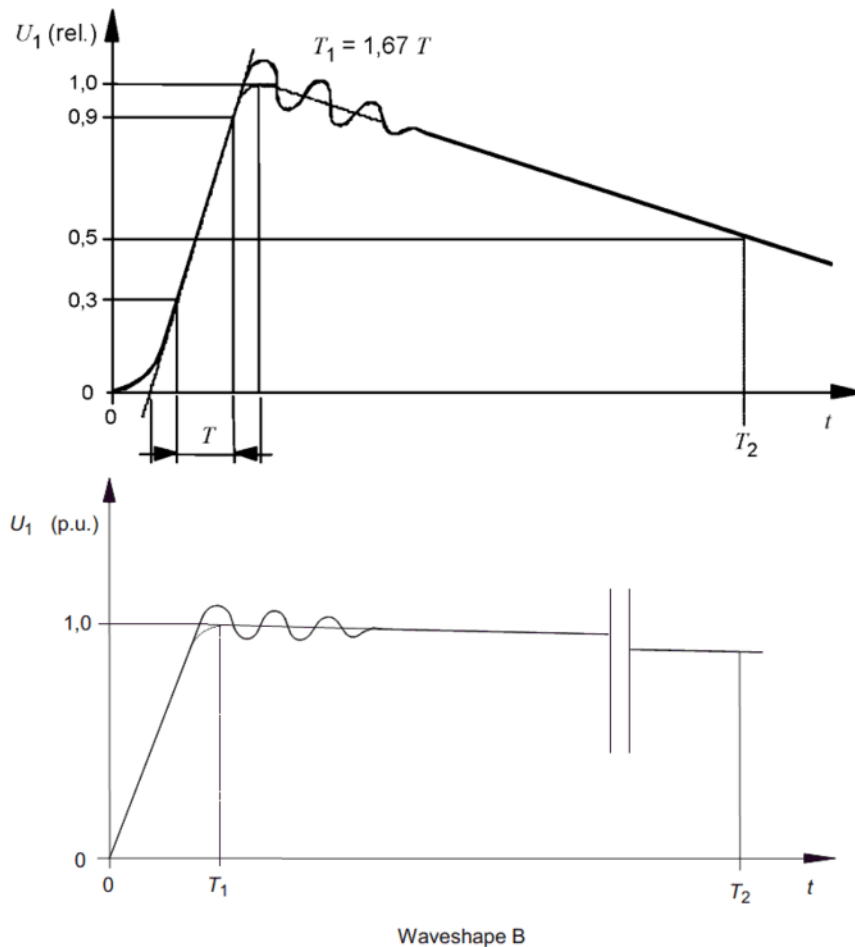


Bild 3 – Messung der übertragenen Überspannung: Kurvenformen der Prüfspannung

6.12 Korrosion

Aufgrund der großen Anzahl von zu berücksichtigenden Parametern können keine Anforderungen genormt werden. [Anhang E](#) enthält allgemeine Empfehlungen.

6.13 Kennzeichnungen

6.13.1 Kennzeichnung von Anschlüssen

6.13.1.1 Allgemeine Vorschriften

Die Kennzeichnungen der Anschlüsse müssen Folgendes angeben:

- die Primär- und Sekundärwicklungen oder -anschlüsse;
- die Wicklungsabschnitte, soweit vorhanden;
- die relativen Polaritäten von Anschlüssen;
- die Zwischenanzapfungen, soweit vorhanden.

6.13.1.2 Verfahren der Kennzeichnung

Die Kennzeichnung muss aus Buchstaben bestehen, denen Zahlen folgen oder gegebenenfalls vorangestellt werden. Es müssen Großbuchstaben verwendet werden.

6.13.1.3 Anzuwendende Kennzeichnungen

Siehe spezifische Normen.

6.13.2 Kennzeichnungen auf Typschildern

Alle Messwandler müssen mindestens die nachfolgenden Kennzeichnungen tragen:

- a) Name des Herstellers oder andere Angaben, durch die dieser leicht ermittelt werden kann;
- b) Jahr der Herstellung und eine Seriennummer oder Typenbezeichnung, vorzugsweise beides;
- c) Bemessungsfrequenz;
- d) höchste Spannung für Betriebsmittel;
- e) Bemessungsisolationspegel;
- f) alle Hinweise bezüglich der Messkennwerte (siehe spezifische Norm);

ANMERKUNG Bei Wandlern mit mehr als einer Sekundärwicklung sollten die Verwendung jeder Wicklung und ihrer entsprechenden Anschlüsse gekennzeichnet werden.

- g) Temperaturklasse;
- h) Masse in kg (falls ≥ 25);
- i) mechanische Anforderungsklasse (für $U_m \geq 72$ kV).

ANMERKUNG Die beiden Punkte d) und e) dürfen in einer Kennzeichnung zusammengefasst werden (z. B. 72,5/140/325 kV).

Alle Angaben müssen auf dem Messwandler selbst in unlöschbarer Weise oder auf einem am Wandler sicher befestigten Typschild enthalten sein.

Zusätzlich müssen nachfolgende Informationen angebracht werden:

- j) Isolationsklasse, falls von Klasse 105 °C (A) abweichend;

ANMERKUNG Falls Isolierstoffe verschiedener Klassen verwendet werden, sollte diejenige angegeben werden, die die Übertemperatur der Wicklung begrenzt.

- k) Art der Isolierflüssigkeit;
- l) Bemessungsfülldruck (für druckbeanspruchte Isoliersystem);
- m) kleinster Betriebsdruck (für druckbeanspruchte Isoliersystem);
- n) Menge (oder Masse) der Isolierflüssigkeit, die im Messwandler enthalten ist.

6.14 Brandgefahr

Siehe [Anhang C](#).

7 Prüfungen

7.1 Allgemeines

7.1.1 Einteilung der Prüfungen

Die in dieser Norm festgelegten Prüfungen werden wie folgt eingeteilt:

- Typprüfung: eine an einem Betriebsmittel durchgeführte Prüfung zum Nachweis, dass alle Betriebsmittel, die nach der gleichen Spezifikation gefertigt werden, den Anforderungen entsprechen, die nicht von der Stückprüfung erfasst werden.

- Stückprüfung: eine Prüfung, die an jedem einzelnen Betriebsmittel durchgeführt wird. Stückprüfungen dienen der Aufdeckung von Mängeln in der Fertigung. Sie beeinträchtigen nicht die Eigenschaften und die Zuverlässigkeit des Prüfobjekts.
- Sonderprüfung: eine andere Prüfung als eine Typ- oder Stückprüfung, die zwischen Hersteller und Kunde vereinbart wird.
- Stichprobenprüfung: eine ausgewählte Typ- oder Sonderprüfung, die an einem oder mehreren vollständigen Messwandlern aus einem festgelegten Fertigungslos durchgeführt wird.

7.1.2 Verzeichnis der Prüfungen

[Tabelle 10](#) zeigt das Verzeichnis der Prüfungen.

Tabelle 10 – Verzeichnis der Prüfungen

Prüfungen	Abschnitt
Typprüfungen	7.2
Erwärmungsprüfung	7.2.2
Steh-Stoßspannungsprüfung an Primäranschlüssen ^a	7.2.3
Regenprüfung für Freiluftwandler	7.2.4
Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)	7.2.5
Genauigkeitsprüfung	Siehe Normen mit spezifischen Anforderungen
Nachweis der Schutzart durch Gehäuse	7.2.7
Dichtheitsprüfung des Gehäuses bei Umgebungstemperatur	7.2.8
Grenzwertprüfung des Gehäuses	7.2.9
Prüfung der übertragenen Überspannung	7.2.10
Mechanische Prüfungen ^a	7.2.11
Stückprüfungen	7.3
Steh-Wechselspannungsprüfung an Primäranschlüssen ^a	7.3.1
Teilentladungsmessung ^a	7.3.2
Steh-Wechselspannungsprüfung zwischen Wicklungsabschnitten	7.3.3
Steh-Wechselspannungsprüfung an Sekundäranschlüssen	7.3.4
Genauigkeitsprüfung	7.3.5
Überprüfung der Kennzeichnungen	7.3.6
Dichtheitsprüfung des Gehäuses bei Umgebungstemperatur	7.3.7
Druckprüfung des Gehäuses	7.3.8
Messung der Kapazität und des dielektrischen Verlustfaktors ^a	7.3.9
Sonderprüfungen	7.4
Prüfung der Primäranschlüsse mit mehrfach abgeschnittener Blitzstoßspannung ^a	7.4.2
Prüfung des inneren Kurzschlusslichtbogens ^a	7.4.3
Dichtheitsprüfung des Gehäuses bei niedriger und bei hoher Temperatur	7.4.4
Prüfung des Gastaupunkts	7.4.5
Korrosionsprüfung	7.4.6
Brandgefahrenprüfung	7.4.7
Stichprobenprüfung	7.5
^a Nicht anwendbar bei Aufsteckstromwandlern	

Für die Prüfung von gasisolierten Messwandlern müssen Gasart und Gasdruck [Tabelle 11](#) entsprechen.

Tabelle 11 – Gasart und Gasdruck bei Typ-, Stück- und Sonderprüfungen

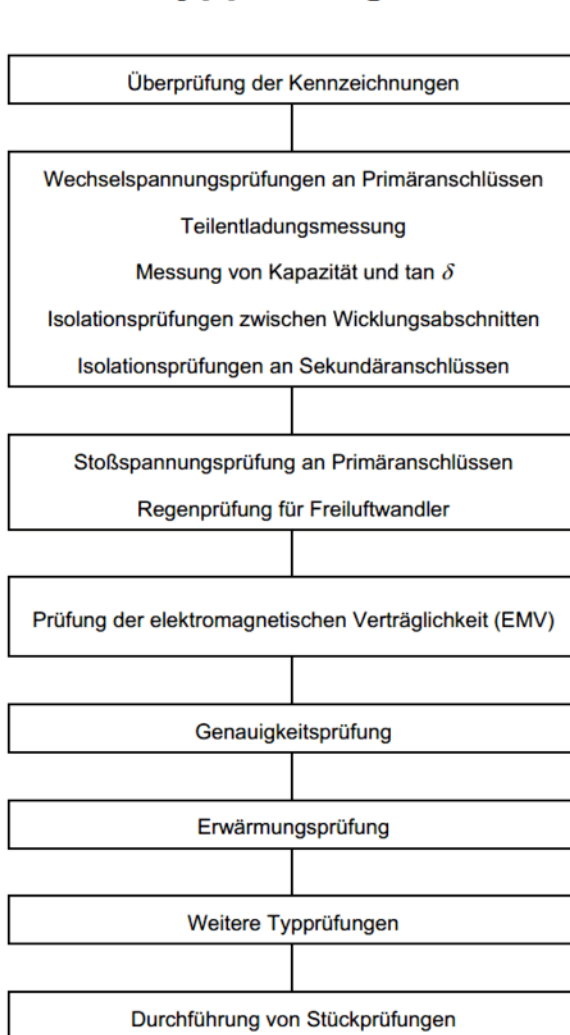
Prüfung	Gasart	Druck
Dielektrisch (außer Prüfung mit abgeschnittener Stehstoßspannung) Funkstörspannung (RIV) ^a Genauigkeit Erwärmung	Gleiches Gas wie im Betrieb	Mindestbetriebsdruck
Mit abgeschnittener Stehstoßspannung Innerer Kurzschlusslichtbogen Kurzschluss Mechanisch Dichtheit Gastaupunkt	Gleiches Gas wie im Betrieb	Bemessungsfülldruck
Übertragene Überspannung	Nicht anwendbar	Verringerter Druck
^a Bei gasisolierten Messwandlern für GIS sind die Regenprüfung und die RIV-Prüfung nicht anwendbar.		

7.1.3 Reihenfolge der Prüfungen

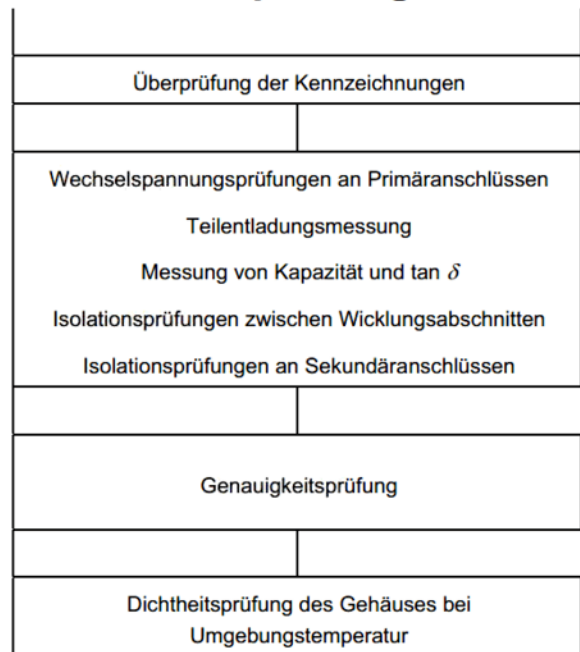
Nachdem der Messwandler den in 7.2 ausführlich dargestellten dielektrischen Typprüfungen unterzogen worden ist, muss er allen in 7.3 beschriebenen Stückprüfungen unterzogen werden.

Es muss nach den nachfolgend angegebenen Prüffolgen vorgegangen werden. In einer Zelle angegebene Prüfungen können in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden.

Typprüfungen



Stückprüfungen



ANMERKUNG 1 In der Industrie kann die Dichtheitsprüfung des Gehäuses vor den anderen Stückprüfungen durchgeführt werden.

ANMERKUNG 2 Falls Sonderprüfungen auszuführen sind, können diese Einfluss auf die Reihenfolge der Prüfungen haben.

7.2 Typprüfungen

7.2.1 Allgemeines

Alle dielektrischen Typprüfungen müssen am gleichen Messwandler ausgeführt werden, sofern nichts anderes festgelegt ist.

Alle Typprüfungen dürfen an höchstens zwei Prüflingen ausgeführt werden.

ANMERKUNG Eine Typprüfung darf auch als zulässig betrachtet werden, wenn sie an einem Wandler durchgeführt wird, der geringe Konstruktionsabweichungen von dem eigentlich zu prüfenden Messwandler aufweist. Solche Abweichungen sollten zwischen Hersteller und Kunde vereinbart werden.

Alle Typprüfungen müssen bei Umgebungstemperaturen zwischen 10 °C und 30 °C ausgeführt werden.

7.2.1.1 Angaben zur Identifizierung des Prüflings

Der Hersteller muss dem Prüflabor Zeichnungen und andere Daten zur Verfügung stellen, die ausreichende Angaben enthalten, um die zur Prüfung vorgelegten Betriebsmittel eindeutig durch die wesentlichen Einzelheiten und Teile identifizieren zu können. Jede Zeichnung oder Datenaufstellung muss eindeutig Bezug nehmen und eine Erklärung enthalten, in der der Hersteller garantiert, dass die Zeichnungen und Datenaufstellungen wirklich dem zu prüfenden Betriebsmittel entsprechen.

Nach Abschluss der Überprüfung müssen die Einzelteilzeichnungen und weiteren Daten an den Hersteller zur Aufbewahrung zurückgegeben werden.

Der Hersteller muss die ausführlichen Entwurfsaufzeichnungen aller Bauteile des geprüften Betriebsmittels aufbewahren und sicherstellen, dass diese durch die in den Zeichnungen und Datenaufstellungen enthaltenen Angaben identifiziert werden können.

ANMERKUNG 1 Hersteller, deren Fertigungssysteme nach ISO 9001 zertifiziert worden sind, erfüllen die vorgenannten Anforderungen.

Die Prüflabore müssen kontrollieren, dass Zeichnungen und Datenaufstellungen den wesentlichen Einzelheiten und Teilen des zu prüfenden Betriebsmittels entsprechen, sind aber nicht für die Genauigkeit der ausführlichen Angaben verantwortlich.

Besondere Zeichnungen oder Daten, deren Einreichung vom Hersteller an das Prüflabor zur Identifizierung von wesentlichen Teilen des Betriebsmittels gefordert wird, sind durch die zugehörigen Normen festzulegen.

ANMERKUNG 2 Eine individuelle Typprüfung braucht wegen einer Änderung einer Konstruktionseinzelheit nicht wiederholt zu werden, wenn der Hersteller nachweisen kann, dass diese Änderung keinen Einfluss auf das Ergebnis dieser individuellen Typprüfung hat.

[Anhang A](#) gibt ein Verzeichnis der einzureichenden Zeichnungen an.

7.2.1.2 Angaben, die in den Typprüfungsbericht einzubeziehen sind

Die Ergebnisse aller Typprüfungen müssen mit folgendem Inhalt in Typprüfberichte aufgenommen werden:

- a) Daten zur Identifizierung, wie in 7.2.1.1 und [Anhang A](#) beschrieben;
- b) Einzelheiten der Prüfanordnungen (einschließlich Zeichnung der Prüfschaltung);
allgemeine Einzelheiten zur Stützkonstruktion der Einrichtung, die bei der Prüfung verwendet wird;
Fotos zur Veranschaulichung des Zustands des Betriebsmittels;
- c) Prüfdaten zum Nachweis der Übereinstimmung mit der Spezifikation;
 - Prüfprogramm;
 - Aufzeichnungen der Prüfmengen bei jeder Prüfung nach den Festlegungen in der entsprechenden IEC-Norm;
 - Aussagen zum Verhalten des Betriebsmittels während der Prüfungen, zu seinem Zustand nach den Prüfungen und, falls anwendbar, zu jedem Teil, das während der Prüfungen erneuert oder instand gesetzt wurde;
 - Zusammenfassung.

7.2.2 Erwärmungsprüfung

Alle Prüfungen müssen zum Nachweis der Übereinstimmung mit 6.4 durchgeführt werden.

Für diese Prüfung muss der Wandler auf die Weise aufgestellt werden, wie es der Montage im Betrieb entspricht.

Die Übertemperatur der Wicklungen muss möglichst mit dem Widerstandszunahmeverfahren gemessen werden, bei Wicklungen mit sehr niedrigem Widerstand dürfen aber Thermoelemente eingesetzt werden.

Die Übertemperatur von anderen Teilen als Wicklungen darf mit Thermometern oder Thermoelementen gemessen werden.

Zur Identifizierung von bestimmten Hauptbauteilen, an denen Temperaturmessungen durchzuführen sind, und zu weiteren Angaben über Prüfanordnungen und -verfahren wird auf die produktspezifischen Normen verwiesen.

7.2.2.1 Messung der Umgebungstemperatur

Die Temperaturfühler zur Messung der Umgebungstemperatur müssen in einem geeigneten Abstand nach den Bemessungsdaten des Messwandlers etwa in halber Höhe und gegen direkte Wärmestrahlung geschützt um den Messwandler herum verteilt werden.

Um Auswirkungen von Temperaturschwankungen der Kühlluft besonders während der letzten Prüfperiode zu verringern, sollten Temperaturfühler mit geeigneten Mitteln wie Kühlkörpern mit einer dem Wandler annähernd entsprechenden Zeitkonstante eingesetzt werden.

Für die Prüfung muss der mittlere Messwert von zwei Messfühlern benutzt werden.

7.2.2.2 Prüfdauer

Die Prüfung kann abgebrochen werden, wenn die beiden folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- die Prüfdauer muss mindestens der dreifachen thermische Zeitkonstante des Messwandlers entsprechen;
- die Erwärmungsgeschwindigkeit der Wicklungen (und der obersten Ölschicht von ölgefüllten Messwandlern) überschreitet bei drei aufeinanderfolgenden Messwerten der Übertemperatur nicht 1 K je Stunde.

Der Hersteller muss die thermische Zeitkonstante nach einer der folgenden Methoden ermitteln:

- vor der Prüfung auf der Basis der Ergebnisse früherer Prüfungen an einer ähnlichen Bauart. Die thermische Zeitkonstante muss bei der Erwärmungsprüfung bestätigt werden;
- während der Prüfung aus der (den) Erwärmungskurve(n) oder der (den) Temperaturabfallkurve(n), die im Verlauf der Prüfung aufgezeichnet und nach [Anhang F](#) berechnet werde(n);
- während der Prüfung als der Schnittpunkt zwischen der Tangente an der Erwärmungskurve durch den Ursprung bei 0 und der höchsten geschätzten Übertemperatur;
- während der Prüfung als die Zeit, die bis zum Erreichen von 63 % der höchsten geschätzten Übertemperatur vergeht.

7.2.3 Steh-Stoßspannungsprüfung an Primäranschlüssen

7.2.3.1 Allgemeines

Die Stoßspannungsprüfung muss in Übereinstimmung mit [IEC 60060-1](#) durchgeführt werden und, falls vorhanden, in Übereinstimmung mit den entsprechenden Normen für Messwandler.

Der Rahmen, das Gehäuse (falls vorhanden) und der Kern (falls zur Erdung vorgesehen) und alle Anschlüsse des Sekundärsystems müssen mit Erde verbunden werden.

Die Stoßspannungsprüfungen bestehen im Allgemeinen aus dem Anlegen einer Spannung bei Bezugs- und Bemessungsspannungspegel. Die Bezugsstoßspannung muss zwischen 50 % und 75 % der Bemessungs-Stehstoßspannung liegen. Der Spitzenwert und der Stoßspannungsverlauf müssen aufgezeichnet werden.

Der Nachweis eines bei der Prüfung aufgetretenen Isolationsfehlers darf durch Veränderung des Spannungsverlaufs sowohl bei Bezugsspannung als auch bei Bemessungs-Stehspannung geführt werden.