

DIN EN 61481-2
(VDE 0682-431-2)
DIN

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

VDE

ICS 13.260

 Ersatzvermerk
 siehe unten

**Arbeiten unter Spannung –
 Phasenvergleichler –
 Teil 2: Resistive (ohmsche) Ausführung für Wechselspannungen über
 1 kV bis 36 kV
 (IEC 61481-2:2014);
 Deutsche Fassung EN 61481-2:2014**

Live working –
 Phase comparators –
 Part 2: Resistive type to be used for voltages from 1 kV to 36 kV a.c.
 (IEC 61481-2:2014);
 German version EN 61481-2:2014

Travaux sous tension –
 Compérateurs de phase –
 Partie 2: Type résistif pour usage sur des tensions alternatives de 1 kV à 36 kV
 (CEI 61481-2:2014);
 Version allemande EN 61481-2:2014

Ersatzvermerk

Mit **DIN EN 61481-1 (VDE 0682-431-1):2015-09** Ersatz für **DIN EN 61481 (VDE 0682-431):2002-07**,
DIN EN 61481/A1 (VDE 0682-431/A1):2003-09, **DIN EN 61481/A2 (VDE 0682-431/A2):2006-03** und
DIN EN 61481 Berichtigung 1 (VDE 0682-431 Berichtigung 1):2005-12
 Siehe Anwendungsbeginn

Gesamtumfang 80 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2014-11-28 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2015-09-01.

Für DIN EN 61481 (VDE 0682-431):2002-07, DIN EN 61481/A1 (VDE 0682-431/A1):2003-09, DIN EN 61481/A2 (VDE 0682-431/A2):2006-03 und DIN EN 61481 Berichtigung 1 (VDE 0682-431 Berichtigung 1):2005-12 besteht eine Übergangsfrist bis 2017-11-28.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61481-2 (VDE 0682-431-2):2012-12.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 214.4 „Ausrüstungen und Geräte zum Arbeiten unter Spannung; Prüfgeräte, Isolierstangen und Vorrichtungen zum Erden und Kurzschließen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 78 „Live working“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

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 61481 (VDE 0682-431):2002-07, DIN EN 61481/A1 (VDE 0682-431/A1):2003-09, DIN EN 61481/A2 (VDE 0682-431/A2):2006-03 und DIN EN 61481 Berichtigung 1 (VDE 0682-431 Berichtigung 1):2005-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufteilung der Norm in zwei Teile;
- b) Überarbeitung der Anforderungen für das Anzeigegerät;
- c) Streichung der Klasse C (110°)
- d) Einführung einer Anforderung für eine neue Aufschrift „LU“ für eine eingeschränkte Anwendung (en: limited use);
- e) Erweiterung des festgelegten Bereiches der Spannungsschwankungen in einem Netz für eine eindeutige Anzeige;
- f) Erläuterung der Konstruktionsanforderungen durch Festlegung eines resistiven Bauteils in jeder Stange des Gerätes;
- g) Erläuterung der Prüfverfahren bei zusätzlichen Kontaktelektroden, Zubehör und Zubehörkombinationen sowie Familien von Phasenvergleichern;
- h) zusätzliche Anforderungen und Prüfungen für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV);
- i) Erläuterung der Prüfbestimmungen für die Funktionsprüfungen;
- j) Erläuterung des Prüfverfahrens für die eindeutige Wahrnehmbarkeit der akustischen Anzeige;
- k) Erarbeitung der Elemente für die Fehlerbewertung und allgemeine Anwendung von IEC 61318:2007;
- l) Überarbeitung der bestehenden Anhänge;

- m) Überführung des bestehenden normativen Anhangs C in die neuen Anhänge D und F mit der Einteilung der Fehler (normativ) und der Begründung für die Einteilung der Fehler (informativ);
- n) Streichung des bestehenden Anhangs D, der wegen der Festlegung von IEC 60068-2-75 nicht mehr benötigt wird;
- o) Streichung des bestehenden Anhangs F, der entsprechend IEC 61318:2007 nicht mehr anwendbar ist;
- p) Aufnahme eines neuen informativen Anhangs E mit weiteren Informationen zur Anwendung der Grenzmarke und einer Kontaktelektrodenverlängerung.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61481 (VDE 0682-431): 2002-07

DIN EN 61481/A1 (VDE 0682-431/A1): 2003-09

DIN EN 61481 Berichtigung 1 (VDE 0682-431 Berichtigung 1): 2005-12

DIN EN 61481/A2 (VDE 0682-431/A2): 2006-03

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, 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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60038	IEC 60038	DIN EN 60038 (VDE 0175-1)	VDE 0175-1
–	IEC 60050 (alle Teile)	^a	–
–	IEC 60050-651:2014	^a	–
EN 55011	IEC/CISPR 11	DIN EN 55011 (VDE 0875-11)	VDE 0875-11
EN 60060-1	IEC 60060-1	DIN EN 60060-1 (VDE 0432-1)	VDE 0432-1
EN 60068-1	IEC 60068-1	DIN EN 60068-1 (VDE 0468-1)	VDE 0468-1
EN 60068-2-6	IEC 60068-2-6	DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6)	VDE 0468-2-6
EN 60068-2-14	IEC 60068-2-14	DIN EN 60068-2-14 (VDE 0468-2-14)	VDE 0468-2-14

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-2-31	IEC 60068-2-31	DIN EN 60068-2-31 (VDE 0468-2-31)	VDE 0468-2-31
EN 60068-2-75	IEC 60068-2-75	DIN EN 60068-2-75 (VDE 0468-2-75)	VDE 0468-2-75
EN 60071-1:2006 + A1:2010	IEC 60071-1:2006 + A1:2010	DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1):2010-09	VDE 0111-1
–	IEC 60417 DB ^b	–	–
EN 60743:2013	IEC 60743:2013	DIN EN 60743:2014-05	–
–	IEC 60855-1:2009	–	–
EN 60942	IEC 60942	DIN EN 60942	–
EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2)	VDE 0847-4-2
EN 61000-4-3	IEC 61000-4-3	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3)	VDE 0847-4-3
EN 61000-4-8	IEC 61000-4-8	DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8)	VDE 0847-4-8
EN 61235:1995	IEC 61235:1993, mod.	DIN EN 61235:1997-07	–
EN 61260	IEC 61260	DIN EN 61260	–
EN 61318	IEC 61318	DIN EN 61318 (VDE 0682-120)	VDE 0682-120
EN 61326-1	IEC 61326-1	DIN EN 61326-1 (VDE 0843-20-1)	VDE 0843-20-1
EN 61477	IEC 61477	DIN EN 61477 (VDE 0682-130)	VDE 0682-130
EN 61672-1	IEC 61672-1	DIN EN 61672-1	–
EN 61936-1:2010 + AC:2011 + AC:2013 + A1:2014	IEC 61936-1:2010, mod. + Cor.:2011 + A1:2014	DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1):2014-12	VDE 0101-1
–	IEC/TR3 61000-2-1	–	–
EN ISO 3744:2010	ISO 3744:2010	DIN EN ISO 3744:2011-02	–
EN ISO/IEC 17025	ISO/IEC 17025	DIN EN ISO/IEC 17025	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev . ^b IEC-Online-Datenbank, gebührenpflichtig, siehe: http://www.graphical-symbols.info/equipment .			

DIN EN 61325 (VDE 0446-5): 1996-04

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 55011 (VDE 0875-11), Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte – Funkstörungen – Grenzwerte und Messverfahren

DIN EN 60038 (VDE 0175-1), CENELEC-Normspannungen

DIN EN 60060-1 (VDE 0432-1), Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Begriffe und Prüfbedingungen

DIN EN 60068-1 (VDE 0468-1), Umgebungseinflüsse – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden

DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6), Umgebungseinflüsse – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)

DIN EN 60068-2-14 (VDE 0468-2-14), Umgebungseinflüsse – Teil 2-14: Prüfverfahren – Prüfung N: Temperaturwechsel

DIN EN 60068-2-31 (VDE 0468-2-31), Umgebungseinflüsse – Teil 2-31: Prüfverfahren – Prüfung Ec: Schocks durch raue Handhabung, vornehmlich für Geräte

DIN EN 60068-2-75 (VDE 0468-2-75), Umgebungseinflüsse – Teil 2-75: Prüfungen – Prüfung Eh: Hammerprüfungen

DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1):2010-09, Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen (IEC 60071-1:2006 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 60071-1:2006 + A1:2010

DIN EN 60743:2014-05, Arbeiten unter Spannung – Terminologie für Werkzeuge, Geräte und Ausrüstungen (IEC 60743:2013); Deutsche Fassung EN 60743:2013

DIN EN 60942, Elektroakustik – Schallkalibratoren

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2), Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3), Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder

DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8), Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen

DIN EN 61235:1997-07, Arbeiten unter Spannung – Isolierende hohle Rohre für elektrotechnische Zwecke (IEC 61235:1993, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61235:1995

DIN EN 61260, Elektroakustik – Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven

DIN EN 61318 (VDE 0682-120), Arbeiten unter Spannung – Konformitätsbewertung anwendbar auf Werkzeuge, Geräte und Ausrüstungen

DIN EN 61326-1 (VDE 0843-20-1), Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN EN 61477 (VDE 0682-130), Arbeiten unter Spannung – Mindestanforderungen für die Nutzung von Werkzeugen, Geräten und Ausrüstungen

DIN EN 61481-2 (VDE 0682-431-2):2015-09

DIN EN 61672-1, *Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen*

DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1):2014-12, *Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV – Teil 1: Allgemeine Bestimmungen (IEC 61936-1:2010, modifiziert + Cor.:2011 + A1:2014); Deutsche Fassung EN 61936-1:2010 + AC:2011 + AC:2013 + A1:2014*

DIN EN ISO 3744:2011-02, *Akustik – Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 3744:2010); Deutsche Fassung EN ISO 3744:2010*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

Deutsche Fassung

Arbeiten unter Spannung –
Phasenvergleicher –
Teil 2: Resistive (ohmsche) Ausführung für Wechselspannungen
über 1 kV bis 36 kV
(IEC 61481-2:2014)

Live working –
Phase comparators –
Part 2: Resistive type to be used for voltages from
1 kV to 36 kV a.c.
(IEC 61481-2:2014)

Travaux sous tension –
Comparateurs de phase –
Partie 2: Type résistif pour usage sur des
tensions alternatives de 1 kV à 36 kV
(CEI 61481-2:2014)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2014-11-28 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2014 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61481-2:2014 D



Documents

Document Sharing Hub

Vorwort

Der Text des Dokuments 78/1052/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61481-2, erarbeitet vom IEC/TC 78 „Live working“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61481-2:2014 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2015-08-28
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2017-11-28

Dieses Dokument ersetzt EN 61481:2001 (teilweise).

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61481-2:2014 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60038	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60038.
IEC 60071-1:2006	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60071-1:2006 (nicht modifiziert).
IEC 60743:2013	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60743:2013 (nicht modifiziert).
IEC 61235:1993	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61235:1995 (modifiziert).
IEC 61936-1:2010	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61936-1:2010 (modifiziert).
ISO/IEC 17025	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO/IEC 17025 (nicht modifiziert).

Inhalt

Seite

Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Anforderungen	13
4.1 Anzeige	13
4.2 Funktionsanforderungen	13
4.2.1 Eindeutige Anzeige	13
4.2.2 Eindeutige Wahrnehmbarkeit	15
4.2.3 Temperatur- und Feuchtigkeitsabhängigkeit der Anzeige	15
4.2.4 Frequenzabhängigkeit	15
4.2.5 Eigenzeit	15
4.2.6 Einfluss der Energiequelle	16
4.2.7 Eigenprüfvorrichtung	16
4.2.8 Einschaltdauer	16
4.3 Elektrische Anforderungen	16
4.3.1 Isolierendes Material	16
4.3.2 Überbrückungssicherheit	16
4.3.3 Funkenbeständigkeit	16
4.3.4 Resistives Bauteil	16
4.3.5 Isolierteil eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart	17
4.3.6 Höchstwert des Stromes	17
4.3.7 Gehäuse des Anzeigegerätes	17
4.3.8 Isolierung der Verbindungsleitung	17
4.4 Mechanische Anforderungen	17
4.4.1 Allgemeines	17
4.4.2 Bauart	17
4.4.3 Maße, Aufbau	19
4.4.4 Greifkraft und Durchbiegung	20
4.4.5 Rüttelbeständigkeit	20
4.4.6 Fallbeständigkeit	20
4.4.7 Stoßbeständigkeit	20
4.5 Aufschriften	20
4.6 Gebrauchsanleitung	21
4.7 Anforderungen für den Fall der vorhersehbaren fehlerhaften Anwendung beim Arbeiten unter Spannung	21
4.7.1 Wahl der Spannung	21
4.7.2 Wahl der Frequenz	21

	Seite
5 Prüfungen	22
5.1 Allgemeines	22
5.1.1 Prüfbedingungen	22
5.1.2 Atmosphärische Bedingungen	22
5.1.3 Prüfungen unter Regen	22
5.1.4 Typprüfung	22
5.1.5 Prüfverfahren	23
5.2 Funktionsprüfungen	24
5.2.1 Beschreibung des Prüfaufbaus und allgemeine Annahmebedingungen	24
5.2.2 Eindeutige Anzeige	28
5.2.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	31
5.2.4 Einfluss von elektrischen Störfeldern	31
5.2.5 Eindeutige Wahrnehmbarkeit	34
5.2.6 Frequenzabhängigkeit	38
5.2.7 Eigenzeit	38
5.2.8 Einfluss der Energiequelle	38
5.2.9 Prüfung der Eigenprüfvorrichtung	39
5.2.10 Einschaltdauer	39
5.3 Spannungsprüfungen	40
5.3.1 Isolierendes Material für Rohre und Stäbe	40
5.3.2 Überbrückungssicherheit von Phasenvergleichern der Bauform Innenraum/Außenraum	40
5.3.3 Überbrückungssicherheit von Phasenvergleichern der Bauform Außenraum	45
5.3.4 Funkenbeständigkeit	46
5.3.5 Ableitstrom von Phasenvergleichern als zusammengehörige Bauart	47
5.3.6 Spannungsfestigkeit der Verbindungsleitung	49
5.3.7 Höchster Strom bei fehlerhafter Anwendung	51
5.4 Mechanische Prüfungen	51
5.4.1 Sicht- und Maßprüfung	51
5.4.2 Greifkraft und Durchbiegung von Phasenvergleichern als zusammengehörige Bauart	51
5.4.3 Beständigkeit der Verbindungsleitungen und der Anschlüsse	52
5.4.4 Rüttelbeständigkeit	54
5.4.5 Fallbeständigkeit	54
5.4.6 Stoßbeständigkeit	55
5.4.7 Klimabeständigkeit	56
5.4.8 Haltbarkeit der Aufschriften	57
5.5 Prüfungen für den Fall der vorhersehbaren fehlerhaften Anwendung beim Arbeiten unter Spannung	57
5.5.1 Spannungswahl (soweit zutreffend)	57
5.5.2 Frequenzwahl (soweit zutreffend)	57

6	Konformitätsbewertung für Phasenvergleich während und nach der Fertigung.....	58
7	Änderungen.....	58
	Anhang A (normativ) Gebrauchsanleitung	59
	Anhang B (normativ) Geeignet zum Arbeiten unter Spannung; Doppeldreieck (IEC 60417-5216 (2002-10)).....	60
	Anhang C (normativ) Reihenfolge der Typprüfungen	61
	Anhang D (normativ) Einteilung von Fehlern und zugehörige Prüfungen.....	62
	Anhang E (informativ) Information und Anleitung zur Anwendung der Grenzmarke und einer Kontaktelektrodenverlängerung	64
E.1	Allgemeines.....	64
E.2	Situation beim Gebrauch eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart.....	64
E.3	Situation beim Gebrauch eines Phasenvergleichers als getrennte Bauart.....	67
	Anhang F (informativ) Begründung für die Einteilung von Fehlern	69
	Anhang G (informativ) Pflege während des Betriebs	71
	Literaturhinweise	72
	Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	73

Bilder

Bild 1 – Darstellung verschiedener Bauteile und Funktionsprinzipien von Phasenvergleichern	18
Bild 2 – Zulässige Anordnung leitfähiger Teile innerhalb der Mindestlänge des Isolierteils einer Stange eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart	19
Bild 3 – Prüfaufbau für die eindeutige Anzeige mit der Kugelelektrode vor der Ringelektrode	25
Bild 4 – Prüfaufbau für die eindeutige Anzeige mit der Kugelelektrode hinter ihrer Ringelektrode	26
Bild 5 – Anordnung der Stange des Phasenvergleichers im Prüfaufbau mit Kugel und Ring	28
Bild 6 – Beispiele geeigneter Vorrichtungen zur Sicherung des angemessenen Kontaktes zwischen einer Kontaktelektrode und der Kugelelektrode.....	28
Bild 7 – Prüfaufbau für die eindeutige Wahrnehmbarkeit der optischen Anzeige.....	35
Bild 8 – Prüfaufbau für die eindeutige Wahrnehmbarkeit der akustischen Anzeige	37
Bild 9 – Prüfanordnungen und Maße der Stromschienen für die Überbrückungssicherheit.....	41
Bild 10 – Elektrischer Anschluss der Stromschienen.....	42
Bild 11 – Prüfung der Oberflächenbeanspruchung	42
Bild 12 – Prüfung der radialen und der Oberflächenbeanspruchung.....	43
Bild 13 – Überbrückungssicherheit der Verbindungsleitung	44
Bild 14 – Prüfanordnung für das Prüfen der Überbrückungssicherheit von Phasenvergleichern der Bauform Außenraum.....	46
Bild 15 – Anordnung für die Prüfung des Ableitstromes bei trockenen Bedingungen von Phasenvergleichern als zusammengehörige Bauart	48
Bild 16 – Anordnung für die Prüfungen des Ableitstromes bei Beregnung von Phasenvergleichern als zusammengehörige Bauart	49
Bild 17 – Prüfaufbau für die Lasteinwirkung.....	50
Bild 18 – Prüfung der Greifkraft.....	52
Bild 19 – Prüfaufbau zur Festigkeit der Verbindungsleitung und der Anschlüsse	53

Bild 20 – Prüfung der Fallbeständigkeit – Diagonale Lage	55
Bild 21 – Kurve des Prüfzyklus zur Klimabeständigkeit.....	56
Bild E.1 – Isolierteil einer Stange eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart	64
Bild E.2 – Beispiel für die Anordnung einer Stange eines Phasenvergleichers zur Berührung eines unter Spannung stehenden Anlagenteils ohne Behinderung durch andere unter Spannung stehende Anlagenteile	65
Bild E.3 – Beispiel für die falsche Anordnung einer Stange eines Phasenvergleichers mit der Grenzmarke zwischen zwei unter Spannung stehenden Anlagenteilen	66
Bild E.4 – Übliche Möglichkeiten der Konstruktion oder Anwendung des Phasenvergleichers zur Beibehaltung des Isolierabstandes zwischen Grenzmarke und Begrenzungsscheibe.....	67
Bild E.5 – Übliche Möglichkeiten zur Einhaltung der ausreichenden Isolation für den Anwender durch die Ausführung des Phasenvergleichers als getrennte Bauart	68

Tabellen

Tabelle 1 – Bereiche der klimatischen Bedingungen	15
Tabelle 2 – Mindestlänge des Isolierteils (L_i) eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart	19
Tabelle 3 – Maße des Prüfaufbaus mit Kugel und Ring	27
Tabelle 4 – Prüffolgen und den Bedingungen für die eindeutige Anzeige	30
Tabelle 5 – Prüffolgen und Bedingungen für den Einfluss elektrischer Störfelder	33
Tabelle 6 – Abstand d_1 für den Prüfaufbau zur Überbrückungssicherheit	41
Tabelle 7 – Maße für konzentrische Ringe und Streifenelektroden	45
Tabelle C.1 – Prüffolge für die Durchführung der Typprüfungen	61
Tabelle D.1 – Einteilung von Fehlern und zugehörige Anforderungen und Prüfungen.....	62
Tabelle E.1 – Empfohlene Mindestlängen zwischen Grenzmarke und Kontaktelektrode (A_i)	67
Tabelle F.1 – Begründung für die Einteilung von Fehlern	69
Tabelle G.1 – Prüfungen während des Betriebs.....	71

Einleitung

Diese Internationale Norm wurde in Übereinstimmung mit den Anforderungen von IEC 61477 erarbeitet.

Unter Berücksichtigung der Funktionsweisen der im Markt verfügbaren tragbaren resistiven Phasenvergleichsgeräts ist die höchste Nenn-Wechselspannung 36 kV.

Die Begründung für diese höchste Nennspannung ist:

- Konstruktion des Phasenvergleichers zur Bedienung durch eine Person (siehe 4.4.2) – Berücksichtigung der Ergonomie;
bei höheren Spannungen nehmen die Abstände zwischen den Leitern einer Anlage zu, und die Positionierung der zwei Stangen des Phasenvergleichers durch eine Person kommt an ihre Grenzen;
- die richtige Ausführung eines jeden Bauteils (einschließlich der Verbindungsleitung) unter üblichen Arbeitsbedingungen – Berücksichtigung der Ausführung;
- möglicher Kontakt der Verbindungsleitung zwischen den beiden Stangen des Phasenvergleichers mit einem Anlagenteil auf Leiter- oder Erdpotential unter üblichen Arbeitsbedingungen.

Von dieser Norm abgedeckte Produkte können während ihrer Lebensdauer zeitweilig oder dauernd Einfluss auf die Umgebung ausüben. Diese Art der Einflüsse kann von gering bis wesentlich reichen, von kurzer oder langer Dauer sein und weltweit, regional oder örtlich Auswirkungen haben.

Die vorliegende Norm enthält weder Anforderungen und Prüfbestimmungen für die Hersteller des Produktes noch Empfehlungen für die Anwender des Produktes hinsichtlich der Verbesserung des Umweltverhaltens. Es sind jedoch alle mit Konstruktion, Herstellung, Verpackung, Verteilung, Anwendung, Instandhaltung, Reparatur, Wiederverwendung, Instandsetzung und Entsorgung befassten Verantwortlichen aufgefordert, Umweltanforderungen zu berücksichtigen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61481 gilt für tragbare resistive Phasenvergleichler zur Verwendung in elektrischen Netzen mit Wechselspannungen von 1 kV bis 36 kV und Frequenzen von 50 Hz und/oder 60 Hz.

Diese Norm gilt für resistive Phasenvergleichler, die zwecks Phasenvergleich die nicht isolierten, leitfähigen Anlagenteile berühren:

- als zusammengehörige Bauart einschließlich Isolierteil oder
- als getrennte Bauart, die das Anschließen einer von dieser Norm nicht abgedeckten isolierenden Stange als separates Werkzeug ermöglicht.

ANMERKUNG Bestimmte Teile, wie z. B. die Kontaktelektrode oder der Isolierteil eines Phasenvergleichlers als zusammengehörige Bauart dürfen abgenommen werden.

Einige Einschränkungen gelten für ihre Anwendung an fabrikfertigen Schaltanlagen und an Oberleitungen elektrischer Bahnen (siehe [Anhang A](#)).

Ein Gerät, das andere Funktionen als den Phasenvergleich ermöglicht, gilt als anderes Gerät, das nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm gehört. Beispielsweise gehört ein Gerät, das auch zur Spannungsprüfung benutzt werden kann, nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm (siehe [Anhang A](#)).

Nach dieser Norm konstruierte und hergestellte Produkte tragen zur Sicherheit der Anwender bei, vorausgesetzt, sie werden von Elektrofachkräften entsprechend dem Arbeitsverfahren „Arbeiten auf Schutzabstand“ und der Gebrauchsanleitung verwendet.

Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich alle in dieser Norm festgelegten Spannungen auf Leiter-Leiter-Spannungen in Drehstromnetzen. In anderen Netzen sollte die Betriebsspannung anhand der entsprechenden Leiter-Leiter- oder Leiter-Erde-Spannungen bestimmt 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, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

IEC 60060-1, 2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

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

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

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

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*
(Verfügbar unter: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60942, *Electroacoustics – Sound calibrators*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61260, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters*

IEC 61318, *Live working – Conformity assessment applicable to tools, devices and equipment*

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

IEC 61477, *Live working – Minimum requirements for the utilization of tools, devices and equipment*

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

ISO 3744:2010, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering method for an essentially free-field over a reflecting plane*

CIE 15, *Colorimetry*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 61318 und die folgenden Begriffe.

3.1

Zubehör

(en: accessory)

Zusatzteil, das für die Funktion des Phasenvergleichers nicht notwendig ist und vom Hersteller geliefert wird, um die Anwendung des Gerätes unter bestimmten Betriebsbedingungen zu erleichtern

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Zubehör ist nicht Teil eines Gerätes. Ohne Zubehör ist das Gerät noch funktionstüchtig. Ein Bauteil, das für den Gebrauch eines Gerätes immer erforderlich ist, ist kein Zubehör, sondern ein abnehmbares Teil des Gerätes.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Zubehör wird z. B. verwendet zur Verlängerung der Handhabe, zur Verbesserung des Wirkungsgrades der Kontaktelektrode, um die zu prüfenden Anlagenteile zu erreichen, usw.

3.2

aktives Signal

(en: active signal)

sichtbares Zeichen und optional hörbares Zeichen, dessen Vorhandensein, Fehlen oder Veränderung die Wiedergabe des Zustandes „Gleichphasigkeit“ oder „Gleichphasigkeit nicht vorhanden“ ergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Signal, das die Einsatzbereitschaft des Phasenvergleichers anzeigt, ist kein aktives Signal.

[QUELLE: IEC 60050-101:1998, 101-12-02, modifiziert – Die Definition des Begriffes „Signal“ wurde zur Anpassung an den spezifischen Zusammenhang mit der Diagnose der Phasenbeziehung modifiziert und Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.3

Adapter

(en: adaptor)

Teil eines Phasenvergleichers als getrennte Bauart, der das Anschließen einer isolierenden Stange ermöglicht

3.4

eindeutige Anzeige

(en: clear indication)

eindeutiges Feststellen und Anzeigen von „Gleichphasigkeit nicht vorhanden“ und/oder „Gleichphasigkeit“ zwischen den zu prüfenden Anlagenteilen

3.5

eindeutige Wahrnehmbarkeit

(en: clear perceptibility)

fehlerfreie Erkennbarkeit der Anzeige durch den Anwender unter bestimmten Umgebungsbedingungen in der Betriebsposition des Phasenvergleichers

3.6

Verbindungsleitung

(en: connecting lead)

flexible Leitung für die elektrische Verbindung der beiden Stangen eines resistiven Phasenvergleichers

3.7

Kontaktelektrode

(en: contact electrode)

nicht isolierter, leitfähiger Teil des Phasenvergleichers, der die elektrische Verbindung zum zu prüfenden Anlagenteil herstellt

3.8

Kontaktelektrodenverlängerung

(en: contact electrode extension)

äußerlich isolierter, leitfähiger Teil zum Erreichen der zu prüfenden Anlagenteile durch die Kontaktelektrode

Anmerkung 1 zum Begriff: Für bestimmte Anlagenkonfigurationen wird die Kontaktelektrodenverlängerung zur Vergrößerung der Eintauchtiefe verwendet (siehe [Bild 1](#)).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Kontaktelektrodenverlängerung ist ein Zubehör des Phasenvergleichers.

3.9

Kupplungsteil

(en: end fittings)

Teil einer isolierenden Stange, der dauerhaft am Ende eines isolierenden Rohres oder Stabes angebracht ist

3.10

Familie von Phasenvergleichern

(en: family of phase comparators)

Gruppe von Phasenvergleichern, die für Prüfzwecke durch einen unteren Wert und einen oberen Wert der Bemessungsspannung und/oder durch die beiden Frequenzen (50 Hz und 60 Hz) eingegrenzt werden, mit identischer Bauart (einschließlich der Maße) und unterschiedlichen Nennspannungen oder Nennspannungsbereichen und/oder Nennfrequenzen

3.11

Begrenzungsscheibe

(en: hand guard)

deutliche physikalische Begrenzung, die die Handhabe eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart vom Isolierteil trennt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Zweck der Begrenzungsscheibe ist, das Abgleiten der Hände zum Isolierteil zu verhindern.

3.12

Anzeigegerät

(en: indicator)

Teil des Phasenvergleichers, der den Zustand der Phasenbeziehung zwischen zwei zu prüfenden Anlagenteilen anzeigt

3.13

Bauform Innenraum

(en: indoor type)

Phasenvergleichler zur Verwendung unter trockenen Bedingungen, üblicherweise in Innenräumen

3.14

Eintauchtiefe

(en: insertion depth)

A_i

Abstand zwischen Grenzmarke und Spitze der Kontaktelektrode eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart

3.15

Isolierteil

(en: insulating element)

Teil eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart, der dem Anwender angemessenen Sicherheitsabstand und ausreichende Isolation gibt

3.16

isolierende Stange

(en: insulating stick)

isolierendes Werkzeug, das im Wesentlichen aus einem isolierenden Rohr und/oder Stab mit Kupplungsteilen hergestellt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Phasenvergleich wird eine isolierende Stange mit einem Phasenvergleichler als getrennte Bauart verbunden, um die Länge zum Erreichen der zu prüfenden Anlage bereitzustellen und dem Anwender angemessenen Sicherheitsabstand und ausreichende Isolation zu geben.

[QUELLE: IEC 60050-651:2014, 651-22-01, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.17

Störfeld

(en: interference field)

überlagertes elektrisches Feld, das die Anzeige beeinflussen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Störfeld kann von den zu prüfenden oder anderen benachbarten Anlagenteilen herühren und eine beliebige Phasenbeziehung haben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Extremfälle für die Prüfungen sind:

- Es existiert ein gleichphasiges Störfeld. Dies ist das Ergebnis der Maße und/oder Anordnung von zu prüfenden Anlagenteilen oder von benachbarten Anlagenteilen mit gleichphasigen Spannungen.
- Es existiert ein gegenphasiges Störfeld. Dies ist das Ergebnis von benachbarten Anlagenteilen mit gegenphasigen Spannungen.

3.18

Grenzmarke

(en: limit mark)

besondere Stelle oder Markierung, die dem Anwender die physikalische Grenze anzeigt, bis zu welcher der Phasenvergleichler zwischen unter Spannung stehenden Teilen eintauchen oder diese berühren darf

3.19

Wiederholungsprüfung

(en: maintenance test)

periodisch an einem Gerät oder einem Betriebsmittel ausgeführte Prüfung zum Nachweis, dass das Betriebsverhalten, falls nötig nach Durchführung bestimmter Einstellungen, innerhalb festgelegter Grenzen bleibt

[QUELLE: IEC 60050-151:2001, 151-16-25, modifiziert – Die Definition wurde zur Anpassung an den spezifischen Zusammenhang mit der Instandhaltung des Gerätes oder Betriebsmittels modifiziert.]

3.20

Nennspannung

(en: nominal voltage)

U_n

geeigneter, gerundeter Spannungswert zur Identifizierung eines Netzes oder eines Gerätes

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Nennspannung des Phasenvergleichers ist der seiner eindeutigen Anzeige zugeordnete Kennwert. Wenn ein Phasenvergleich mehr als eine Nennspannung oder einen Nennspannungsbereich hat, werden die Grenzwerte des Nennspannungsbereiches mit $U_{n \min}$ und $U_{n \max}$ bezeichnet.

[QUELLE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21, modifiziert – Die Definition wurde zur Anpassung an den spezifischen Zusammenhang mit dem Gerät oder Betriebsmittel modifiziert, und Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.21

Bauform Außenraum

(en: outdoor type)

Phasenvergleich zur Verwendung unter Regenbedingungen, entweder in Innenräumen oder im Außenraum

3.22

Phasenvergleich

(en: phase comparator)

tragbares Gerät zum eindeutigen Nachweis des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins der richtigen Phasenbeziehung zwischen zwei unter Spannung stehenden Teilen mit derselben Nennspannung und Frequenz

[QUELLE: IEC 60050-651:2014, 651-24-03, modifiziert – Die Definition wurde modifiziert, um zu verdeutlichen, dass das hier definierte Gerät ein tragbares Gerät ist.]

3.23

resistiver Phasenvergleich

(en: phase comparator of resistive type; resistive phase comparator)

Gerät, dessen Wirkungsweise durch den Strom zustande kommt, der durch den Widerstand im resistiven Bauteil fließt

Anmerkung 1 zum Begriff: Resistive Phasenvergleich sind immer zweipolige Phasenvergleich und haben eine Verbindungsleitung (spannungsbasiert).

Anmerkung 2 zum Begriff: Resistive Phasenvergleich arbeiten überwiegend auf Basis der Spannungsmessung (frequenzbezogen).

3.24

Überbrückungssicherheit

(en: protection against bridging)

Sicherheit gegen Überschlag oder Durchschlag, wenn die Isolation zwischen den Anlagenteilen mit verschiedenen Potentialen durch die Anwesenheit des Phasenvergleichers verringert wird

3.25

Bemessungsspannung

(en: rated voltage)

U_r

Spannungswert, auf den sich bestimmte betriebliche Angaben beziehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungsspannung des Phasenvergleichers ist die nach IEC 60071-1:2006, Tabelle 2, Spalte 1, ausgewählte Spannung, die entweder gleich der Nennspannung (oder der höchsten Nennspannung des Nennspannungsbereiches) ist oder die nächsthöhere Spannung aus dieser Tabelle sein sollte.

3.26

resistives Bauteil

(en: resistive element)

Bauteil, das den Strombegrenzungswiderstand (oder andere strombegrenzende Bauteile) und leitfähige Teile enthält

3.27

Eigenzeit

(en: response time)

Verzögerung zwischen dem Zeitpunkt der Berührung des zweiten zu prüfenden Anlagenteils durch den Phasenvergleich und der entsprechenden eindeutigen Anzeige

3.28

Eigenprüfvorrichtung

(en: testing element)

eingebautes oder separates Gerät, mit dem die Funktion des Phasenvergleichers durch den Anwender geprüft werden kann

[QUELLE: IEC 60743:2013, 11.3.7, modifiziert – Die Definition wurde modifiziert, um die Anwendung mit dem Phasenvergleich zu verdeutlichen.]

3.29

Ansprechparameter

(en: threshold parameter)

kleinste Spannung U_p zwischen den zwei zu prüfenden Anlagenteilen, bei der ein Zustandswechsel des aktiven Signals auftritt

4 Anforderungen

4.1 Anzeige

Der Phasenvergleich muss die Zustände „Gleichphasigkeit nicht vorhanden“ und/oder „Gleichphasigkeit“ durch einen Zustandswechsel eines aktiven Signals oder mehrerer aktiver Signale eindeutig anzeigen.

Die Anzeige muss optisch erfolgen. Eine akustische Anzeige darf zusätzlich vorhanden sein.

4.2 Funktionsanforderungen

4.2.1 Eindeutige Anzeige

4.2.1.1 Allgemeines

Die folgenden Anforderungen gelten, wenn beide zu prüfenden Anlagenteile dieselbe Nennspannung und dieselbe Frequenz haben.

Der Phasenvergleich darf „Gleichphasigkeit nicht vorhanden“ bei einem Phasenwinkelunterschied bis $\pm 10^\circ$ nicht anzeigen.

Die Anzeige „Gleichphasigkeit“ darf nicht bei Phasenwinkelunterschieden über $\pm 30^\circ$ oder $\pm 60^\circ$ entsprechend der Klasse des Phasenvergleichers erscheinen.

Zur Einhaltung vorstehender Anforderungen, muss der Ansprechparameter die folgende Beziehung erfüllen:

Klasse A: $10 \% U_{n \max} < U_p \leq 29,8 \% U_{n \min}$.

Klasse B: $10 \% U_{n \max} < U_p \leq 57,7 \% U_{n \min}$.

Klasse C: siehe Anmerkung 1.

Klasse D: Falls die Anwendung einer der vorstehend aufgeführten Klassen nicht möglich ist, müssen Hersteller und Kunde den angemessenen Wert des Phasenwinkelunterschiedes vereinbaren. In einem solchen Fall muss die Obergrenze der Ansprechparameter die der Klasse B überschreiten.

Bei Phasenvergleichen mit einer Nennspannung ist $U_{n \max}$ gleich $U_{n \min}$.

ANMERKUNG 1 Die Klasse C (Phasenwinkelunterschied $\pm 110^\circ$) wurde in der vorigen Ausgabe festgelegt, aber als nicht relevant gestrichen.

ANMERKUNG 2 Der für die Anzeige „Gleichphasigkeit nicht vorhanden“ erforderliche Phasenwinkelunterschied wird von der Situation im Netz abhängen.

ANMERKUNG 3 10 % der Nennspannung entspricht $0,17 U_n / \sqrt{3}$ und ist der Spannungsunterschied zwischen zwei Phasen mit einem Phasenwinkelunterschied von 10° .

ANMERKUNG 4 29,8 % der Nennspannung entspricht $0,51 U_n / \sqrt{3}$ und ist der Spannungsunterschied zwischen zwei Phasen mit einem Phasenwinkelunterschied von 30° .

ANMERKUNG 5 57,7 % der Nennspannung entspricht $1,0 U / \sqrt{3}$ und ist der Spannungsunterschied zwischen zwei Phasen mit einem Phasenwinkelunterschied von 60° .

ANMERKUNG 6 Es gibt für eine eindeutige Anzeige des Phasenvergleichers eine theoretische Grenze des Verhältnisses von $U_{n \max}$ zu $U_{n \min}$. Entsprechend der Klasse des Phasenvergleichers ergibt sich dieser Wert aus der Division von 0,298 oder 0,577 durch 0,1.

Diese Anforderungen müssen erfüllt sein für Spannungen gegen Erde von $(U_{n \min} - 10\%) / \sqrt{3}$ bis $(U_{n \max} + 10\%) / \sqrt{3}$.

ANMERKUNG 7 10 % der Nennspannung entsprechen der möglichen langsamen Spannungsschwankung in einem Netz. Nach IEC 61000-2-1 entsprechen $\pm 10\%$ der Nennspannung der möglichen langsamen Spannungsschwankung in einem Netz, was üblicherweise nicht den in IEC 60038 genannten Bereich der Betriebsspannungsänderungen überschreitet.

ANMERKUNG 8 Bei vorhandenen starken Oberschwingungen und/oder Amplitudenverzerrungen (z. B. Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung HGÜ, nichtlineare Lasten usw.) kann die Anzeige des Phasenvergleichers möglicherweise ungenau sein. Entsprechende Daten, zulässige Grenzwerte und Anforderungen an das Betriebsverhalten sind in Beratung.

4.2.1.2 Einstellungen

Der Anwender darf keinen Zugang zu den Einstellungen des Anzeigegerätes haben.

Es ist ein Wahlschalter für verschiedene Nennspannungen oder Nennspannungsbereiche erlaubt, aber der Anwender darf keinen Zugang zu den Einstellungen der Wahlschalterstellungen haben.

4.2.1.3 Unterbrechungsfreie Anzeige

Wenn der Phasenvergleich eine eindeutige Anzeige abgibt, muss die Anzeige so lange stehen bleiben, wie der unter Spannung stehende Anlagenteil berührt wird.

4.2.1.4 Einfluss von Störfeldern

Das Vorhandensein eines benachbarten unter Spannung stehenden oder geerdeten Anlagenteils darf die Anzeige nicht beeinflussen, wenn der Phasenvergleich entsprechend der Gebrauchsanleitung angewendet wird.

Das Vorhandensein eines Störfeldes darf die Anzeige bei Anwendung des Phasenvergleichers entsprechend der Gebrauchsanleitung nicht beeinflussen.

4.2.1.5 Besondere Aufschriften für eine eingeschränkte Anwendung

Falls ein Phasenvergleich eine der Prüfungen nach 5.2.2 oder 5.2.4, wenn diese mit dem Prüfaufbau nach Bild 4 durchgeführt werden, nicht besteht, muss er die Aufschrift „LU“ (en: limited use) für eine eingeschränkte Anwendung tragen.

4.2.1.6 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Phasenvergleichler müssen die Anforderungen nach IEC 61326-1, Klasse A, für tragbare Betriebsmittel erfüllen.

ANMERKUNG In einigen Ländern kann es zusätzliche Anforderungen für die Erfüllung der EMV-Vorschriften geben.

4.2.2 Eindeutige Wahrnehmbarkeit

4.2.2.1 Optische Anzeige

Die optische Anzeige des Phasenvergleichers muss vom Anwender in der Betriebsposition und bei üblichen Lichtbedingungen eindeutig wahrnehmbar sein.

Werden zwei oder mehr optisch aktive Signale verwendet, darf für die Wahrnehmbarkeit die Anzeige nicht nur aus verschiedenen Farben bestehen. Zusätzliche Merkmale wie räumliche Trennung der Lichtquellen, unterschiedliche Formen der Lichtsignale oder Blinklicht müssen verwendet werden.

4.2.2.2 Akustische Anzeige (wenn vorhanden)

Die akustische Anzeige des Phasenvergleichers muss vom Anwender in der Betriebsposition und bei üblichen Geräuschbedingungen eindeutig wahrnehmbar sein.

Werden zwei akustisch aktive Signale verwendet, darf für die Wahrnehmbarkeit die Anzeige nicht nur aus Tönen mit verschiedenem Schalldruckpegel bestehen. Zusätzliche Merkmale wie Klang oder intermittierende akustische Signale müssen verwendet werden.

4.2.3 Temperatur- und Feuchtigkeitsabhängigkeit der Anzeige

Entsprechend den klimatischen Betriebsbedingungen gibt es drei Kategorien von Phasenvergleichern: Kalt (C), Normal (N) und Warm (W). Der Phasenvergleichler muss im Temperaturbereich seiner Klimakategorie nach Tabelle 1 einwandfrei arbeiten.

Tabelle 1 – Bereiche der klimatischen Bedingungen

Bereiche der klimatischen Bedingungen (Betrieb und Lagerung)		
Klimakategorie	Temperatur °C	Feuchte %
Kalt (C)	–40 bis +55	20 bis 96
Normal (N)	–25 bis +55	20 bis 96
Warm (W)	–5 bis +70	12 bis 96

4.2.4 Frequenzabhängigkeit

Zu einem gegebenen Zeitpunkt wird im gesamten Netz die Frequenz als einheitlich angenommen. Die folgenden Anforderungen gelten, wenn beide zu prüfende Teile dieselbe Frequenz haben.

Der Phasenvergleichler muss bei Frequenzen mit einer Toleranz bis $\pm 0,2$ % der Nennfrequenz einwandfrei arbeiten.

Ein Phasenvergleichler mit zwei Nennfrequenzen muss bei jeder Nennfrequenz mit einer Toleranz bis $\pm 0,2$ % einwandfrei arbeiten.

4.2.5 Eigenzeit

Die Eigenzeit des Phasenvergleichers darf nicht länger als 1 s sein.

4.2.6 Einfluss der Energiequelle

Der Phasenvergleich mit eingebauter Energiequelle muss eine eindeutige Anzeige liefern, bis ein Signal für die Nichtbetriebsbereitschaft abgegeben oder das Gerät selbsttätig ausgeschaltet wird, wie in der Gebrauchsanleitung angegeben.

4.2.7 Eigenprüfvorrichtung

Die Eigenprüfvorrichtung, ob eingebaut oder als separates Gerät, muss in der Lage sein, alle Stromkreise zu prüfen einschließlich, soweit durchführbar, das resistive Bauteil, die Verbindungsleitung, die Energiequelle und die Funktion der Anzeige. Wenn nicht alle Stromkreise geprüft werden können, muss jede Einschränkung in der Gebrauchsanleitung eindeutig angegeben sein. Die Konstruktion der betroffenen Kreise muss dem Kriterium „hohe Zuverlässigkeit“ entsprechen. Bei eingebauter Eigenprüfvorrichtung muss der Phasenvergleich den Zustand „Bereit“ oder „Nicht bereit“ anzeigen.

4.2.8 Einschaltdauer

Der Phasenvergleich muss während der festgelegten Einschaltdauer ohne Fehler und ohne falsche Anzeige arbeiten, wenn er an der höchsten Betriebsspannung liegt.

Die Einschaltdauer muss mindestens 5 min betragen.

Der Hersteller muss die längste Einschaltdauer für den Anwender in der Gebrauchsanleitung eindeutig angeben.

4.3 Elektrische Anforderungen

4.3.1 Isolierendes Material

Das isolierende Material muss für die Nennspannung (oder die höchste Nennspannung des Nennspannungsbereiches) des Phasenvergleichers ausreichend bemessen sein (Material, Maße).

Werden Rohre aus isolierendem Material mit kreisförmigem Querschnitt für die Konstruktion des Phasenvergleichers verwendet, sollten diese die Anforderungen von IEC 60855-1 oder IEC 61235 erfüllen. Andernfalls muss die ausreichende isolierende Ausführung durch Bestehen der Prüfung nach 5.3.1 nachgewiesen werden.

Phasenvergleich als zusammengehörige Bauart müssen zum Schutz des Anwenders mit ausreichender Isolation mittels Isolierteil versehen sein.

ANMERKUNG Für Phasenvergleich als getrennte Bauart wird die Wahl einer geeigneten isolierenden Stange dem Anwender ausreichende Isolation bieten.

4.3.2 Überbrückungssicherheit

Die Sicherheit muss derart sein, dass der Phasenvergleich keinen Überschlag oder Durchschlag zwischen unter Spannung stehenden Anlagenteilen oder einem unter Spannung stehenden Anlagenteil und Erde verursacht.

4.3.3 Funkenbeständigkeit

Der Phasenvergleich muss so gebaut sein, dass das Anzeigegerät durch eine Lichtbogenentladung mit geringer Energie nicht beschädigt oder ausgeschaltet werden kann.

4.3.4 Resistives Bauteil

Das resistive Bauteil eines Phasenvergleichers muss bezogen auf Spannung und Energie ausreichend bemessen sein.

Der Widerstandswert muss in jedem Pol derselbe sein.

4.3.5 Isolierteil eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart

4.3.5.1 Spannungsfestigkeit

Das Isolierteil muss so bemessen sein, dass beim Gebrauch kein Überschlag oder Durchschlag auftritt.

4.3.5.2 Ableitstrom

Das Isolierteil eines Phasenvergleichers für den Innenraum muss so bemessen sein, dass der Ableitstrom unter trockenen Bedingungen begrenzt wird.

Das Isolierteil eines Phasenvergleichers für den Außenraum muss so bemessen sein, dass der Ableitstrom unter trockenen und nassen Bedingungen begrenzt wird.

4.3.6 Höchstwert des Stromes

Unabhängig von der Stellung eines Wahlschalters (wenn vorhanden) muss der höchste im Phasenvergleich fließende Strom so niedrig wie möglich sein und darf nicht höher als 3,5 mA sein, wenn eine Prüfspannung von $1,2 U_r$ zwischen den Kontaktelektroden angelegt wird.

ANMERKUNG Diese Anforderung soll den möglichen Fall der vorhersehbaren fehlerhaften Anwendung berücksichtigen.

Der höchste in jeder Stange fließende Strom muss so niedrig wie möglich sein und darf nicht höher als 3,5 mA sein, wenn eine Prüfspannung von $1,2 U_r / \sqrt{3}$ zwischen den Kontaktelektroden und dem Leiter der Verbindungsleitung angelegt wird.

4.3.7 Gehäuse des Anzeigegegerätes

Das Gehäuse des Anzeigegegerätes muss so bemessen sein, dass beim Gebrauch kein Überschlag oder Durchschlag auftritt.

4.3.8 Isolierung der Verbindungsleitung

Der Leiter der Verbindungsleitung muss hochflexibel (vieladrig) sein. Die Isolierung der Verbindungsleitung und der Anschluss an jede Stange des Phasenvergleichers muss einer Spannung von $1,2 U_r$ widerstehen.

4.4 Mechanische Anforderungen

4.4.1 Allgemeines

Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart müssen zum Schutz des Anwenders einen ausreichenden Abstand mittels Isolierteil bieten.

ANMERKUNG Für Phasenvergleichers als getrennte Bauart wird die Wahl einer geeigneten isolierenden Stange dem Anwender ausreichenden Abstand bieten.

4.4.2 Bauart

Der Phasenvergleichers muss so gebaut sein, dass er von einer Person bedient werden kann.

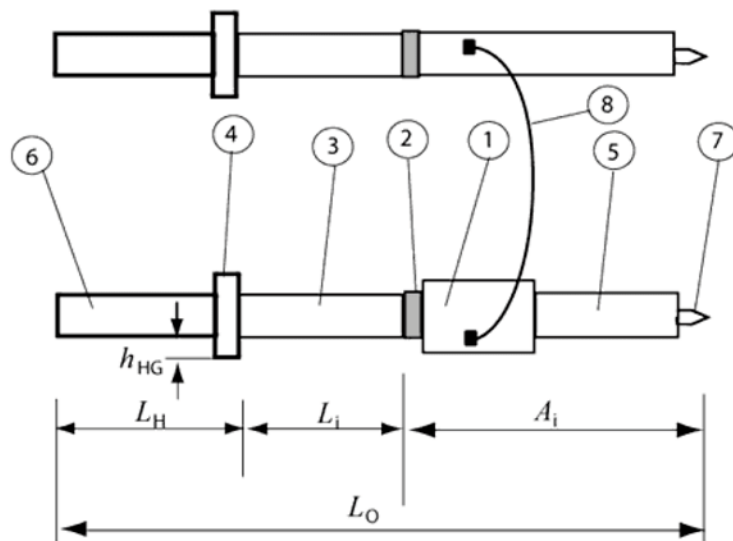
Der Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart muss mindestens aus folgenden Bauteilen bestehen:

- Handhabe, Begrenzungsscheibe, Isolierteil, Anzeigegegerät, Grenzmarke, einem resistiven Bauteil in jeder Stange mit einer Verbindungsleitung und einer Kontaktelektrode (siehe Bild 1 a).

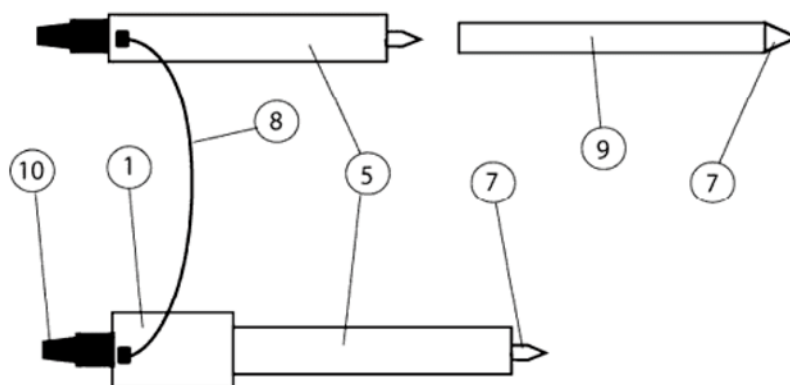
Die Grenzmarke darf vor oder nach dem Anzeigegegerät angebracht sein.

Der Phasenvergleich als getrennte Bauart muss mindestens aus folgenden Bauteilen bestehen:

- Adapter, Anzeigegerät, einem resistiven Bauteil in jeder Stange mit einer Verbindungsleitung und einer Kontaktelektrode (siehe Bild 1 b).



a) Beispiel eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart



b) Beispiel eines Phasenvergleichers als getrennte Bauart

Legende

- | | |
|---|--|
| 1 Anzeigegerät | h_{HG} Höhe der Begrenzungsscheibe |
| 2 Grenzmarke | L_H Länge der Handhabe |
| 3 Isolierteil | L_i Länge des Isolierteils |
| 4 Begrenzungsscheibe | L_O Gesamtlänge des Phasenvergleichers |
| 5 resistives Bauteil | A_i Eintauchtiefe |
| 6 Handhabe | |
| 7 Kontaktelektrode | |
| 8 Verbindungsleitung | |
| 9 Kontaktelektrodenverlängerung (Zubehör) | |
| 10 Adapter (kann auch Grenzmarke sein) | |

Bild 1 – Darstellung verschiedener Bauteile und Funktionsprinzipien von Phasenvergleichern