

**DIN EN 61481-1**  
**(VDE 0682-431-1)**
**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 13.260

Ersatzvermerk  
siehe unten

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

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

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

**Ersatzvermerk**

Mit **DIN EN 61481-2 (VDE 0682-431-2):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 84 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 61481-1 (VDE 0682-431-1):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](http://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) Erweiterung des Anwendungsbereiches um zweipolige Phasenvergleicher mit drahtloser Verbindung bis 245 kV a.c. Wechselspannung;
- c) Überarbeitung der Anforderungen für das Anzeigegerät;
- d) Einführung einer Anforderung für eine neue Aufschrift „LU“ (en: limited use) für eine eingeschränkte Anwendung;
- e) zusätzliche Anforderungen und Prüfungen für zweipolige Phasenvergleicher mit drahtloser Verbindung;
- f) Erläuterung der Prüfverfahren bei zusätzlichen Kontaktelektroden, Zubehör und Zubehörkombinationen sowie Familien von Phasenvergleichern;
- g) zusätzliche Anforderungen und Prüfungen für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV);
- h) Erläuterung der Prüfbestimmungen für die Funktionsprüfungen;
- i) Erläuterung des Prüfverfahrens für die eindeutige Wahrnehmbarkeit der akustischen Anzeige;
- j) Erarbeitung der Elemente für die Fehlerbewertung und allgemeine Anwendung von IEC 61318:2007;
- k) Überarbeitung der bestehenden Anhänge;
- l) 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);

- m) Streichung des bestehenden Anhangs D, der wegen der Festlegung von IEC 60068-2-75 nicht mehr benötigt wird;
- n) Streichung des bestehenden Anhangs F, der entsprechend IEC 61318:2007, nicht mehr anwendbar ist;
- o) 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 |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| –                     | IEC 60050 (alle Teile)   | a                                      | –                                      |
| –                     | IEC 60050-101:1998       | a                                      | –                                      |
| –                     | IEC 60050-151:2001       | a                                      | –                                      |
| –                     | IEC 60050-601:1985       | a                                      | –                                      |
| –                     | IEC 60050-651:2014       | a                                      | –                                      |
| EN 55011              | IEC/CISPR 11             | DIN EN 55011<br>(VDE 0875-11)          | VDE 0875-11                            |
| EN 60060-1:2010       | IEC 60060-1:2010         | DIN EN 60060-1<br>(VDE 0432-1):2011-10 | VDE 0432-1                             |
| EN 60068-1            | IEC 60068-1              | DIN EN 60068-1<br>(VDE 0468-1)         | VDE 0468-1                             |
| EN 60068-2-6          | IEC 60068-2-6            | DIN EN 60068-2-6<br>(VDE 0468-2-6)     | VDE 0468-2-6                           |
| EN 60068-2-14         | IEC 60068-2-14           | DIN EN 60068-2-14<br>(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<br>(VDE 0468-2-31)   | VDE 0468-2-31                          |
| EN 60068-2-75                                                                                                                                                        | IEC 60068-2-75                                     | DIN EN 60068-2-75<br>(VDE 0468-2-75)   | VDE 0468-2-75                          |
| EN 60071-1:2006<br>+ A1:2010                                                                                                                                         | IEC 60071-1:2006<br>+ A1:2010                      | DIN EN 60071-1<br>(VDE 0111-1):2010-09 | VDE 0111-1                             |
| –                                                                                                                                                                    | IEC 60304                                          | DIN IEC 60304                          | –                                      |
| –                                                                                                                                                                    | IEC 60417 DB <sup>b</sup>                          | –                                      | –                                      |
| 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<br>(VDE 0847-4-2)     | VDE 0847-4-2                           |
| EN 61000-4-3                                                                                                                                                         | IEC 61000-4-3                                      | DIN EN 61000-4-3<br>(VDE 0847-4-3)     | VDE 0847-4-3                           |
| EN 61000-4-8                                                                                                                                                         | IEC 61000-4-8                                      | DIN EN 61000-4-8<br>(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 61318:2008                                                                                                                                                        | IEC 61318:2007                                     | DIN EN 61318<br>(VDE 0682-120):2009-02 | VDE 0682-120                           |
| EN 61326-1                                                                                                                                                           | IEC 61326-1                                        | DIN EN 61326-1<br>(VDE 0843-20-1)      | VDE 0843-20-1                          |
| EN 61477                                                                                                                                                             | IEC 61477                                          | DIN EN 61477<br>(VDE 0682-130)         | VDE 0682-130                           |
| EN 61672-1                                                                                                                                                           | IEC 61672-1                                        | DIN EN 61672-1                         | –                                      |
| EN 61936-1:2010<br>+ AC:2011 + AC:2013<br>+ A1:2014                                                                                                                  | IEC 61936-1:2010, mod.<br>+ Cor.:2011<br>+ A1:2014 | DIN EN 61936-1<br>(VDE 0101-1):2014-12 | VDE 0101-1                             |
| –                                                                                                                                                                    | CIE 15                                             | –                                      | –                                      |
| –                                                                                                                                                                    | IEC/TR3 61000-2-1                                  | –                                      | –                                      |
| EN ISO 354                                                                                                                                                           | ISO 354                                            | DIN EN ISO 354                         | –                                      |
| EN ISO 3744:2010                                                                                                                                                     | ISO 3744:2010                                      | DIN EN ISO 3744:2011-02                | –                                      |
| EN ISO 3745                                                                                                                                                          | ISO 3745                                           | DIN EN ISO 3745                        | –                                      |
| EN ISO/IEC 17025                                                                                                                                                     | ISO/IEC 17025                                      | DIN EN ISO/IEC 17025                   | –                                      |
| <sup>a</sup> „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: <a href="http://www.dke.de/dke-iev">http://www.dke.de/dke-iev</a> .  |                                                    |                                        |                                        |
| <sup>b</sup> IEC-Online-Datenbank, gebührenpflichtig, siehe: <a href="http://www.graphical-symbols.info/equipment">http://www.graphical-symbols.info/equipment</a> . |                                                    |                                        |                                        |

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

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

**DIN EN 60060-1 (VDE 0432-1):2011-10**, Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Begriffe und Prüfbedingungen (IEC 60060-1:2010); Deutsche Fassung EN 60060-1:2010

**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):2009-02**, Arbeiten unter Spannung – Konformitätsbewertung anwendbar auf Werkzeuge, Geräte und Ausrüstungen (IEC 61318:2007); Deutsche Fassung EN 61318:2008

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

**DIN EN 61481-1 (VDE 0682-431-1):2015-09**

**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 354, *Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen*

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 3745, *Akustik – Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 für reflexionsarme Räume und Halbräume*

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

DIN IEC 60304, *Standardfarben der Isolierung von Niederfrequenz-Kabeln und -Drähten*

Deutsche Fassung

**Arbeiten unter Spannung –  
Phasenvergleicher –  
Teil 1: Kapazitive Ausführung für Wechselspannungen über 1 kV  
(IEC 61481-1:2014)**

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

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

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 61481-1:2014 D

 **Documents**  
Document Sharing Hub

## **Vorwort**

Der Text des Dokuments 78/1051/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61481-1, erarbeitet vom IEC/TC 78 „Live working“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61481-1:2014 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 61481-1:2014 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 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 .....                                                                                       | 14 |
| 4.1 Anzeige .....                                                                                           | 14 |
| 4.2 Funktionsanforderungen .....                                                                            | 14 |
| 4.2.1 Eindeutige Anzeige .....                                                                              | 14 |
| 4.2.2 Übertragungsbereich .....                                                                             | 15 |
| 4.2.3 Eindeutige Wahrnehmbarkeit .....                                                                      | 15 |
| 4.2.4 Temperatur- und Feuchtigkeitsabhängigkeit der Anzeige .....                                           | 16 |
| 4.2.5 Frequenzabhängigkeit .....                                                                            | 16 |
| 4.2.6 Eigenzeit .....                                                                                       | 17 |
| 4.2.7 Einfluss der Energiequelle .....                                                                      | 17 |
| 4.2.8 Eigenprüfvorrichtung .....                                                                            | 17 |
| 4.2.9 Einschaltdauer .....                                                                                  | 17 |
| 4.3 Elektrische Anforderungen .....                                                                         | 17 |
| 4.3.1 Isolierendes Material .....                                                                           | 17 |
| 4.3.2 Überbrückungssicherheit .....                                                                         | 17 |
| 4.3.3 Funkenbeständigkeit .....                                                                             | 18 |
| 4.3.4 Isolierteil eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart .....                                | 18 |
| 4.3.5 Gehäuse des Anzeigegerätes .....                                                                      | 18 |
| 4.4 Mechanische Anforderungen .....                                                                         | 18 |
| 4.4.1 Allgemeines .....                                                                                     | 18 |
| 4.4.2 Bauart .....                                                                                          | 18 |
| 4.4.3 Maße, Aufbau .....                                                                                    | 19 |
| 4.4.4 Greifkraft und Durchbiegung .....                                                                     | 21 |
| 4.4.5 Rüttelbeständigkeit .....                                                                             | 21 |
| 4.4.6 Fallbeständigkeit .....                                                                               | 21 |
| 4.4.7 Stoßbeständigkeit .....                                                                               | 21 |
| 4.5 Aufschriften .....                                                                                      | 21 |
| 4.6 Gebrauchsanleitung .....                                                                                | 22 |
| 4.7 Anforderungen für den Fall der vorhersehbaren fehlerhaften Anwendung beim Arbeiten unter Spannung ..... | 22 |
| 4.7.1 Wahl der Spannung .....                                                                               | 22 |
| 4.7.2 Wahl der Frequenz .....                                                                               | 22 |
| 4.7.3 Wahl des Kanals bei drahtloser Verbindung .....                                                       | 22 |

|                                                                                                         | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 5 Prüfungen .....                                                                                       | 23    |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                   | 23    |
| 5.1.1 Prüfbedingungen .....                                                                             | 23    |
| 5.1.2 Atmosphärische Bedingungen .....                                                                  | 23    |
| 5.1.3 Prüfungen unter Regen .....                                                                       | 23    |
| 5.1.4 Typprüfung .....                                                                                  | 23    |
| 5.1.5 Prüfverfahren.....                                                                                | 24    |
| 5.2 Funktionsprüfungen.....                                                                             | 25    |
| 5.2.1 Beschreibung des Prüfaufbaus und allgemeine Annahmebedingungen .....                              | 25    |
| 5.2.2 Eindeutige Anzeige .....                                                                          | 30    |
| 5.2.3 Übertragungsbereich für zweipolige Phasenvergleichern mit drahtloser Verbindung .....             | 32    |
| 5.2.4 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....                                                     | 32    |
| 5.2.5 Einfluss von elektrischen Störfeldern .....                                                       | 33    |
| 5.2.6 Eindeutige Wahrnehmbarkeit.....                                                                   | 35    |
| 5.2.7 Frequenzabhängigkeit.....                                                                         | 43    |
| 5.2.8 Eigenzeit.....                                                                                    | 44    |
| 5.2.9 Einfluss der Energiequelle.....                                                                   | 44    |
| 5.2.10 Prüfung der Eigenprüfvorrichtung .....                                                           | 45    |
| 5.2.11 Einschaltdauer des einpoligen Phasenvergleichers.....                                            | 45    |
| 5.2.12 Einschaltdauer von zweipoligen Phasenvergleichern mit drahtloser Verbindung .....                | 46    |
| 5.3 Spannungsprüfungen .....                                                                            | 46    |
| 5.3.1 Isolierendes Material für Rohre und Stäbe.....                                                    | 46    |
| 5.3.2 Überbrückungssicherheit von Phasenvergleichern der Bauform Innenraum/Außenraum.....               | 47    |
| 5.3.3 Überbrückungssicherheit von Phasenvergleichern der Bauform Außenraum .....                        | 50    |
| 5.3.4 Funkenbeständigkeit .....                                                                         | 52    |
| 5.3.5 Ableitstrom von Phasenvergleichern als zusammengehörige Bauart.....                               | 53    |
| 5.4 Mechanische Prüfungen.....                                                                          | 55    |
| 5.4.1 Sicht- und Maßprüfung.....                                                                        | 55    |
| 5.4.2 Greifkraft und Durchbiegung von Phasenvergleichern als zusammengehörige Bauart .....              | 56    |
| 5.4.3 Rüttelbeständigkeit.....                                                                          | 56    |
| 5.4.4 Fallbeständigkeit.....                                                                            | 57    |
| 5.4.5 Stoßbeständigkeit.....                                                                            | 58    |
| 5.4.6 Klimabeständigkeit .....                                                                          | 58    |
| 5.4.7 Haltbarkeit der Aufschriften .....                                                                | 60    |
| 5.5 Prüfungen für den Fall der vorhersehbaren fehlerhaften Anwendung beim Arbeiten unter Spannung ..... | 60    |
| 5.5.1 Spannungswahl (soweit zutreffend) .....                                                           | 60    |
| 5.5.2 Frequenzwahl (soweit zutreffend) .....                                                            | 60    |
| 5.5.3 Kanalwahl bei drahtloser Verbindung (soweit zutreffend).....                                      | 60    |

|     |                                                                                                                                           |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6   | Konformitätsbewertung für Phasenvergleich während und nach der Fertigung.....                                                             | 60 |
| 7   | Änderungen.....                                                                                                                           | 61 |
|     | Anhang A (normativ) Gebrauchsanleitung .....                                                                                              | 62 |
|     | Anhang B (normativ) Geeignet zum Arbeiten unter Spannung; Doppeldreieck (IEC 60417–5216<br>(2002-10)).....                                | 63 |
|     | Anhang C (normativ) Reihenfolge der Typprüfungen .....                                                                                    | 64 |
|     | Anhang D (normativ) Einteilung von Fehlern und zugehörige Prüfungen.....                                                                  | 66 |
|     | Anhang E (informativ) Information und Anleitung zur Anwendung der Grenzmarke und einer<br>Kontaktelektrodenverlängerung .....             | 68 |
| E.1 | Allgemeines.....                                                                                                                          | 68 |
| E.2 | Situation beim Gebrauch eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart.....                                                         | 68 |
| E.3 | Situation beim Gebrauch eines Phasenvergleichers als getrennte Bauart .....                                                               | 72 |
|     | Anhang F (informativ) Begründung für die Einteilung von Fehlern .....                                                                     | 73 |
|     | Anhang G (informativ) Pflege während des Betriebs .....                                                                                   | 75 |
|     | Literaturhinweise .....                                                                                                                   | 76 |
|     | Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen ..... | 77 |

## Bilder

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 – Darstellung verschiedener Bauteile und Funktionsprinzipien von Phasenvergleichern .....                                                                      | 19 |
| Bild 2 – Zulässige Anordnung leitfähiger Teile innerhalb der Mindestlänge des Isolierteils einer<br>Stange eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart ..... | 20 |
| Bild 3 – Prüfaufbau für die eindeutige Anzeige mit der Kugelelektrode vor der Ringelektrode .....                                                                     | 26 |
| Bild 4 – Prüfaufbau für die eindeutige Anzeige mit der Kugelelektrode hinter der Ringelektrode .....                                                                  | 27 |
| Bild 5 – Anordnung der Stange des Phasenvergleichers im Prüfaufbau mit Kugel und Ring .....                                                                           | 29 |
| Bild 6 – Beispiele geeigneter Vorrichtungen zur Sicherung des angemessenen Kontaktes zwischen<br>einer Kontaktelektrode und der Kugelelektrode.....                   | 29 |
| Bild 7 – Prüfaufbau für die eindeutige Wahrnehmbarkeit der optischen Anzeige.....                                                                                     | 36 |
| Bild 8 – Prüfaufbau für die Messung der eindeutigen Wahrnehmbarkeit der optischen Anzeige bei<br>einer Anzeigeeinheit.....                                            | 38 |
| Bild 9 – Prüfaufbau für die eindeutige Wahrnehmbarkeit der akustischen Anzeige .....                                                                                  | 40 |
| Bild 10 – Prüfaufbau für die Messung der eindeutigen Wahrnehmbarkeit der akustischen Anzeige<br>bei Anzeigeeinheiten.....                                             | 42 |
| Bild 11 – Prüfanordnungen und Maße der Stromschienen für die Überbrückungssicherheit.....                                                                             | 47 |
| Bild 12 – Elektrischer Anschluss der Stromschienen.....                                                                                                               | 48 |
| Bild 13 – Prüfung der Oberflächenbeanspruchung .....                                                                                                                  | 49 |
| Bild 14 – Prüfung der radialen und der Oberflächenbeanspruchung.....                                                                                                  | 50 |
| Bild 15 – Prüfanordnung für das Prüfen der Überbrückungssicherheit von Phasenvergleichern der<br>Bauform Außenraum.....                                               | 51 |
| Bild 16 – Anordnung für die Prüfung des Ableitstromes bei trockenen Bedingungen von<br>Phasenvergleichern als zusammengehörige Bauart .....                           | 54 |
| Bild 17 – Anordnung für die Prüfungen des Ableitstromes bei Beregnung von Phasenvergleichern<br>als zusammengehörige Bauart .....                                     | 55 |

|                                                                                                                                                                                                                | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bild 18 – Prüfung der Greifkraft .....                                                                                                                                                                         | 56    |
| Bild 19 – Prüfung der Fallbeständigkeit – Diagonale Lage .....                                                                                                                                                 | 58    |
| Bild 20 – Kurve des Prüfzyklus zur Klimabeständigkeit.....                                                                                                                                                     | 59    |
| Bild E.1 – Isolierteil einer Stange eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart .....                                                                                                                 | 68    |
| 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 ..... | 69    |
| Bild E.3 – Beispiel für die falsche Anordnung einer Stange eines Phasenvergleichers mit der Grenzmarke zwischen zwei unter Spannung stehenden Anlagenteilen .....                                              | 70    |
| Bild E.4 – Übliche Möglichkeiten der Konstruktion oder Anwendung des Phasenvergleichers zur Beibehaltung des Isolierabstandes zwischen Grenzmarke und Begrenzungsscheibe.....                                  | 71    |
| Bild E.5 – Übliche Möglichkeiten zur Einhaltung der ausreichenden Isolation für den Anwender durch die Ausführung des Phasenvergleichers als getrennte Bauart .....                                            | 72    |
| <b>Tabellen</b>                                                                                                                                                                                                |       |
| Tabelle 1 – Bereiche der klimatischen Bedingungen .....                                                                                                                                                        | 16    |
| Tabelle 2 – Mindestlänge des Isolierteils ( $L_i$ ) eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart .....                                                                                                 | 20    |
| Tabelle 3 – Maße des Prüfaufbaus mit Kugel und Ring .....                                                                                                                                                      | 28    |
| Tabelle 4 – Prüffolgen und Bedingungen für die eindeutige Anzeige .....                                                                                                                                        | 31    |
| Tabelle 5 – Prüffolgen und Bedingungen für den Einfluss elektrischer Störfelder .....                                                                                                                          | 34    |
| Tabelle 6 – Art der Prüfung.....                                                                                                                                                                               | 47    |
| Tabelle 7 – Abstand $d_1$ für den Prüfaufbau zur Überbrückungssicherheit .....                                                                                                                                 | 48    |
| Tabelle 8 – Maße für konzentrische Ringe und Streifenelektroden .....                                                                                                                                          | 50    |
| Tabelle C.1 – Prüffolge für die Durchführung der Typprüfungen .....                                                                                                                                            | 64    |
| Tabelle C.2 – Typprüfungen außerhalb der Reihenfolge .....                                                                                                                                                     | 65    |
| Tabelle D.1 – Einteilung von Fehlern und zugehörige Anforderungen und Prüfungen.....                                                                                                                           | 66    |
| Tabelle E.1 – Empfohlene Mindestlängen zwischen Grenzmarke und Kontaktelektrode ( $A_i$ ) .....                                                                                                                | 71    |
| Tabelle F.1 – Begründung für die Einteilung von Fehlern .....                                                                                                                                                  | 73    |
| Tabelle G.1 – Prüfungen während des Betriebs.....                                                                                                                                                              | 75    |

## Einleitung

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

Unter Berücksichtigung der beiden verschiedenen Funktionsweisen der im Markt verfügbaren tragbaren kapazitiven Phasenvergleichers wurde die höchste Nenn-Wechselspannung eines jeden Gerätes zur Begrenzung des Anwendungsbereiches dieser Norm herangezogen.

Die folgende Tabelle enthält die Begründung der sich für jede Bauart von kapazitiven Phasenvergleichern ergebenden höchsten Nennspannung.

| Funktionsweise eines kapazitiven Phasenvergleichers      | Höchste Nennspannung kV effektiv | Begründung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Einpoliger Phasenvergleichers mit Speicherfunktion       | 36                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bei dieser Funktionsweise ist die eindeutige Anzeige des Phasenvergleichers durch die Speicherzeit begrenzt.</li> <li>Bei höheren Nennspannungen nimmt der Abstand zwischen den Leitern der Anlage zu, und die für die Bewegung der Stange zwischen den beiden zu vergleichenden Teilen erforderliche Zeit wird der begrenzende Faktor.</li> </ul> |
| Zweipoliger Phasenvergleichers mit drahtloser Verbindung | 245                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bei dieser Funktionsweise gibt es theoretisch keine Grenze für die höchste Nennspannung.</li> <li>Die Festlegung auf 245 kV entspricht der gegenwärtigen Bewertungsgrenze von elektrischen Prüfaufbauten.</li> </ul>                                                                                                                               |

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, Umweltauflagen zu berücksichtigen.

## 1 Anwendungsbereich

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

Diese Norm gilt für:

- einpolige kapazitive mit Phasenvergleichler Speicherfunktion, bis zu 36 kV Wechselspannung;
- zweipolige kapazitive mit Phasenvergleichler drahtloser Verbindung, bis zu 245 kV Wechselspannung.

Diese Norm gilt für kapazitive 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 ihrer Anwendung gelten für fabrikfertige Schaltanlagen und 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 der vorliegenden 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 60304, *Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires*

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 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 354, *Acoustics – Measurement of sound absorption in a reverberation room*

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*

ISO 3745, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms*

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 wahlweise 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 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**

#### **Kontaktelektrode**

(en: contact electrode)

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

### **3.7**

#### **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 d](#)).

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

### **3.8**

#### **Kupplungsteil**

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

[QUELLE: IEC 60050-651:2014, 651-22-02]

### **3.9**

#### **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

### **3.10**

#### **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.

### 3.11

#### Anzeigegerät

(en: indicator)

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einpoligen Phasenvergleichern zeigt das Anzeigegerät auch an, dass der Phasenvergleich für das Anlegen an den zweiten zu prüfenden Anlagenteil bereit ist („Gespeichert“).

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei zweipoligen Phasenvergleichern mit drahtloser Verbindung zeigt das Anzeigegerät auch den Kommunikationszustand an.

### 3.12

#### Anzeigeeinheit

(en: indicator unit)

Zusatzteil eines zweipoligen Phasenvergleichers mit drahtloser Verbindung, bei dem es sich in der Regel um ein Handgerät handelt und das die Anzeige und die Übermittlung möglicher weiterer Informationen direkt beim Anwender ermöglicht

### 3.13

#### Bauform Innenraum

(en: indoor type)

Phasenvergleichers 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 Phasenvergleichers 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

#### **Dauer der Speicherung**

(en: memory holding time)

die für einen einpoligen Phasenvergleichler für das Anlegen an den zweiten zu prüfenden Anlagenteil längste verfügbare Zeit, nachdem die Anzeige „Gespeichert“ erscheint, wenn der Phasenvergleichler am ersten zu prüfenden Anlagenteil anliegt

### 3.21

#### **Nennspannung**

(en: nominal voltage)

$U_n$

geeigneter, gerundeter Spannungswert zur Identifizierung eines Netzes oder eines Gerätes

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Nennspannung des Phasenvergleichlers ist der seiner eindeutigen Anzeige zugeordnete Kennwert. Wenn ein Phasenvergleichler 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. Anmerkung 1 wurde hinzugefügt.]

### 3.22

#### **Bauform Außenraum**

(en: outdoor type)

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

### 3.23

#### **permanente Kontaktelektrodenverlängerung**

(en: permanent contact electrode extension)

isoliertes, leitfähiges Element, das bei bestimmten Bauarten eines Phasenvergleichlers zwischen Anzeige und Kontaktelektrode angeordnet wird, um den Abstand des Anzeigegerätes zum zu prüfenden Anlagenteil unter Spannung zu vergrößern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die permanente Kontaktelektrodenverlängerung kann Impedanzen aufweisen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die permanente Kontaktelektrodenverlängerung ist kein Zubehör.

### 3.24

#### **Phasenvergleichler**

(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.]

### 3.25

#### **kapazitiver Phasenvergleich**

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

Gerät, dessen Wirkungsweise durch den durch die Streukapazität zur Erde fließenden Strom zustande kommt

Anmerkung 1 zum Begriff: Kapazitive Phasenvergleich sind entweder zweipolige Phasenvergleich mit drahtloser Verbindung oder einpolige Phasenvergleich mit Speicherfunktion.

Anmerkung 2 zum Begriff: Kapazitive Phasenvergleich arbeiten überwiegend auf Basis der Winkelmessung (frequenzbezogen).

### 3.26

#### **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

### 3.27

#### **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, Tabellen 2 und 3, Spalte 1, ausgewählte Spannung, die entweder gleich der Nennspannung (oder der höchsten Nennspannung des Nennspannungsbereiches) ist oder die nächsthöhere Spannung aus diesen Tabellen sein sollte.

### 3.28

#### **Eigenzeit**

(en: response time)

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

### 3.29

#### **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.]

### 3.30

#### **Ansprechparameter**

(en: threshold parameter)

kleinster Phasenwinkel  $\varphi_p$  zwischen den zwei zu prüfenden Anlagenteilen, bei dem ein Zustandswechsel des aktiven Signals auftritt

### 3.31

#### **drahtloses Verbindungssystem**

(en: wireless connecting system)

System der Datenübertragung zum Austauschen von Informationen zwischen den verschiedenen Einheiten eines Phasenvergleichers ohne physische Verbindung

## 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.

Für Phasenvergleich mit Nennspannungen über 36 kV werden beide Anzeigen, optisch und akustisch, empfohlen.

Einpolige Phasenvergleich müssen den Zustand „Gespeichert“ anzeigen.

Zweipolige Phasenvergleich mit drahtloser Verbindung müssen eine Anzeige des Kommunikationszustandes haben.

### 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  $\pm 30^\circ$ ,  $\pm 60^\circ$  oder  $\pm 110^\circ$  entsprechend der Klasse des Phasenvergleichers erscheinen.

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

Klasse A:  $\pm 10^\circ < \varphi_p \leq \pm 30^\circ$ .

Klasse B:  $\pm 10^\circ < \varphi_p \leq \pm 60^\circ$ .

Klasse C:  $\pm 10^\circ < \varphi_p \leq \pm 110^\circ$ , 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 C überschreiten.

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

**ANMERKUNG 1** Es wurde festgestellt, dass bei Netzen mit geringer Phasenwindeldifferenz ein Gerät der Klasse C die Verlängerung der Speicherdauer ermöglichen könnte.

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

**ANMERKUNG 3** 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.

An jeder Einheit eines Phasenvergleichers mit drahtloser Verbindung darf ein zugänglicher Wahlschalter für die Einstellung eines mehrkanaligen Verbindungssystems vorhanden sein (z. B. Funkübertragung).

#### 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 Teil berührt wird.

#### 4.2.1.4 Einfluss von Störfeldern

Das Vorhandensein eines Störfeldes (benachbarte unter Spannung stehende oder geerdete Teile) darf die Anzeige bei Anwendung des Phasenvergleichers entsprechend der Gebrauchsanleitung nicht beeinflussen.

ANMERKUNG Die Anzeige ist in der Nähe großer leitfähiger Teile, die Bereiche des Potentialausgleichs verursachen, möglicherweise unzuverlässig.

#### 4.2.1.5 Besondere Aufschriften für eine eingeschränkte Anwendung

Falls ein Phasenvergleich eine der Prüfungen nach 5.2.2 oder 5.2.5, 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)

Phasenvergleich muss 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 Übertragungsbereich

Drahtlos arbeitende Phasenvergleich müssen in Freiluft innerhalb der Grenzen des Übertragungsbereiches einwandfrei übertragen (zwischen den verschiedenen Einheiten des gesamten Gerätes), wie vom Hersteller in der Gebrauchsanleitung festgelegt (siehe Anhang A).

In dieser Norm gibt es keine Anforderungen für die Funkübertragung. Gegebenenfalls sollte der Phasenvergleich die nationalen Vorschriften für die Funkübertragung erfüllen.

#### 4.2.3 Eindeutige Wahrnehmbarkeit

##### 4.2.3.1 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.

#### 4.2.3.2 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.

#### 4.2.4 Temperatur- und Feuchtigkeitsabhängigkeit der Anzeige

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

**Tabelle 1 – Bereiche der klimatischen Bedingungen**

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

#### 4.2.5 Frequenzabhängigkeit

##### 4.2.5.1 Allgemeines

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.

##### 4.2.5.2 Toleranz der Nennfrequenz

Der Phasenvergleich muss bei Frequenzen mit einer Toleranz von mindestens  $\pm 0,2$  % der Nennfrequenz einwandfrei arbeiten.

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

##### 4.2.5.3 Frequenzverschiebung eines einpoligen Phasenvergleichers

Der einpolige Phasenvergleich muss bei einer Frequenzverschiebung bis  $1 \text{ MHz/s}^{N1)}$  nach der Anzeige „Gespeichert“ während der vom Hersteller angegebenen Dauer der Speicherung einwandfrei arbeiten.

Der einpolige Phasenvergleich darf bei einer Frequenzverschiebung über  $10 \text{ MHz/s}^{N1)}$  bis 5 s nach dem Erscheinen der Anzeige „Gespeichert“ nicht „Gleichphasigkeit“ anzeigen.

Die Dauer der Speicherung muss mindestens 5 s betragen.

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: Fehler in IEC 61481-1:2014, korrekt ist  $\text{mHz/s}$ .

#### 4.2.6 Eigenzeit

Die Eigenzeit des Phasenvergleichers darf nicht länger als 1 s sein. In Situationen, in denen die Eigenzeit mehr als 1 s beträgt, muss der Phasenvergleich optisch und/oder akustisch anzeigen, dass die Datenverarbeitung noch andauert.

#### 4.2.7 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.

#### 4.2.8 Eigenprüfvorrichtung

Die Eigenprüfvorrichtung, ob eingebaut oder als separates Gerät, muss in der Lage sein, alle Stromkreise, das drahtlose Verbindungssystem, die Energiequelle und die Funktion der Anzeige zu prüfen. 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.

#### 4.2.9 Einschaltdauer

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

Die kürzeste Einschaltdauer muss betragen:

- 5 min für einen Phasenvergleich mit einer Nennspannung bis 36 kV;
- 15 min für einen Phasenvergleich mit einer Nennspannung über 36 kV.

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

#### 4.3.4 Isolierteil eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart

##### 4.3.4.1 Spannungsfestigkeit

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

##### 4.3.4.2 Ableitstrom

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

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

#### 4.3.5 Gehäuse des Anzeigegerätes

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

### 4.4 Mechanische Anforderungen

#### 4.4.1 Allgemeines

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

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

#### 4.4.2 Bauart

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

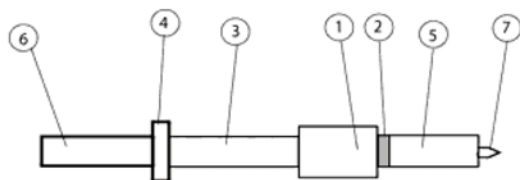
Der Phasenvergleichler als zusammengehörige Bauart muss mindestens aus folgenden Bauteilen bestehen:

- Handhabe, Begrenzungsscheibe, Isolierteil, Anzeigegerät, Grenzmarke und Kontaktelektrode (siehe [Bild 1](#)).

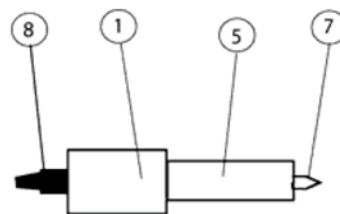
Die Grenzmarke darf vor oder nach dem Anzeigegerät angebracht sein.

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

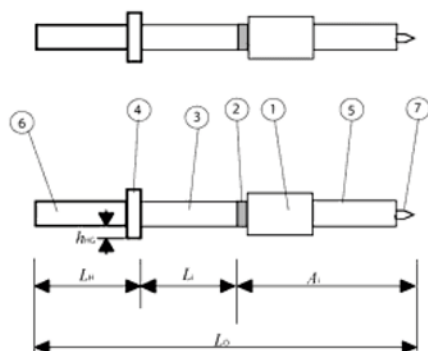
- Adapter, Anzeigegerät und Kontaktelektrode (siehe [Bild 1](#)).



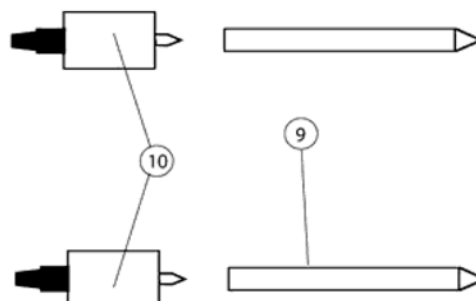
a) Beispiel eines einpoligen Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart



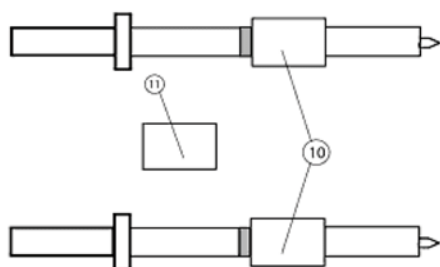
b) Beispiel eines einpoligen Phasenvergleichers als getrennte Bauart



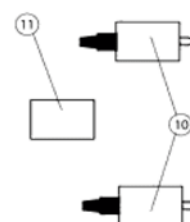
c) Beispiel eines zweipoligen Phasenvergleichers mit drahtloser Verbindung als zusammengehörige Bauart



d) Beispiel eines zweipoligen Phasenvergleichers mit drahtloser Verbindung als getrennte Bauart



e) Beispiel eines zweipoligen Phasenvergleichers mit drahtloser Verbindung und drei Einheiten zur Datenübertragung als zusammengehörige Bauart



f) Beispiel eines zweipoligen Phasenvergleichers mit drahtloser Verbindung und drei Einheiten zur Datenübertragung als getrennte Bauart

#### Legende

- 1 Anzeigegerät
- 2 Grenzmarke
- 3 Isolierteil
- 4 Begrenzungsscheibe
- 5 permanente Kontaktelektrodenverlängerung
- 6 Handhabe
- 7 Kontaktelektrode
- 8 Adapter (kann auch Grenzmarke sein)
- 9 Kontaktelektrodenverlängerung (Zubehör)
- 10 zwei Basiseinheiten zur Datenübertragung

- 11 Anzeigeeinheit
- $h_{HG}$  Höhe der Begrenzungsscheibe
- $L_H$  Länge der Handhabe
- $L_i$  Länge des Isolierteils
- $L_O$  Gesamtlänge des Phasenvergleichers
- $A_i$  Eintauchtiefe

Bild 1 – Darstellung verschiedener Bauteile und Funktionsprinzipien von Phasenvergleichern

#### 4.4.3 Maße, Aufbau

Die Mindestlänge des Isolierteils eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart muss Tabelle 2 entsprechen.

**Tabelle 2 – Mindestlänge des Isolierteils ( $L_i$ ) eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart**

| $U_r$<br>kV           | $L_i$<br>mm |
|-----------------------|-------------|
| $1 < U_r \leq 7,2$    | 320         |
| $7,2 < U_r \leq 12$   | 360         |
| $12 < U_r \leq 17,5$  | 370         |
| $17,5 < U_r \leq 24$  | 470         |
| $24 < U_r \leq 36$    | 520         |
| $36 < U_r \leq 72,5$  | 830         |
| $72,5 < U_r \leq 123$ | 1 300       |
| $123 < U_r \leq 170$  | 1 700       |
| $170 < U_r \leq 245$  | 2 300       |

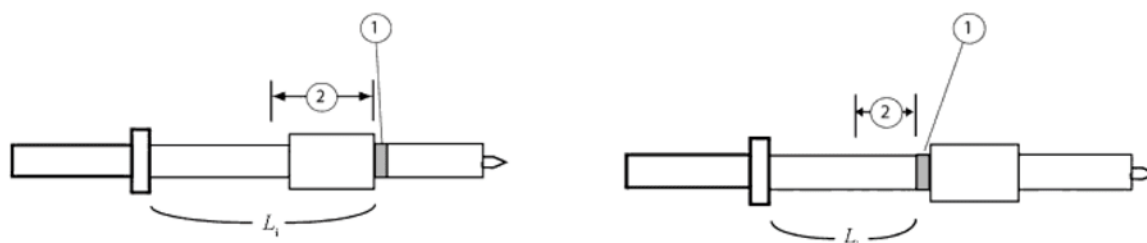
**ANMERKUNG 1** Die Nennspannung  $U_n$  wird für die Festlegung von maßlichen Parametern bezogen auf Anlagen oder Funktionen des Phasenvergleichers verwendet, während die Bemessungsspannung  $U_r$  für die Ausführung der Isolierung des Phasenvergleichers zugrunde gelegt wird.

**ANMERKUNG 2** Die Werte für  $L_i$  in Tabelle 2 entsprechen den Mindestabständen in Luft (entnommen den Tabellen 1 und 2 von IEC 61936-1:2010) zuzüglich eines Sicherheitsabstandes.

**ANMERKUNG 3** Die Werte für  $L_i$  in Tabelle 2 können zur Bestimmung der Länge der isolierenden Stange für den Phasenvergleichers als getrennte Bauart verwendet werden. Unter Berücksichtigung des Mindest-Arbeitsabstandes oder von nationalen oder regionalen Vorschriften darf jedoch die Länge der isolierenden Stange zum Arbeiten unter Spannung für den Phasenvergleichers als getrennte Bauart kürzer gewählt werden.

Bei einem Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart und für  $L_i$  gleich oder größer als 520 mm sind innerhalb der Mindestlänge des Isolierteils leitfähige Teile erlaubt, wenn diese außen vollständig isoliert sind und sich unmittelbar neben der Grenzmarke in einem Abschnitt des Isolierteils von höchstens 200 mm Länge befinden (siehe Bild 2).

**ANMERKUNG 4** Die Ausführung der Isolierung der leitfähigen Teile wird durch die Prüfung der Überbrückungssicherheit nach 5.3.2 nachgewiesen.



**Legende**

- 1 Grenzmarke
- 2 Abschnitt des Isolierteils, in dem leitfähige Teile erlaubt sind ( $\leq 200$  mm)
- $L_i$  Mindestlänge des Isolierteils

**Bild 2 – Zulässige Anordnung leitfähiger Teile innerhalb der Mindestlänge des Isolierteils einer Stange eines Phasenvergleichers als zusammengehörige Bauart**