

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>DIN EN IEC 60076-22-1<br/>(VDE 0532-76-22-1)</b>                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>DIN</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> 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. | <b>VDE</b> |
| <p>ICS 29.180</p> <p><b>Leistungstransformatoren –<br/>Teil 22-1: Anbauten für Leistungstransformatoren und Drosselspulen –<br/>Schutzeinrichtungen<br/>(IEC 60076-22-1:2019);<br/>Deutsche Fassung EN IEC 60076-22-1:2019</b></p> <p>Power transformers –<br/>Part 22-1: Power transformer and reactor fittings –<br/>Protective devices<br/>(IEC 60076-22-1:2019);<br/>German version EN IEC 60076-22-1:2019</p> <p>Transformateurs de puissance –<br/>Partie 22-1: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance –<br/>Dispositifs de protection<br/>(IEC 60076-22-1:2019);<br/>Version allemande EN IEC 60076-22-1:2019</p> <p>Gesamtumfang 82 Seiten</p> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |

## **Anwendungsbeginn**

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2019-03-05 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2019-11-01.

## **Nationales Vorwort**

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60076-22-1 (VDE 0532-76-22-1):2017-04.*

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 321 „Transformatoren“ 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 14 „Power transformers“ erarbeitet.

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

- 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.

## 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**

| Europäisches Dokument | Internationales Dokument | Deutsches Dokument                     | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| –                     | IEC 60068-3-3:1991       | DIN IEC 60068-3-3:1993-09              | –                                      |
| EN 60076-1:2011       | IEC 60076-1:2011         | DIN EN 60076-1 (VDE 0532-76-1):2012-03 | VDE 0532-76-1                          |
| EN 60076-6            | IEC 60076-6              | DIN EN 60076-6 (VDE 0532-76-6)         | VDE 0532-76-6                          |
| –                     | IEC 60076-7              | DIN IEC 60076-7 (VDE 0532-76-7)        | VDE 0532-76-7                          |
| EN 60255-27           | IEC 60255-27             | DIN EN 60255-27 (VDE 0435-327)         | VDE 0435-327                           |
| EN 60296              | IEC 60296                | DIN EN 60296 (VDE 0370-1)              | VDE 0370-1                             |
| EN 60529              | IEC 60529                | DIN EN 60529 (VDE 0470-1)              | VDE 0470-1                             |
| EN 60721-3-4          | IEC 60721-3-4            | DIN EN 60721-3-4                       | –                                      |
| EN 60947-5-1          | IEC 60947-5-1            | DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200)        | VDE 0660-200                           |
| EN ISO 228-1          | ISO 228-1                | DIN EN ISO 228-1                       | –                                      |
| EN ISO 9001           | ISO 9001                 | DIN EN ISO 9001                        | –                                      |
| EN ISO 12944-6        | ISO 12944-6              | DIN EN ISO 12944-6                     | –                                      |

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

**DIN EN 60076-1 (VDE 0532-76-1):2012-03**, *Leistungstransformatoren – Teil 1: Allgemeines (IEC 60076-1:2011); Deutsche Fassung EN 60076-1:2011*

**DIN EN 60076-6 (VDE 0532-76-6)**, *Leistungstransformatoren – Teil 6: Drosselspulen*

**DIN EN 60255-27 (VDE 0435-327)**, *Messrelais und Schutzeinrichtungen – Teil 27: Anforderungen an die Produktsicherheit*

**DIN EN 60296 (VDE 0370-1)**, *Flüssigkeiten für elektrotechnische Anwendungen – Neue Isolieröle auf Mineralölbasis für Transformatoren und Schaltgeräte*

**DIN EN 60529 (VDE 0470-1)**, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

**DIN EN 60721-3-4**, *Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte – Hauptabschnitt 4: Ortsfester Einsatz, nicht wettergeschützt*

**DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200)**, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente – Elektromechanische Steuergeräte*

**DIN EN ISO 12944-6**, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen*

**DIN EN ISO 228-1**, *Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen – Teil 1: Maße, Toleranzen und Bezeichnung*

**DIN EN ISO 9001**, *Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen*

**DIN IEC 60068-3-3:1993-09**, *Umweltprüfungen; Seismische Prüfverfahren für Geräte; Leitfaden; Identisch mit IEC 60068-3-3:1991*

**DIN IEC 60076-7 (VDE 0532-76-7)**, *Leistungstransformatoren – Teil 7: Leitfaden für die Belastung von ölgefüllten Leistungstransformatoren*

Leistungstransformatoren –  
Teil 22-1: Anbauten für Leistungstransformatoren und Drosselspulen –  
Schutzeinrichtungen  
(IEC 60076-22-1:2019)

Power transformers –  
Part 22-1: Power transformer and reactor fittings –  
Protective devices  
(IEC 60076-22-1:2019)

Transformateurs de puissance –  
Partie 22-1: Accessoires pour transformateurs  
de puissance et bobines d'inductance –  
Dispositifs de protection  
(IEC 60076-22-1:2019)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2019-03-05 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, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

**CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel**

© 2019 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN IEC 60076-22-1:2019 D

## **Europäisches Vorwort**

Der Text des Dokuments 14/992/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 60076-22-1, erarbeitet vom IEC/TC 14 „Power transformers“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 60076-22-1:2019 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): 2019-12-05
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2022-03-05

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## **Anerkennungsnotiz**

Der Text der Internationalen Norm IEC 60076-22-1:2019 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 60076-6  | ANMERKUNG | Harmonisiert als <b>EN 60076-6</b> .  |
| IEC 60255-27 | ANMERKUNG | Harmonisiert als <b>EN 60255-27</b> . |
| ISO 9001     | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN ISO 9001.         |

## Anhang ZA (normativ)

### Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: [www.cenelec.eu](http://www.cenelec.eu).

| <u>Publikation</u> | <u>Jahr</u> | <u>Titel</u>                                                                                                                                                                                 | <u>EN/HD</u>   | <u>Jahr</u> |
|--------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|
| IEC 60068-3-3      | 1991        | Environmental testing – Part 3-3: Guidance – Seismic test methods for equipments                                                                                                             | EN 60068-3-3   | 1993        |
| IEC 60076-1        | 2011        | Power transformers – Part 1: General                                                                                                                                                         | EN 60076-1     | 2011        |
| IEC 60076-7        | –           | Power transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers                                                                                                               | –              | –           |
| IEC 60296          | –           | Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear                                                                                    | EN 60296       | –           |
| IEC 60529          | –           | Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)                                                                                                                                       | –              | –           |
| IEC 60721-3-4      | –           | Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 4: Stationary use at non-weatherprotected locations | EN 60721-3-4   | –           |
| IEC 60947-5-1      | –           | Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices                                                | EN 60947-5-1   | –           |
| ISO 228-1          | –           | Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads – Part 1: Dimensions, tolerances and designation                                                                        | EN ISO 228-1   | –           |
| ISO 12944-6        | –           | Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 6: Laboratory performance test methods                                                    | EN ISO 12944-6 | –           |

## **Inhalt**

**Seite**

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Europäisches Vorwort.....                                                                                                                 | 2  |
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen ..... | 3  |
| Einleitung .....                                                                                                                          | 8  |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                 | 9  |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                            | 9  |
| 3 Begriffe .....                                                                                                                          | 9  |
| 4 Übliche Betriebsbedingungen .....                                                                                                       | 11 |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                                                                     | 11 |
| 4.2 Schutzart .....                                                                                                                       | 11 |
| 4.3 Korrosionsschutz .....                                                                                                                | 11 |
| 4.4 Beständigkeit gegen die Umweltbedingungen .....                                                                                       | 12 |
| 4.5 Eigenschaften der Isolierflüssigkeit .....                                                                                            | 12 |
| 4.6 Schwingungsfestigkeit .....                                                                                                           | 12 |
| 4.7 Anforderungen an die Erdbebensicherheit.....                                                                                          | 12 |
| 5 Kennwerte der Schalter .....                                                                                                            | 12 |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                                                     | 12 |
| 5.2 Durchschlagfestigkeit (nach IEC 60255-27).....                                                                                        | 12 |
| 6 Allgemeine Anforderungen an Stück- und Typprüfungen .....                                                                               | 13 |
| 7 Schutzeinrichtungen .....                                                                                                               | 13 |
| 7.1 Gas- und flüssigkeitsaktiviertes Relais (Buchholz-Relais) .....                                                                       | 13 |
| 7.1.1 Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                                                                                           | 13 |
| 7.1.2 Mechanische Anforderungen .....                                                                                                     | 13 |
| 7.1.3 Anforderungen an das Betriebsverhalten.....                                                                                         | 17 |
| 7.1.4 Prüfungen .....                                                                                                                     | 18 |
| 7.2 Einrichtung zur Gas- und Flüssigkeitsprobenahme in Standhöhe .....                                                                    | 21 |
| 7.2.1 Weitere übliche Betriebsbedingungen – Betriebsdruck .....                                                                           | 21 |
| 7.2.2 Mechanische Anforderungen .....                                                                                                     | 21 |
| 7.2.3 Leistungsanforderungen – Sichtbarkeit.....                                                                                          | 22 |
| 7.2.4 Prüfungen .....                                                                                                                     | 22 |
| 7.3 Schutzrelais für hermetisch dichte, flüssigkeitsgefüllte Betriebsmittel .....                                                         | 23 |
| 7.3.1 Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                                                                                           | 23 |
| 7.3.2 Mechanische Anforderungen .....                                                                                                     | 23 |
| 7.3.3 Anforderungen an das Betriebsverhalten.....                                                                                         | 26 |
| 7.3.4 Prüfungen .....                                                                                                                     | 27 |
| 7.4 Füllstandsanzeiger mit direkt ablesbarer Messuhr.....                                                                                 | 29 |
| 7.4.1 Mechanische Anforderungen .....                                                                                                     | 29 |
| 7.4.2 Anforderungen an das Betriebsverhalten.....                                                                                         | 30 |

|        |                                                                                     |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.4.3  | Prüfungen.....                                                                      | 31 |
| 7.5    | Flüssigkeitsstromanzeiger.....                                                      | 32 |
| 7.5.1  | Mechanische Anforderungen .....                                                     | 32 |
| 7.5.2  | Anforderungen an das Betriebsverhalten .....                                        | 33 |
| 7.5.3  | Prüfungen.....                                                                      | 34 |
| 7.6    | Druckentlastungseinrichtungen.....                                                  | 36 |
| 7.6.1  | Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                                           | 36 |
| 7.6.2  | Mechanische Anforderungen .....                                                     | 36 |
| 7.6.3  | Anforderungen an das Betriebsverhalten .....                                        | 39 |
| 7.6.4  | Prüfungen.....                                                                      | 40 |
| 7.7    | Überdruckventile .....                                                              | 41 |
| 7.7.1  | Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                                           | 41 |
| 7.7.2  | Mechanische Anforderungen .....                                                     | 41 |
| 7.7.3  | Anforderungen an das Betriebsverhalten – Nennbetriebsdruck.....                     | 42 |
| 7.7.4  | Prüfungen.....                                                                      | 43 |
| 7.8    | Mechanische Flüssigkeitstemperaturanzeiger mit direkt ablesbarer Messuhr (OTI)..... | 43 |
| 7.8.1  | Mechanische Anforderungen .....                                                     | 43 |
| 7.8.2  | Anforderungen an das Betriebsverhalten .....                                        | 45 |
| 7.8.3  | Prüfungen.....                                                                      | 46 |
| 7.9    | Mechanische Wicklungstemperaturanzeiger mit direkt ablesbarer Messuhr .....         | 47 |
| 7.9.1  | Mechanische Anforderungen .....                                                     | 47 |
| 7.9.2  | Anforderungen an das Betriebsverhalten .....                                        | 49 |
| 7.9.3  | Prüfungen.....                                                                      | 50 |
| 7.10   | Absperrschieber .....                                                               | 52 |
| 7.10.1 | Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                                           | 52 |
| 7.10.2 | Mechanische Anforderungen .....                                                     | 52 |
| 7.10.3 | Funktionale Anforderungen.....                                                      | 53 |
| 7.10.4 | Anforderungen an das Betriebsverhalten .....                                        | 53 |
| 7.10.5 | Prüfungen.....                                                                      | 54 |
| 7.11   | Flüssigkeitsstromgesteuertes Relais für Stufenschalter .....                        | 56 |
| 7.11.1 | Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                                           | 56 |
| 7.11.2 | Mechanische Anforderungen .....                                                     | 56 |
| 7.11.3 | Anforderungen an das Betriebsverhalten .....                                        | 58 |
| 7.11.4 | Prüfungen.....                                                                      | 59 |
| 7.12   | Druckstoßrelais .....                                                               | 61 |
| 7.12.1 | Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                                           | 61 |
| 7.12.2 | Mechanische Anforderungen .....                                                     | 62 |
| 7.12.3 | Anforderungen an das Betriebsverhalten .....                                        | 63 |
| 7.12.4 | Prüfungen.....                                                                      | 64 |

|        |                                                                       |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 7.13   | Gaswarneinrichtung mit Messuhr .....                                  | 66 |
| 7.13.1 | Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                             | 66 |
| 7.13.2 | Mechanische Anforderungen .....                                       | 66 |
| 7.13.3 | Anforderungen an das Betriebsverhalten – Schalter .....               | 68 |
| 7.13.4 | Prüfungen .....                                                       | 69 |
| 7.14   | Gaswarneinrichtung für dichte Kammern .....                           | 70 |
| 7.14.1 | Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                             | 70 |
| 7.14.2 | Mechanische Anforderungen .....                                       | 71 |
| 7.14.3 | Anforderungen an das Betriebsverhalten.....                           | 72 |
| 7.14.4 | Prüfungen .....                                                       | 73 |
| 7.15   | Leckagedetektor für Isolierflüssigkeit in Wasser-Wärmetauschern ..... | 75 |
| 7.15.1 | Weitere übliche Betriebsbedingungen .....                             | 75 |
| 7.15.2 | Mechanische Anforderungen .....                                       | 75 |
| 7.15.3 | Anforderungen an das Betriebsverhalten.....                           | 76 |
| 7.15.4 | Prüfungen .....                                                       | 77 |
|        | Literaturhinweise.....                                                | 78 |

## **Bilder**

|         |                                                                                                                                            |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1  | – DN 25 bis DN 100 mit runden Flaschen .....                                                                                               | 15 |
| Bild 2  | – DN 25 mit Gewindeanschlüssen .....                                                                                                       | 16 |
| Bild 3  | – Gas- und flüssigkeitsaktiviertes Relais (Buchholz-Relais) mit rechteckigen Flanschen für<br>einen Nenndurchmesser von 80 mm (DN 80)..... | 17 |
| Bild 4  | – Aufriss und Einzelheiten zur Montage: Gesamtansicht.....                                                                                 | 25 |
| Bild 5  | – Einzelheiten zur Befestigung und Anordnung des Klemmenkastens.....                                                                       | 26 |
| Bild 6  | – Flanschbild .....                                                                                                                        | 38 |
| Bild 7  | – Größte Gesamtmaße .....                                                                                                                  | 39 |
| Bild 8  | – Montagefläche und allgemeine Gesamtmaße.....                                                                                             | 42 |
| Bild 9  | – Allgemeine Gesamtmaße .....                                                                                                              | 58 |
| Bild 10 | – Gesamtmaße .....                                                                                                                         | 63 |
| Bild 11 | – Kurven für die Ansprechzeit des Druckstoßrelais .....                                                                                    | 64 |
| Bild 12 | – Gesamtmaße .....                                                                                                                         | 68 |
| Bild 13 | – Aufstellung .....                                                                                                                        | 71 |
| Bild 14 | – Befestigungsmaße .....                                                                                                                   | 72 |

## **Tabellen**

|           |                                                            |    |
|-----------|------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 | – Durchschlagfestigkeit von Schaltern – Netzfrequenz ..... | 13 |
| Tabelle 2 | – Durchschlagfestigkeit von Schaltern – Impuls .....       | 13 |
| Tabelle 3 | – Vorzugsmaße für das Relaisgehäuse in mm.....             | 15 |
| Tabelle 4 | – Flanschmaße in mm .....                                  | 15 |
| Tabelle 5 | – Alternative Maße des Relais in mm .....                  | 16 |
| Tabelle 6 | – Alternative Flanschmaße des Relais in mm .....           | 16 |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 7 – Schaltvermögen – Buchholz-Relais.....                         | 17 |
| Tabelle 8 – Stetiger Flüssigkeitsstrom, auf den das Relais anspricht..... | 18 |
| Tabelle 9 – Identifizierung von Relais .....                              | 24 |
| Tabelle 10 – Schaltvermögen – Schutzrelais .....                          | 27 |
| Tabelle 11 – Schaltvermögen – OLI.....                                    | 30 |
| Tabelle 12 – Schaltvermögen – OFI.....                                    | 34 |
| Tabelle 13 – Maße der Verbindungsfläche nach Bild 6 .....                 | 37 |
| Tabelle 14 – Gesamtmaße nach Bild 7 .....                                 | 38 |
| Tabelle 15 – Schaltvermögen – PRD .....                                   | 40 |
| Tabelle 16 – Verbindungsflächen- und Gesamtmaße nach Bild 8.....          | 42 |
| Tabelle 17 – Schaltvermögen – OTI.....                                    | 45 |
| Tabelle 18 – Schaltvermögen – WTI .....                                   | 49 |
| Tabelle 19 – Schaltvermögen – Absperrschieber .....                       | 54 |
| Tabelle 20 – Vorzugsmaße für das Relaisgehäuse in mm .....                | 57 |
| Tabelle 21 – Flanschmaße in mm .....                                      | 58 |
| Tabelle 22 – Schaltvermögen – Relais mit einem Flüssigkeitsstrom .....    | 59 |
| Tabelle 23 – Schaltvermögen – Druckstoßrelais .....                       | 63 |
| Tabelle 24 – Schaltvermögen – Gaswarneinrichtung mit Messuhr.....         | 68 |
| Tabelle 25 – Schaltvermögen – Gaswarneinrichtung .....                    | 73 |
| Tabelle 26 – Schaltvermögen – Leckagedetektor .....                       | 76 |

## **Einleitung**

Dieser Teil 22-1 der Normenreihe IEC 60076 behandelt alle Zubehörteile, die für die Sicherheit von Transformatoren oder von Drosselspulen maßgeblich sind und eine Funktion zur Signalisierung nicht bestimmungsgemäßer Betriebsbedingungen aufweisen, und er umreißt für die einzelnen Zubehörteile die spezifischen geltenden Betriebsanforderungen.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60076-22 gilt für Schutzeinrichtungen, die auf flüssigkeitsgefüllte Leistungstransformatoren nach IEC 60076-1 und Drosselspulen nach IEC 60076-6 mit oder ohne Ausdehnungsgefäß für die Innenraum- oder Freiluftinstallation montiert werden. Er umreißt die üblichen Betriebsbedingungen und die allgemeinen mechanischen und elektrischen Anforderungen für alle Einrichtungen, die für die Sicherheit der Maschine maßgeblich sind und eine Funktion zur Signalisierung nicht bestimmungsgemäßer Betriebsbedingungen aufweisen.

Er umreißt außerdem sowohl die spezifischen Betriebsanforderungen jeder Einrichtung als auch, in einigen Fällen, die für die Austauschbarkeit maßgeblichen Vorzugsmaße sowie die durchzuführenden Typ- und Stückprüfungen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60068-3-3:1991, *Environmental testing – Part 3-3: Guidance – Seismic test methods for equipments*

IEC 60076-1:2011, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-7, *Power transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers*

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

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

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

IEC 60947-5-1, *Low-voltage switchgear and control gear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

ISO 228-1, *Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads – Part 1: Dimensions, tolerances and designation*

ISO 12944-6, *Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 6: Laboratory performance test methods*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

### **3.1**

#### **gas- und flüssigkeitsaktiviertes Relais**

Buchholz-Relais

Einrichtung, die dazu vorgesehen ist, Gasfreisetzungen aus der zu schützenden Einheit, aus dem Kessel in das Ausdehnungsgefäß eindringende Flüssigkeit und den vollständigen Verlust von Flüssigkeit im Ausdehnungsgefäß zu melden

### **3.2**

#### **Einrichtung zur Gas- und Flüssigkeitsprobenahme in Standhöhe**

Einrichtung, die die Probenahme von Gasen und Flüssigkeiten aus dem Buchholz-Relais vom Boden aus ermöglicht

### **3.3**

#### **Schutzrelais für hermetisch dichte, flüssigkeitsgefüllte Betriebsmittel**

Mehrzweck-Schutzeinrichtung für hermetisch dichte, flüssigkeitsgefüllte Betriebsmittel ohne Gaspolster

### **3.4**

#### **Füllstandsanzeiger mit direkt ablesbarer Messuhr**

Ölstandsanzeiger

OLI

(en: oil level indicator)

Einrichtung, die den Flüssigkeitsstand im Hauptausdehnungsgefäß oder in einer gesonderten Kammer anzeigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

### **3.5**

#### **Flüssigkeitsstromanzeiger**

Öldurchflussanzeiger

OFI

(en: oil flow indicator)

Einrichtung, die den Flüssigkeitsstrom in einem Zwangskühlsystem erkennt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

### **3.6**

#### **Druckentlastungseinrichtung**

PRD

(en: pressure relief device)

Einrichtung, die den im Inneren von mittelgroßen und großen Leistungstransformatoren herrschenden Überdruck über ein voreingestelltes Ventil ablässt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

### **3.7**

#### **Überdruckventil**

PRV

(en: pressure relief valve)

Einrichtung, die den im Inneren von kleinen Leistungstransformatoren herrschenden Überdruck über ein voreingestelltes Ventil ablässt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

### **3.8**

#### **mechanischer Flüssigkeitstemperaturanzeiger mit direkt ablesbarer Messuhr**

Öltemperaturanzeiger

OTI

(en: oil temperature indicator)

Einrichtung, die die Temperatur der Transformatorflüssigkeit misst und anzeigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

### 3.9

#### **mechanischer Wicklungstemperaturanzeiger mit direkt ablesbarer Messuhr**

Wicklungstemperaturanzeiger

WTI

(en: winding temperature indicator)

Einrichtung, die die geschätzte Temperatur einer Transformatorwicklung anzeigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

### 3.10

#### **Absperrschieber**

Einrichtung, die den Flüssigkeitsstrom aus dem Ausdehnungsgefäß in den Kessel im Falle eines beständigen Flüssigkeitsverlustes aus dem Kessel stoppt

### 3.11

#### **flüssigkeitsstromgesteuertes Relais für Stufenschalter**

Einrichtung, die im Rohr zwischen der Oberseite des Lastumschalters oder des Lastwählers eines Stufenschalters und dem Flüssigkeitsausdehnungsgefäß eingebaut ist, um auf einen zuvor eingestellten Flüssigkeitsstrom anzusprechen und die Aktivierung des Transformators zu ermöglichen

### 3.12

#### **Druckstoßrelais**

mechanische Einrichtung zur Erkennung von plötzlichen Druckanstiegsereignissen

### 3.13

#### **Gaswarneinrichtung mit Messuhr**

Einrichtung zur Anzeige von Gasansammlungen in einem dichten flüssigkeitsgefüllten Transformator

### 3.14

#### **Gaswarneinrichtung für dichte Kammern**

Einrichtung, die die Anwesenheit von Gas in einer dichten flüssigkeitsgefüllten Kammer meldet

### 3.15

#### **Leckagedetektor für Isolierflüssigkeit in Wasser-Wärmetauschern**

Einrichtung zum Erkennen einer Leckage von Wasser oder Isolierflüssigkeit in einem Doppelrohrwärmetauscher

## 4 Übliche Betriebsbedingungen

### 4.1 Allgemeines

Die in IEC 60076-1:2011, 4.2, festgelegten üblichen Betriebsbedingungen bilden den Normalbetrieb der im vorliegenden Dokument festgelegten Einrichtungen und Betriebsmittel ab.

Für alle ungewöhnlichen Betriebsbedingungen, die spezielle Überlegungen in der Auslegung der Einrichtungen und Betriebsmittel erfordern, siehe IEC 60076-1:2011, 5.5. Festlegungen für den Betrieb der Einrichtung unter derartigen ungewöhnlichen Betriebsbedingungen müssen zwischen dem Abnehmer und dem Hersteller vereinbart werden.

### 4.2 Schutzart

Sofern der Abnehmer nichts anderes festgelegt hat, muss der Anschluss- oder Klemmenkasten für Freiluftinstallationen mindestens der in IEC 60529 festgelegten Schutzart IP 54 entsprechen.

### 4.3 Korrosionsschutz

Die zum Bau der Einrichtungen und Betriebsmittel oder für deren Oberflächenbehandlung verwendeten Werkstoffe müssen gegen die Isolierflüssigkeit beständig sein und den Umweltbedingungen standhalten

können. Sofern nichts anderes festgelegt ist, muss die Festigkeit mindestens einer mittleren Schutzdauer der Kategorie C4 entsprechen (siehe ISO 12944-6).

#### **4.4 Beständigkeit gegen die Umweltbedingungen**

Die zum Bau der Einrichtungen und Betriebsmittel verwendeten Werkstoffe müssen beständig gegen UV-Strahlung sein; Fenster und Schaugläser dürfen während der Lebensdauer des Zubehörteils nicht undurchsichtig werden.

#### **4.5 Eigenschaften der Isolierflüssigkeit**

In diesem Unterabschnitt werden nur solche Zubehörteile behandelt, die mit der Isolierflüssigkeit in Kontakt kommen.

Sofern nichts anderes festgelegt ist, handelt es sich bei der Isolierflüssigkeit um ein Mineralöl nach **IEC 60296** und die Betriebstemperatur muss den Festlegungen von **IEC 60076-7** entsprechen.

Falls es sich bei der Isolierflüssigkeit nicht um ein Mineralöl handelt, müssen die Viskositätsschwankung und die Betriebstemperatur vom Abnehmer angegeben werden. Das Betriebsverhalten der Einrichtungen hängt von den Eigenschaften der Flüssigkeit ab und sollte bei Bedarf angepasst werden.

**ANMERKUNG** In **IEC 60296** ist eine maximale Viskosität von 12 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C und von 1 800 mm<sup>2</sup>/s bei –30 °C festgelegt; in **IEC 60076-7** ist eine Flüssigkeitstemperatur von höchstens 105 °C für die normale zyklische Belastung und von höchstens 115 °C für den Notbetrieb angegeben.

#### **4.6 Schwingungsfestigkeit**

Die Zubehörteile müssen dem Folgenden standhalten:

- einer nicht-stationären Schwingung mit einem Spektrum vom Typ 1 nach IEC 60721-3-4, die einen vertikalen Schock von 100 m/s<sup>2</sup> verursacht;
- einer stationären sinusförmigen Schwingung der Klasse 4M4 nach IEC 60721-3-4. Auf Vereinbarung zwischen Abnehmer und Lieferant darf auch die Klasse 4M6 festgelegt werden.

#### **4.7 Anforderungen an die Erdbebensicherheit**

Falls das Zubehörteil für die Erfüllung von Anforderungen an die Erdbebensicherheit ausgelegt ist, ohne dass bestimmte Beschleunigungswerte angegeben sind, muss der Leistungsgrad in Übereinstimmung mit IEC 60068-3-3 wie folgt ausgewählt werden:

- Klassifizierung: Kriterium 0 (siehe IEC 60068-3-3:1991, 4.3);
- Leistungsgrad II (siehe IEC 60068-3-3:1991, 7.1, eine Startfrequenz von 2 Hz gilt als annehmbar).

### **5 Kennwerte der Schalter**

#### **5.1 Allgemeines**

In diesem Abschnitt werden die für das Betriebsverhalten der in diesen Zubehörteilen verwendeten Schalter erwarteten Mindestkennwerte in Übereinstimmung mit **IEC 60947-5-1** festgelegt. Quecksilberhaltige Schalter sind unzulässig.

#### **5.2 Durchschlagfestigkeit (nach **IEC 60255-27**)**

Die Mindestdurchschlagfestigkeit ist in [Tabelle 1](#) und [Tabelle 2](#) angegeben.

**Tabelle 1 – Durchschlagfestigkeit von Schaltern – Netzfrequenz**

|                                        | <b>Kurzzeitige Netzfrequenz-Stehspannung</b><br>1 min kV (Effektivwert) |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Zwischen den Stromkreisen und Erde     | 2                                                                       |
| Zwischen Kontakten in offener Stellung | 1                                                                       |

**Tabelle 2 – Durchschlagfestigkeit von Schaltern – Impuls**

|                                        | <b>Blitzstoß-Stehspannung</b><br>kV (Spitze) |
|----------------------------------------|----------------------------------------------|
| Zwischen den Stromkreisen und Erde     | 4                                            |
| Zwischen Kontakten in offener Stellung | 3                                            |

## 6 Allgemeine Anforderungen an Stück- und Typprüfungen

Sofern nichts anderes festgelegt ist, müssen die Prüfungen bei einer Umgebungstemperatur zwischen 10 °C und 40 °C durchgeführt werden.

Alle für die Prüfungen eingesetzten Messgeräte müssen eine rückverfolgbare Fehlergrenze haben und regelmäßig nach den in einem System wie ISO 9001 angegebenen Regeln kalibriert werden.

## 7 Schutzeinrichtungen

### 7.1 Gas- und flüssigkeitsaktiviertes Relais (Buchholz-Relais)

#### 7.1.1 Weitere übliche Betriebsbedingungen

##### 7.1.1.1 Maximale Neigung

Das Relais ist für eine horizontale Betriebslage vorgesehen; in der Richtung zum Ausdehnungsgefäß ist eine positive Neigung von bis zu 5° zur Waagerechten zulässig. Zur Senkrechten ist eine Neigung von beidseitig höchstens 5° zulässig.

Andere Werte dürfen zwischen Abnehmer und Lieferant vereinbart werden.

##### 7.1.1.2 Betriebsdruck

Das Relais muss für einen dauernden inneren Überdruck von 50 kPa über dem Umgebungsdruck ausgelegt sein.

##### 7.1.1.3 Magnetfeldempfindlichkeit von Relaisschaltern

Das Relais muss ohne unbeabsichtigtes Schalten einem magnetischen Gleichfeld von bis zu 25 mT in beliebiger Richtung und von beliebiger Polarität standhalten.

### 7.1.2 Mechanische Anforderungen

#### 7.1.2.1 Typenschild

Auf dem Typenschild müssen die folgenden Informationen angegeben sein:

- Name oder Logo des Lieferanten;

- Land und Ort der Herstellung;
- Nummer dieser Norm;
- Kennung des Herstellers der Einrichtung;
- Seriennummer des Herstellers;
- Anschlussplan (wenn nicht Bestandteil des Typenschildes, dann muss er im Klemmenkasten untergebracht sein);
- Erdbebenfestigkeitsklasse, sofern zutreffend.

Anhand der Kennung des Geräteherstellers müssen sich die Kennwerte der Einrichtung aus dem vom Lieferanten bereitgestellten Montage-, Betriebs- und Wartungshandbuch entnehmen lassen.

#### **7.1.2.2 Klemmenkasten**

Für den Anschluss der Schalter der Einrichtung muss ein Klemmenkasten vorgesehen sein, der auch eine Schutzleiter- oder Erdungsklemme enthalten muss. Die Anzahl und die Kennzeichnung der Klemmen müssen dem Schaltplan entsprechen.

Die Klemmen müssen für die Aufnahme von Kabeln mit einem Querschnitt im Bereich von 1,5 mm<sup>2</sup> bis 4 mm<sup>2</sup> ausgelegt sein.

Es müssen mindestens zwei Gewindebohrungen der Größe M25 × 1,5 für Kabel- und Leitungseinführungen vorgesehen sein, von denen die eine mit einem witterungsbeständigen Stopfen verschlossen und die andere für Transport und Lagerung geschützt sein muss. Lieferant und Abnehmer dürfen andere Gewindemaße miteinander vereinbaren.

Kabel- und Leitungseinführungen werden auf Verlangen geliefert.

#### **7.1.2.3 Prüfeinrichtung**

Das Relais muss mit einer Einrichtung für die funktionelle Überprüfung des Betriebs und der Abfolge der Schalter ausgerüstet sein. Die mechanische Prüfeinrichtung muss zwischen Warnkontakt und Abschaltkontakt unterscheiden.

#### **7.1.2.4 Einrichtung für die Gas- und Flüssigkeitsprobenahme**

Das Relais muss mit einem Entlüftungshahn zum Ablassen von Gas und für die Gasprobenahme ausgerüstet sein.

Es muss eine Einrichtung für den Anschluss der Einrichtung zur Gas- und Flüssigkeitsprobenahme in Standhöhe vorgesehen sein.

#### **7.1.2.5 Ablassvorrichtung**

Es muss eine Ablassvorrichtung vorgesehen sein.

Falls erforderlich, muss eine Einrichtung zur Entwässerung in Standhöhe vorgesehen sein.

#### **7.1.2.6 Sichtfenster**

Das Relais muss mit mindestens zwei skalierten Sichtfenstern für die Sichtprüfung auf Anwesenheit von Gas an beiden Seiten ausgerüstet sein. Auf Verlangen werden die Fenster mit Schutzabdeckungen versehen.

#### **7.1.2.7 Aufstellung**

Ein Pfeil auf dem Relais muss die Richtung der Flüssigkeitsströmung zum Ausdehnungsgefäß anzeigen.

### 7.1.2.8 Allgemeine Gesamtmaße

Tabelle 3 und Tabelle 4 sind in Verbindung mit Bild 1 und Bild 2 zu lesen.

**Tabelle 3 – Vorzugsmaße für das Relaisgehäuse in mm**

| Nenndurchmesser DN | A max. | B max. | C max. | D <sup>a</sup> min. | L        |          | E <sup>b</sup> |
|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|----------|----------|----------------|
|                    |        |        |        |                     | Typ kurz | Typ lang |                |
| 25 <sup>c</sup>    | 205    | 75     | 275    | 300                 | 200      | 240      | 190            |
| 50                 | 205    | 90     | 275    | 300                 | 195      | 240      | 220            |
| 80                 | 220    | 100    | 275    | 400                 | 195      | 240      | 220            |
| 100                | 220    | 110    | 275    | 400                 | 220      | –        | –              |

<sup>a</sup> Für den Ausbau der Mechanik aus dem Relaisgehäuse mindestens erforderlicher Freiraum.  
<sup>b</sup> Für die Montage und den Zugang zum Relais mindestens erforderlicher Freiraum.  
<sup>c</sup> Für einen Nenndurchmesser (DN) 25 mm sind Gewindeanschlüsse von G1 1/2 A (ISO 228-1) mit L = 185 mm zulässig (siehe Bild 2).

**Tabelle 4 – Flanschmaße in mm**

| Nenndurchmesser DN | d1  | d2  | d3  | d4 | Anzahl der Bolzenlöcher |          | d5 max. |
|--------------------|-----|-----|-----|----|-------------------------|----------|---------|
|                    |     |     |     |    | Typ kurz                | Typ lang |         |
| 25                 | 25  | 115 | 85  | 14 | 4                       | 4        | 16      |
| 50                 | 50  | 165 | 125 | 18 | 4                       | 4        | 18      |
| 80                 | 80  | 200 | 160 | 18 | 8                       | 4        | 18      |
| 100                | 100 | 220 | 180 | 18 | 8                       | –        | 18      |

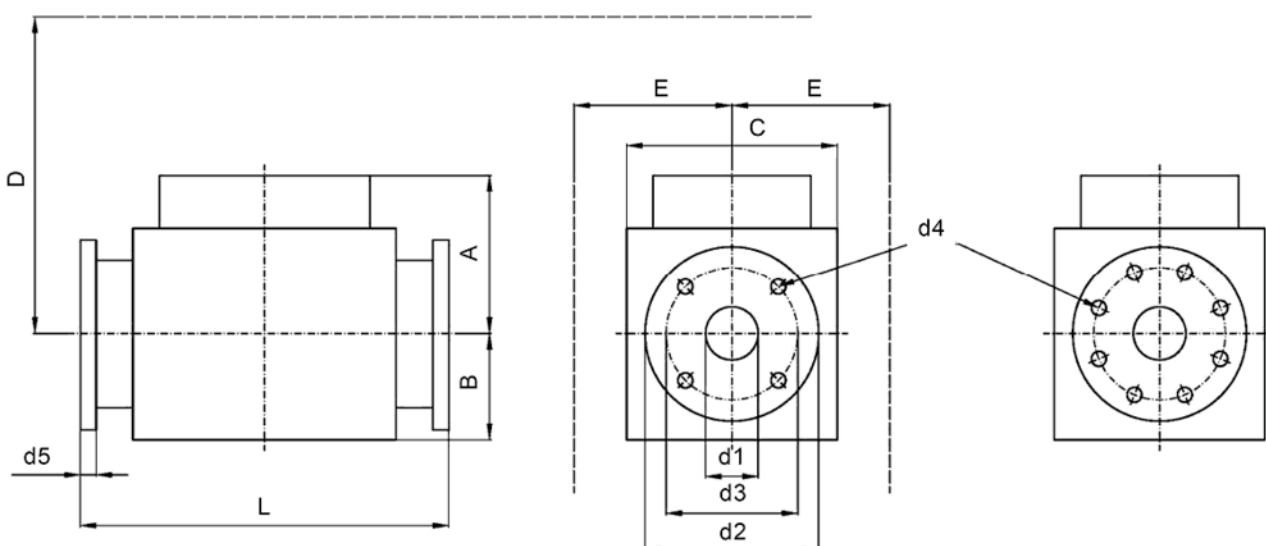


**Bild 1 – DN 25 bis DN 100 mit runden Flaschen**

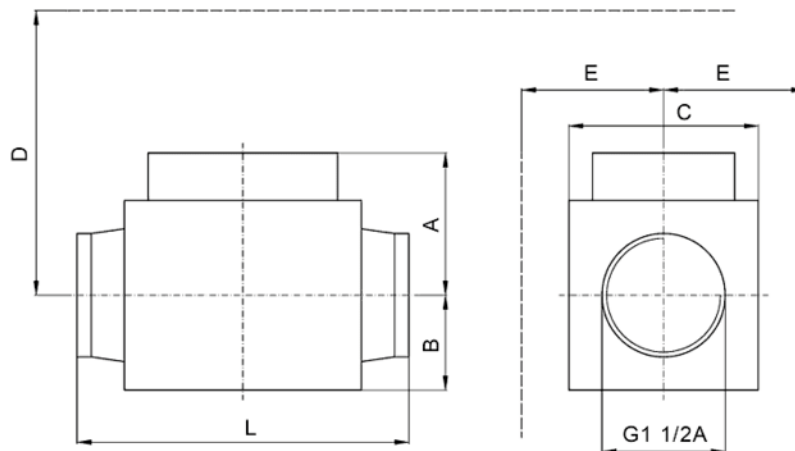


Bild 2 – DN 25 mit Gewindeanschlüssen

#### 7.1.2.9 Alternative Gesamtmaße

In manchen Ländern dürfen zwischen Abnehmer und Lieferant alternative Maße nach den Angaben in Tabelle 5 und Tabelle 6 vereinbart werden.

Die Maße beziehen sich auf Bild 1 oder auf Bild 3 für das Relais mit rechteckigen Flanschen.

Tabelle 5 – Alternative Maße des Relais in mm

| Nenndurchmesser<br>DN | A<br>max. | B<br>max. | C<br>max. | D1 <sup>a</sup><br>min. | L   | E <sup>b</sup> |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|-----|----------------|
| 25                    | 180       | 140       | 320       | 200                     | 127 | 315            |
| 50                    | 170       | 150       | 320       | 200                     | 184 | 315            |
| 80                    | 170       | 150       | 320       | 200                     | 184 | 315            |

<sup>a</sup> Für den Zugang zu Entlüftungshähnen mindestens erforderlicher Freiraum.  
<sup>b</sup> Für die Montage und den Zugang zum Relais mindestens erforderlicher Freiraum.

Tabelle 6 – Alternative Flanschmaße des Relais in mm

| Nenndurchmesser<br>DN | d1   | d2  | d3  | d4   | Anzahl der Bolzenlöcher | d5<br>max.   |
|-----------------------|------|-----|-----|------|-------------------------|--------------|
| 25                    | 25,4 | 76  | 72  | M10  | 4                       | keine Angabe |
| 50                    | 50,8 | 139 | 110 | 11,1 | 6                       | 14           |
| 80                    | 76,2 | 160 | 130 | 11,1 | 6                       | 14           |

Maße für Buchholz-Relais DN 80 mit rechteckigen Flanschen sind in Bild 3 angegeben.

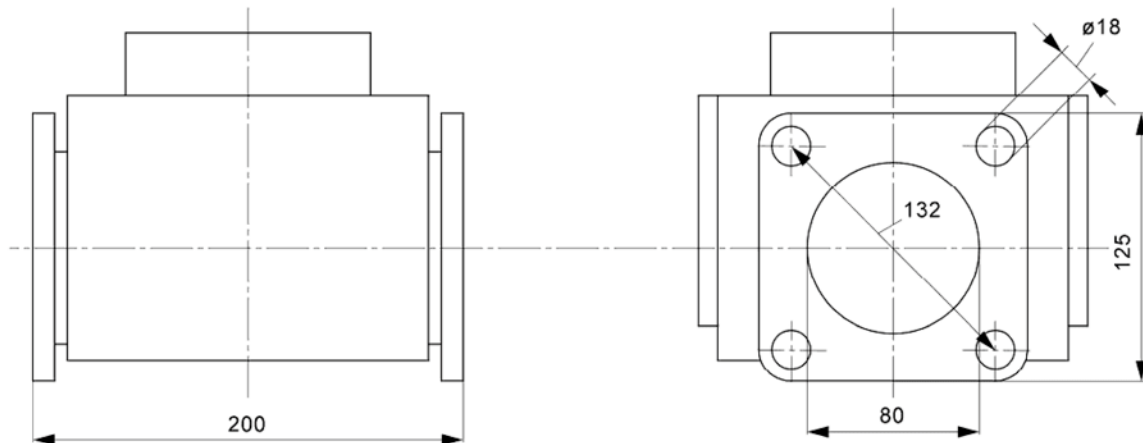


**Bild 3 – Gas- und flüssigkeitsaktiviertes Relais (Buchholz-Relais) mit rechteckigen Flanschen für einen Nenndurchmesser von 80 mm (DN 80)**

### 7.1.3 Anforderungen an das Betriebsverhalten

#### 7.1.3.1 Schaltertyp

Schalter müssen potentialfrei sein. Sofern nichts anderes festgelegt ist, müssen die Schalter im Normalbetrieb offen („Schließer“) sein (wobei „normal“ bedeutet, dass das Relais mit Öl gefüllt ist und an keiner Stelle des von ihm geschützten Betriebsmittels ein Fehler vorliegt). Auf Verlangen können auch Schalter vom Typ „Öffner“ oder „Umschalter“ verwendet werden.

#### 7.1.3.2 Betriebsverhalten der Schalter

Schließer müssen mindestens für einen Strom von 2 A (Effektivwert), Umschalter mindestens für einen Strom von 1 A (Effektivwert) und beide für einen Kurzzeitstrom von 10 A (Effektivwert) für 30 ms bemessen sein.

Das Schaltvermögen muss den in Tabelle 7 angegebenen Anforderungen entsprechen. Üblicherweise werden magnetisch betätigte Reed-Schalter eingesetzt.

**Tabelle 7 – Schaltvermögen – Buchholz-Relais**

| Spannung                                           | Schließer         |                     |                   |                     | Umschalter        |                     |                   |                     |
|----------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|                                                    | Einschaltvermögen |                     | Ausschaltvermögen |                     | Einschaltvermögen |                     | Ausschaltvermögen |                     |
| 24 V Gleichspannung<br>bis<br>220 V Gleichspannung | 250 W             | L/R < 40 ms         | 30 W              | L/R < 40 ms         | 130 W             | L/R < 40 ms         | 30 W              | L/R < 40 ms         |
| 230 V<br>Wechselspannung                           | 400 VA            | cos $\varphi$ > 0,5 | 40 VA             | cos $\varphi$ > 0,5 | 250 VA            | cos $\varphi$ > 0,5 | 40 VA             | cos $\varphi$ > 0,5 |

Andere Werte dürfen zwischen Abnehmer und Lieferant vereinbart werden.

Der Schalter muss für eine Lebensdauer von mindestens 1 000 Schaltspielen ausgelegt sein.

Der Schalter muss auch in der Lage sein, für jeden in Tabelle 7 festgelegten Spannungswert bis runter zu einem niedrigsten Strom von 50 mA zu schalten.

#### 7.1.3.3 Schaltereinrichtung

Die Einrichtung muss mit mindestens einem Schalter für die Anzeige von Gasansammlungen und einem Schalter für die Anzeige eines Flüssigkeitsschwall oder eines Flüssigkeitsverlustes ausgerüstet sein.

Der Schalter zur Anzeige von Gasansammlungen muss bei einem Gasansammlungsvolumen im Bereich von  $100 \text{ cm}^3$  und  $400 \text{ cm}^3$  ansprechen. Der Schalter zur Anzeige von Gasansammlungen muss ansprechen, bevor Gas in die zum Ausdehnungsgefäß führenden Rohrleitungen dringt.

Der Hersteller muss für jeden Typ eines Buchholz-Relais den Bereich der Gasansammlung angeben, in dem der Schalter zur Anzeige von Gasansammlungen anspricht.

Der Schalter für die Anzeige von Gasansammlungen spricht auch auf Flüssigkeitsleckagen an, aufgrund deren Luft in die Relaiskammer eindringt.

Der Schalter für die Anzeige eines Flüssigkeitsschwallts muss bei einem stetigen Flüssigkeitsstrom nach den Angaben von Tabelle 8 ansprechen.

Dieser Betriebsvorgang darf nicht behindert werden, wenn der Warnschalter bereits geschlossen ist und Gas ungehindert austritt.

Der Schalter für die Anzeige eines Flüssigkeitsverlustes muss ansprechen, bevor das Rohr vollständig entleert ist.

Üblicherweise handelt es sich bei den Schaltern für die Anzeige eines Flüssigkeitsschwallts und die Anzeige eines Flüssigkeitsverlustes um ein und dieselbe Einrichtung, sofern Abnehmer und Hersteller keine andere Ausstattung miteinander vereinbart haben.

Auf spezielle Anforderung kann der Schalter zur Anzeige eines Flüssigkeitsschwallts mit einer Mechanik ausgerüstet werden, die ihn nach einem Ansprechen auf einen Flüssigkeitsstrom bis zur manuellen Rückstellung in seiner Position hält.

**Tabelle 8 – Stetiger Flüssigkeitsstrom, auf den das Relais anspricht**

| <b>Innendurchmesser des<br/>Flüssigkeitsleitungsanschlusses</b><br>mm | <b>Stetiger Flüssigkeitsstrom, auf den das<br/>Relais anspricht</b><br>m/s | <b>Toleranz</b><br>% |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 25                                                                    | 1                                                                          | ± 15                 |
| 50                                                                    | 1                                                                          | ± 15                 |
| 80                                                                    | 1 oder 1,5 oder 2                                                          | ± 15                 |
| 100                                                                   | 1,5 oder 2                                                                 | ± 15                 |

Andere Werte dürfen zwischen Abnehmer und Lieferant vereinbart werden.

Im Falle eines Flüssigkeitsstroms vom Ausdehnungsgefäß zum Kessel dürfen die Schalter nicht ansprechen.

#### **7.1.4 Prüfungen**

##### **7.1.4.1 Liste der Prüfungen**

###### **7.1.4.1.1 Stückprüfungen**

Die folgende Liste von Prüfungen legt keine bestimmte Reihenfolge fest:

- Prüfung auf Flüssigkeitsleckage (7.1.4.2.1);
- Isolationsprüfung (7.1.4.2.2);
- Funktionsprüfung (7.1.4.2.3).

#### 7.1.4.1.2 Typprüfungen

Die folgende Liste von Prüfungen legt keine bestimmte Reihenfolge fest:

- Prüfung der Kalibrierung der Gassammelwaage (7.1.4.3.1);
- Vakuumfestigkeitsprüfung (7.1.4.3.2);
- Druckfestigkeitsprüfung (7.1.4.3.3);
- Strömungsumkehrprüfung (7.1.4.3.4);
- Magnetfeldprüfung (7.1.4.3.5);
- Prüfung der Schwingungsfestigkeit (7.1.4.3.6).

#### 7.1.4.1.3 Sonderprüfungen

- Erdbebensicherheitsprüfung (7.1.4.4).

#### 7.1.4.2 Stückprüfungen

##### 7.1.4.2.1 Prüfung auf Flüssigkeitsleckage

Der Hersteller muss eine Prüfung durchführen, um nachzuweisen, dass die Einrichtung im Betrieb keine Leckage aufweist. Die Beschreibung des Prüfverfahrens muss dem Kunden auf Verlangen zur Verfügung gestellt werden.

Die Zuverlässigkeit der vom Hersteller durchgeführten Prüfung muss mindestens gleich der einer Prüfung sein, die darin besteht, dass Luft mit einem Druck von  $2,5 \times 10^5$  Pa in die Einrichtung gepumpt und diese für eine Dauer von mindestens 5 min bei Umgebungstemperatur in einem Wasserbehälter untergetaucht wird, um zu beobachten, ob Luftblasen entweichen, oder gleich einer Helium-Leckage-Prüfung mit einer Leckage-Rate unter  $4 \times 10^{-6}$  Pa m<sup>3</sup>/s.

##### 7.1.4.2.2 Isolationsprüfung

Der Hersteller muss zwischen allen verbundenen Stromkreisen und Erde eine kurzzeitige (60 s dauernde) Stehspannungsprüfung bei Netzfrequenz durchführen.

Die Prüfspannung ist in [Tabelle 1](#) angegeben.

##### 7.1.4.2.3 Funktionsprüfung

Anforderungswerte sind in [7.1.3.3](#) angegeben.

Die Funktionalität und die Einstellung der Schalter müssen durch Ablassen der Flüssigkeit aus dem Relais überprüft werden; die Betriebswerte der Schalter müssen innerhalb der Toleranz liegen.

Der für den Betrieb des Abschaltkontaktschalters des Relais mindestens erforderliche stetige Flüssigkeitsstrom muss ebenfalls geprüft werden.

Die Schalter müssen auch mit Hilfe des mechanischen Prüfgeräts geprüft werden.

Diese Prüfung muss unter den folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

- Flüssigkeitstemperatur im Bereich von: +10 °C bis +40 °C;
- mit Hilfe eines Prüfaufbaus, der auf Sicherstellung eines stetigen Flüssigkeitsstroms ausgelegt ist; dies lässt sich z. B. wie folgt erreichen:
  - Länge des Verbindungsrohrs auf der Seite des Kessels: das Zehnfache des Innendurchmessers;

- Länge des Verbindungsrohrs auf der Seite des Ausdehnungsgefäßes: das Dreifache des Innendurchmessers;
- Neigung der Strömungsachse des Relais: höchstens 5°.

Die Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstroms muss mit einer konstanten Beschleunigung von  $(0,2 \pm 0,1) \text{ m/s}^2$  bis zum Ansprechen der Schalter zunehmen. Die Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstroms muss zu diesem Zeitpunkt die Anforderung erfüllen. Es ist zulässig, mit der Beschleunigung bei einem Versatzwert zu beginnen.

#### **7.1.4.3 Typprüfungen**

##### **7.1.4.3.1 Prüfung der Kalibrierung der Gassammelwaage**

Mit Hilfe dieser Prüfung muss nachgewiesen werden, dass das Gasvolumen, das sich im Buchholz-Relais angesammelt hat, dem an der Waage angezeigten Volumen entspricht. Die zulässige Toleranz beträgt  $\pm 10 \%$ .

##### **7.1.4.3.2 Vakuumfestigkeitsprüfung**

Die Prüfung muss am vollständigen Relais, aus dem die Flüssigkeit abgelassen wurde, über eine Dauer von 24 h bei einem absoluten Druck von 2,5 kPa durchgeführt werden.

Nach Beendigung der Prüfung muss das Relais einer Sichtprüfung unterzogen werden, um sicherzustellen, dass keine Beschädigungen aufgetreten sind, und die Funktionsprüfung muss wiederholt werden.

##### **7.1.4.3.3 Druckfestigkeitsprüfung**

Diese Prüfung muss am vollständigen, flüssigkeitsgefüllten Relais für eine Dauer von 2 min bei einem Druck von 250 kPa und einer Temperatur von 70 °C durchgeführt werden.

Nach Beendigung der Prüfung muss das Relais einer Sichtprüfung unterzogen werden, um sicherzustellen, dass keine Beschädigungen aufgetreten sind, und die Stückprüfungen müssen wiederholt werden.

##### **7.1.4.3.4 Strömungsumkehrprüfung**

Diese Prüfung muss am vollständigen Relais mit einem Flüssigkeitsstrom vom Ausdehnungsgefäß zum Kessel mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s durchgeführt werden. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn das Relais nicht auslöst.

Diese Prüfung muss unter den folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

- Flüssigkeitstemperatur im Bereich von: +10 °C bis +40 °C;
- mit Hilfe eines Prüfaufbaus, der auf Sicherstellung eines stetigen Flüssigkeitsstroms ausgelegt ist; dies kann z. B. wie folgt erreicht werden:
  - Länge des Verbindungsrohrs auf der Seite des Kessels: das Zehnfache des Innendurchmessers;
  - Länge des Verbindungsrohrs auf der Seite des Ausdehnungsgefäßes: das Dreifache des Innendurchmessers;
- Neigung der Strömungsachse des Relais: höchstens 5°.

Die Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstroms muss mit einer konstanten Beschleunigung von  $(0,2 \pm 0,1) \text{ m/s}^2$  bis zum Erreichen des Wertes von 1 m/s zunehmen. Es ist zulässig, mit der Beschleunigung bei einem Versatzwert zu beginnen.

#### 7.1.4.3.5 Magnetfeldprüfung

Das Relais muss in der Lage sein, ohne Fehlauslösung einem magnetischen Gleichfeld von bis zu 25 mT in beliebiger Richtung und von beliebiger Polarität standzuhalten.

#### 7.1.4.3.6 Prüfung der Schwingungsfestigkeit

Die Einrichtung muss Schwingungen nach 4.6 unterzogen werden; dabei darf kein Ansprechen der Schalter erfasst werden.

#### 7.1.4.4 Sonderprüfungen – Erdbebensicherheitsprüfung

Auf Verlangen des Kunden muss die Einrichtung der in 4.7 festgelegten Erdbebensicherheitsprüfung standhalten.

### 7.2 Einrichtung zur Gas- und Flüssigkeitsprobenahme in Standhöhe

#### 7.2.1 Weitere übliche Betriebsbedingungen – Betriebsdruck

Die Einrichtung zur Gas- und Flüssigkeitsprobenahme muss für einen dauerhaften inneren Überdruck von 100 kPa über dem Umgebungsdruck ausgelegt sein.

#### 7.2.2 Mechanische Anforderungen

##### 7.2.2.1 Typenschild

Auf dem Typenschild müssen die folgenden Informationen angegeben sein:

- Name oder Logo des Lieferanten;
- Land und Ort der Herstellung;
- Nummer dieser Norm;
- Kennung des Herstellers der Einrichtung;
- Seriennummer des Herstellers.

Anhand der Kennung des Herstellers der Einrichtung müssen sich die Kennwerte der Einrichtung aus dem vom Lieferanten bereitgestellten Montage-, Betriebs- und Wartungshandbuch entnehmen lassen.

##### 7.2.2.2 Konstruktionseinzelheiten

Die Einrichtung zur Gas- und Flüssigkeitsprobenahme in Standhöhe muss mit dem Folgendem ausgerüstet sein:

- einem Entlüftungshahn, mit dessen Hilfe sich die Flüssigkeit aus dem Gerät bzw. der Einrichtung ablassen lässt und der an der Unterseite der Probenahmeeinrichtung angeschlossen ist;
- einem Entlüftungshahn, mit dessen Hilfe sich eine Probe des Gases nehmen lässt, wenn es in der Probenahmeeinrichtung erscheint, und der an der Oberseite der Probenahmeeinrichtung angeschlossen ist;
- einem Entlüftungshahn zum Anschluss an den Probenahme-Entlüftungshahn des Buchholz-Relais mittels eines Rohrs von geeignetem Durchmesser; dieser Entlüftungshahn muss im Betrieb offen bleiben;
- einem Fenster, durch das sich die Probenahmeeinrichtung auf eindringendes Gas überwachen lässt. Auf Verlangen wird das Fenster mit Schutzabdeckungen versehen.