

**DIN EN 60077-5  
(VDE 0115-460-5)**
**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 45.060.01

Einsprüche bis 2018-08-15

Vorgesehen als Ersatz für  
**DIN EN 60077-5**  
**(VDE 0115-460-5):2004-07**

**Entwurf**

**Bahnanwendungen –  
Elektrische Betriebsmittel auf Fahrzeugen –  
Teil 5: Elektrotechnische Bauteile – Regeln für  
Hochspannungssicherungen  
(IEC 9/2373/CD:2018); Text Deutsch und Englisch**

Railway applications –  
Electric equipment for rolling stock –  
Part 5: Electrotechnical components – Rules for HV fuses  
(IEC 9/2373/CD:2018); Text in German and English

Applications ferroviaires –  
Equipements électriques du matériel roulant –  
Partie 5: Composants électrotechniques – Règles pour les fusibles à haute tension  
(IEC 9/2373/CD:2018); Texte en allemand et anglais

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-06-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.  
Gesamtumfang 57 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

| Inhalt                                                        | Seite |
|---------------------------------------------------------------|-------|
| Nationales Vorwort.....                                       | 4     |
| Einleitung .....                                              | 5     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                     | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                | 6     |
| 3 Begriffe .....                                              | 6     |
| 3.1 Bauarten .....                                            | 6     |
| 3.2 Betriebsmerkmale.....                                     | 7     |
| 4 Einteilung .....                                            | 9     |
| 4.1 Abschaltbereich (siehe auch Anhang B) .....               | 9     |
| 4.2 Gebrauchskategorie .....                                  | 9     |
| 5 Kennzeichnende Merkmale .....                               | 10    |
| 6 Produktinformation .....                                    | 10    |
| 6.1 Dokumentation .....                                       | 10    |
| 6.2 Aufschriften.....                                         | 11    |
| 7 Übliche Betriebsbedingungen .....                           | 11    |
| 8 Anforderungen an den Bau und an das Betriebsverhalten ..... | 11    |
| 8.1 Bauanforderungen.....                                     | 11    |
| 8.1.1 Sicherungseinsatz .....                                 | 11    |
| 8.1.2 Sicherungsunterteil.....                                | 11    |
| 8.1.3 Federnde Kontakte .....                                 | 11    |
| 8.1.4 Äußere Anschlüsse .....                                 | 12    |
| 8.2 Anforderungen an das Betriebsverhalten .....              | 12    |
| 8.2.1 Betriebsbedingungen .....                               | 12    |
| 8.2.2 Grenztemperaturen .....                                 | 12    |
| 8.2.3 Isolationseigenschaften .....                           | 12    |
| 8.2.4 Bemessungsspannung .....                                | 12    |
| 8.2.5 Bemessungsstrom des Sicherungseinsatzes .....           | 13    |
| 8.2.6 Bemessungsstrom des Sicherungsunterteils .....          | 13    |
| 8.2.7 Ausschaltvermögen .....                                 | 13    |
| 8.2.8 Zeit/Strom-Kennlinie .....                              | 13    |
| 9 Prüfungen .....                                             | 13    |
| 9.1 Arten von Prüfungen.....                                  | 13    |
| 9.1.1 Allgemeines .....                                       | 13    |
| 9.1.2 Typprüfungen .....                                      | 13    |
| 9.1.3 Stückprüfungen .....                                    | 14    |

|                       |                                                                                                                                                    |    |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.1.4                 | Ermittlungsprüfungen .....                                                                                                                         | 14 |
| 9.2                   | Prüfungen zur Überprüfung der Erfüllung der baulichen Anforderungen .....                                                                          | 14 |
| 9.2.1                 | Allgemeines .....                                                                                                                                  | 14 |
| 9.2.2                 | Typprüfungen .....                                                                                                                                 | 14 |
| 9.2.3                 | Stückprüfungen .....                                                                                                                               | 14 |
| 9.3                   | Typprüfung zur Überprüfung der Erfüllung der Anforderungen an das Leistungsvermögen .....                                                          | 15 |
| 9.3.1                 | Prüffolge .....                                                                                                                                    | 15 |
| 9.3.2                 | Allgemeine Prüfbedingungen .....                                                                                                                   | 17 |
| 9.3.3                 | Prüffolge für die Überprüfung der allgemeinen Leistungskennwerte .....                                                                             | 17 |
| 9.3.4                 | Beschreibungen der Prüfungen für Sicherungseinsätze .....                                                                                          | 17 |
| 9.4                   | Stückprüfung zur Überprüfung der Anforderungen an das Leistungsvermögen .....                                                                      | 21 |
| 9.4.1                 | Allgemeines .....                                                                                                                                  | 21 |
| 9.4.2                 | Widerstandsmessung .....                                                                                                                           | 21 |
| Anhang A (normativ)   | Anschlussschema für Erwärmungsprüfungen .....                                                                                                      | 22 |
| Anhang B (normativ)   | Vergleich zwischen der Zeit/Strom-Kennlinie einer „a“- und „g“-Sicherung .....                                                                     | 23 |
| Anhang C (informativ) | Prüfkreis zur Prüfung des Ausschaltvermögens .....                                                                                                 | 24 |
| Anhang D (informativ) | Überprüfung des Ausschaltvermögens .....                                                                                                           | 25 |
| Literaturhinweise     | .....                                                                                                                                              | 28 |
| <b>Bilder</b>         |                                                                                                                                                    |    |
| Bild A.1              | – Anschlussschema für Erwärmungsprüfungen .....                                                                                                    | 22 |
| Bild B.1              | – Vergleich zwischen der Zeit/Strom-Kennlinie einer „a“- und „g“-Sicherung .....                                                                   | 23 |
| Bild C.1              | – Prüfkreis zur Prüfung des Ausschaltvermögens .....                                                                                               | 24 |
| Bild D.1              | – Kalibrierung des Prüfstromkreises .....                                                                                                          | 25 |
| Bild D.2              | – Ausschaltvorgang, bei dem der Lichtbogenbeginn nach dem Scheitelpunkt des Stromes liegt .....                                                    | 26 |
| Bild D.3              | – Ausschaltvorgang, bei dem der Lichtbogenbeginn vor dem Scheitelpunkt des Stromes liegt .....                                                     | 27 |
| <b>Tabellen</b>       |                                                                                                                                                    |    |
| Tabelle 1             | – Konventionelle Zeiten für „g“-Sicherungseinsätze .....                                                                                           | 10 |
| Tabelle 2             | – Bemessungs- und Prüfspannungen für Gleichstrom-Sicherungseinsätze, die von der Fahrleitung gespeist werden .....                                 | 12 |
| Tabelle 3             | – Prüffolge für Sicherungseinsätze mit dem höchsten Bemessungsstrom einer homogenen Reihe .....                                                    | 15 |
| Tabelle 4             | – Prüffolge für Sicherungseinsätze mit dem niedrigsten Bemessungsstrom einer homogenen Reihe .....                                                 | 16 |
| Tabelle 5             | – Prüffolge für Sicherungseinsätze mit einem Bemessungsstrom, der zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert einer homogenen Reihe liegt ..... | 16 |
| Tabelle 6             | – Grenzwerte bei Prüfungen .....                                                                                                                   | 17 |
| Tabelle 7             | – Prüfparameter für Sicherungseinsätze (Gleichstrom) .....                                                                                         | 19 |
| Tabelle 8             | – Zeitkonstanten des Prüfkreises .....                                                                                                             | 19 |

— **Entwurf** —

**E DIN EN 60077-5 (VDE 0115-460-5):2018-07**

## **Nationales Vorwort**

Das internationale Dokument IEC 9/2373/CD:2018 „Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 5: Electrotechnical components – Rules for HV fuses“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

Das internationale Dokument wurde vom TC 9 „Electrical equipment and systems for railways“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass



**Documents**

Document Sharing Hub

## — Entwurf —

E DIN EN 60077-5 (VDE 0115-460-5):2018-07

### Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 9/2373/CD:2018 „Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 5: Electrotechnical components – Rules for HV fuses“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

Das internationale Dokument wurde vom TC 9 „Electrical equipment and systems for railways“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

### Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60077-5 (VDE 0115-460-5):2004-07** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Verweisungen und redaktionelle Korrekturen wurden durchgeführt.

**Bahnanwendungen –  
Elektrische Betriebsmittel auf Fahrzeugen –  
Teil 5: Elektrotechnische Bauteile – Regeln für Hochspannungssicherungen**

## Einleitung

IEC 60077 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Bahnanwendungen – Elektrische Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen*:

- Teil 1: *Allgemeine Betriebsbedingungen und allgemeine Regeln*;
- Teil 2: *Elektrotechnische Bauteile – Allgemeine Regeln*;
- Teil 3: *Elektrotechnische Bauteile – Regeln für DC-Leistungsschalter*;
- Teil 4: *Elektrotechnische Bauteile – Regeln für AC-Leistungsschalter*;
- Teil 5: *Elektrotechnische Bauteile – Regeln für Hochspannungssicherungen*.

## 1 Anwendungsbereich

Der Zweck dieses Teils der IEC 60077 ist es, zusätzliche oder ergänzte Regeln für Hochspannungssicherungen anzugeben, als Ergänzung zu denjenigen, die in **IEC 60077-2** angegeben sind.

**ANMERKUNG** In diesem Dokument wird der Begriff „Hochspannungssicherung“ im Zusammenhang mit den Spannungen angewendet, die auf dem Gebiet der Bahnfahrzeuge angewendet werden.

Die hier betrachteten Hochspannungssicherungen werden für Fahrstrom- und/oder Hilfsbetriebsstromkreise eingesetzt. Die Nennspannungen dieser Stromkreise liegen zwischen DC 600 V und DC 3 000 V entsprechend IEC 60850. Diese Sicherungen dürfen auch im Leistungskreis von Hilfsbetrieben mit einer Nennspannung bis zu 1 500 V verwendet werden.

**ANMERKUNG** Einige dieser Regeln werden, nach Vereinbarung zwischen Betreiber und Hersteller, für Sicherungen angewendet, die auf Fahrzeugen eingebaut sind, die keine Bahnfahrzeuge sind, z. B. Grubenlokomotiven, O-Busse usw.

Zusammen mit **IEC 60077-2** legt das vorliegende Dokument speziell fest:

- a) die Kennwerte der Sicherungen;
- b) die Betriebsbedingungen, denen die Sicherungen entsprechen im Hinblick auf:
  - Betätigung und Verhalten im bestimmungsgemäßen Betrieb;
  - Ansprechen und Verhalten im Kurzschlussfall;
  - Isolationseigenschaften;
- c) die für die Überprüfung der Übereinstimmung der Kennwerte der Sicherung vorgesehenen Prüfungen sowie die Verfahren, die bei diesen Prüfungen angewendet werden;
- d) die Informationen, die auf der Sicherung angebracht oder ihr beigelegt sind.

Dieses Dokument gilt nicht für parallel verbundene Sicherungen.

Bei der Erarbeitung dieses Dokuments wurden die Normen **IEC 60269-1** und **IEC 60282-1** in Betracht gezogen, und ihre Anforderungen wurden so weit wie möglich beibehalten.

Dieses Dokument bezieht sich auf die allgemeinen Regeln für elektrotechnische Bauteile, die in **IEC 60077-2** angegeben sind; bei den allgemeinen Bedingungen wird jedoch direkt Bezug auf **IEC 60077-1** genommen.

## 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 60077-1:2017**, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

**IEC 60077-2:2017**, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 2: Electrotechnical components – General rules*

**IEC 60269-1:2006**, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-1:2006/AMD1:2009

IEC 60269-1:2006/AMD2:2014

**IEC 60282-1**, *High-voltage fuses – Part 1: Current – limiting fuses*

**IEC 61373**, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach **IEC 60077-1:2017** und **IEC 60077-2:2017** und die folgenden Begriffe.

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

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

### 3.1 Bauarten

#### 3.1.1

##### **Sicherung**

Gerät, das durch Abschmelzen eines oder mehrerer seiner besonders ausgelegten und bemessenen Bauteile den Stromkreis, in dem es eingesetzt ist, durch Unterbrechen des Stromes öffnet, wenn dieser einen bestimmten Wert während einer ausreichenden Zeit überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Sicherung umfasst alle Teile, die das vollständige Gerät bilden.

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-01, modifiziert – zweiter Satz wurde in Anmerkung 1 zum Begriff geändert.]

#### 3.1.2

##### **Sicherungseinsatz**

Teil einer Sicherung (einschließlich des oder der Schmelzleiter(s)), der nach dem Ausschalten der Sicherung ersetzt werden muss

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-09]

#### 3.1.3

##### **Schmelzleiter**

Teil eines Sicherungseinsatzes, der dazu bestimmt ist, beim Überschreiten eines Stromes von definiertem Wert während einer definierten Zeit abzuschmelzen

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-08]

### 3.1.4

#### **Sicherungsunterteil**

fester Teil einer Sicherung, der mit Kontaktstücken und Anschlüssen versehen ist

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-02]

### 3.1.5

#### **Anzeigevorrichtung (Anzeiger)**

Vorrichtung, die anzeigt, ob die Sicherung ausgeschaltet hat

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-17]

### 3.1.6

#### **im offenen Klemmenkasten installierte Sicherung**

im offenen Klemmenkasten installierte Sicherung, der mit einer Lichtbogenkammer ausgestattet ist, um den Lichtbogen schnell zu verkürzen

### 3.1.7

#### **homogene Serie** (von Sicherungseinsätzen)

Baureihe von Sicherungseinsätzen, die jeweils nur in solchen Eigenschaften voneinander abweichen, dass bei einer bestimmten Prüfung das Prüfen nur eines bestimmten Sicherungseinsatzes oder einer reduzierten Anzahl bestimmter Sicherungseinsätze aus dieser Baureihe als repräsentativ für alle Sicherungseinsätze der homogenen Baureihe angesehen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die einschlägigen Normen legen fest: die Eigenschaften, in denen die Sicherungseinsätze einer homogenen Baureihe voneinander abweichen dürfen, die jeweils zu prüfenden Sicherungseinsätze und die jeweils durchzuführende Prüfung.

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-34]

## 3.2 Betriebsmerkmale

### 3.2.1

#### **unbeeinflusster Strom** (einer Sicherung)

Strom, der in dem Stromkreis fließen würde, wenn die Sicherung durch einen Leiter mit vernachlässigbarer Impedanz ersetzt wäre

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-17-01, modifiziert – „jeder Pol des Schaltgeräts oder“ und die ANMERKUNG wurden gelöscht.]

### 3.2.2

#### **unbeeinflusster Stoßstrom**

Scheitelwert des unbeeinflussten Stromes während des Ausgleichsvorgangs nach Stromflussbeginn

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff steht üblicherweise in Zusammenhang mit Kurzschlussbedingungen.

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-17-02, modifiziert – „Fehlerstrom“ wurde hinzugefügt und die Anmerkung zum Begriff wurde ersetzt.]

### 3.2.3

#### **Schmelzzeit (Vorlichtbogenzeit)**

Zeitspanne zwischen dem Einsetzen des Stromes, die groß genug ist, um den oder die Schmelzleiter zum Schmelzen zu bringen, und dem Entstehen eines Lichtbogens

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-21]

### 3.2.4

#### **Lichtbogenzeit (einer Sicherung)**

Zeitspanne zwischen dem Entstehen des Lichtbogens und seinem endgültigen Erlöschen in der Sicherung

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-17-37, modifiziert – „einem Pole oder“ wurde gelöscht.]

### 3.2.5

#### Ausschaltzeit

Summe der Schmelzzeit und der Lichtbogenzeit

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-22]

### 3.2.6

#### Lichtbogenspannung (einer Sicherung)

Augenblickswert der Spannung, die während der Lichtbogenzeit zwischen den Anschlüssen ansteht

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-30]

### 3.2.7

#### Spitzenwert der Lichtbogenspannung (einer Sicherung)

höchster Augenblickswert der Spannung, die unter vorgeschriebenen Bedingungen zwischen den Anschlüssen einer Sicherung während der Lichtbogenzeit ansteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach Verlöschen des Lichtbogens darf zwischen den Anschlüssen noch eine Überspannung (Einschwingspannung) anstehen. Der Wert dieser Spannung hängt von den Kennlinien des Stromkreises und der Sicherung ab. Diese Überspannung ist nicht Bestandteil des Spitzenwertes der Lichtbogenspannung (siehe Bilder D.2 und D.3).

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-17-30, modifiziert – „eines Pols eines Schaltgeräts“ wurde durch „einer Sicherung“ ersetzt. Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

### 3.2.8

#### netzfrequente wiederkehrende Spannung oder Dauergleichspannung

wiederkehrende Spannung, nachdem die Einschwingvorgänge abgeklungen sind, ausgedrückt als Mittelwert, wenn Oberschwingungen enthalten sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist als  $B_1$  und  $B_2$  in den Bildern D.2 und D.3 abgebildet.

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-17-28, modifiziert – Im Begriff wurde „netzfrequente wiederkehrende Spannung“ hinzugefügt. In der Definition wurde „in einem Gleichstromkreis“ gelöscht. Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

### 3.2.9

#### Scheitelwert des Durchlassstroms

höchster Augenblickswert des Stromes, der während des Ausschaltvorganges einer Sicherung erreicht wird

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-17-12, modifiziert – Im Begriff wurde „Scheitelwert des“ hinzugefügt. „eines Schaltgeräts oder“ und die ANMERKUNG wurden gelöscht.]

### 3.2.10

#### Joule-Integral

$I^2t$

Integral des Stromquadrates über eine gegebene Zeit

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Schmelz- $I^2t$ -Wert ist das Stromintegral über die Schmelzzeit der Sicherung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Ausschalt- $I^2t$ -Wert ist das Stromintegral über die Ausschaltzeit der Sicherung.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die in Joule ausgedrückte Energie, die in einem Widerstand von 1  $\Omega$  in einem durch eine Sicherung geschützten Stromkreis freigesetzt wird, entspricht dem in  $A^2s$  ausgedrückten Ausschalt- $I^2t$ -Wert.

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-23]

### 3.2.11

#### Zeit/Strom-Kennlinie

Kennlinie, die für bestimmte Betriebsbedingungen die Schmelz- oder Ausschaltzeit als Funktion des unbeeinflussten Stromes angibt

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-17-13]

### 3.2.12

#### **kleiner Prüfstrom**

festgelegter Wert des Stromes, mit dem der Sicherungseinsatz während einer festgelegten Zeit (konventionelle Prüfdauer) belastet werden kann, ohne zu schmelzen

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-27]

### 3.2.13

#### **großer Prüfstrom**

festgelegter Wert des Stromes, der innerhalb einer festgelegten Zeit (konventionelle Prüfdauer) das Ausschalten des Sicherungseinsatzes bewirkt

[QUELLE: IEC 60050-441:1984/AMD1:2000, 441-18-28]

### 3.2.14

#### **Bemessungswert**

für eine festgelegte Betriebsbedingung zugeordneter Wert einer Größe, der im Allgemeinen vom Hersteller für ein Bauelement, ein Gerät oder eine Ausrüstung festgelegt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu den Bemessungswerten, die üblicherweise für eine Sicherung angegeben werden, gehören Spannung, Strom, Abschaltvermögen und Verlustleistung.

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-11-02 modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

## 4 Einteilung

### 4.1 Abschaltbereich (siehe auch [Anhang B](#))

Sicherungseinsätze werden eingeteilt in:

**Sicherungseinsatz „g“** – mit einem Abschaltvermögen über den vollen Bereich, d. h., sie sind in der Lage, unter festgelegten Bedingungen alle Ströme, die zum Schmelzen des Sicherungselementes führen, bis hinauf zum Bemessungs-Ausschaltvermögen abzuschalten;

**Sicherungseinsatz „a“** – mit einem Ausschaltvermögen im Teilbereich, d. h., sie sind in der Lage, unter festgesetzten Bedingungen alle Ströme zwischen ihrem kleinsten Ausschaltvermögen und ihrem Bemessungs-Ausschaltvermögen abzuschalten. Sie können zusammen mit anderen Schalteinrichtungen eingesetzt werden, wenn ein Schutz gegen Überströme gefordert wird, die unter dem kleinsten Ausschaltvermögen der Sicherung liegen.

ANMERKUNG Beispiele für den Schutz durch Sicherungseinsatz „a“ können Sicherungen zum Schutz von Halbleitergeräten, Motoren usw. sein.

### 4.2 Gebrauchskategorie

Sicherungseinsätze dürfen eingeteilt werden je nach Einsatz im bestimmungsgemäßen Betrieb bei:

- Stromwerten, die den Bemessungsdauerwert nicht überschreiten;
- Stromwerten, die kurz aber regelmäßig den Bemessungsdauerwert überschreiten, z. B. beim Anlassen einer rotierenden Maschine;
- Stromwerten, die den Bemessungsdauerwert nicht überschreiten, die aber geschaltet werden oder sich erheblich nach einem häufig wiederholten Muster ändern;

oder sie müssen einen speziellen Schutz gewähren, wie zum Beispiel:

- Halbleiter-Bedingungen, wo ein schnelles Ansprechen gefordert ist, um den Scheitelwert des Durchlassstroms und den Ausschalt- $I^2t$ -Wert zu begrenzen;
- zeitverzögertes Ansprechen.

## 5 Kennzeichnende Merkmale

Die kennzeichnenden Merkmale einer Sicherung müssen durch folgende Begriffe festgelegt werden:

- Bemessungsspannung(en) für DC und/oder AC;
- Bemessungsstrom ( $I_n$ );
- Bemessungsfrequenz;
- Bemessungs-Ausschaltvermögen;
- Ausschaltbereich;
- Bemessungs-Verlustleistung;
- Zeit/Strom-Kennlinie. Die üblichen Zeit- und Stromwerte für „g“-Sicherungseinsätze sind in Tabelle 1 angegeben;
- Überlastvermögen;
- $I^2t$ -Kennwerte (kleinster Schmelz- $I^2t$ -Wert und höchster Ausschalt- $I^2t$ -Wert);
- Scheitelwert des Durchlassstroms bezogen auf den unbeeinflussten Strom und die Zeitkonstante;
- Korrekturfaktoren für den Bemessungsstrom bezogen auf die Umgebungstemperatur;
- Spitzenwert der Lichtbogenspannung bezogen auf die Betriebsspannung;
- Bemessungs-Isolationsspannung des Sicherungsunterteils.

Wenn eine graphische Darstellung gewählt wird, müssen die  $I^2t$ -Kennlinien mit dem unbeeinflussten Strom als Abszisse und dem  $I^2t$ -Wert als Ordinate dargestellt werden. Für beide Koordinaten-Achsen müssen logarithmische Maßstäbe verwendet werden.

**Tabelle 1 – Konventionelle Zeiten für „g“-Sicherungseinsätze**

| Bemessungsstrom      | Angegebene Zeit (konventionelle Prüfdauer) |
|----------------------|--------------------------------------------|
| A                    | h                                          |
| $I_n \leq 63$        | 1                                          |
| $63 < I_n \leq 160$  | 2                                          |
| $160 < I_n \leq 400$ | 3                                          |
| $I_n > 400$          | 4                                          |

## 6 Produktinformation

### 6.1 Dokumentation

Diese Informationen müssen im Katalog oder im Handbuch des Herstellers angegeben sein.

Es gilt IEC 60077-2:2017, 6.1 ergänzt durch Folgendes:

- Bemessungsspannung;
- Bemessungsstrom;
- Bemessungs-Ausschaltvermögen und Zeitkonstante;
- angemessene Einsatzbedingungen – siehe 4.2;
- $I^2t$ -Kennlinien (kleinster Schmelz- $I^2t$ -Wert und höchster Ausschalt- $I^2t$ -Wert);
- Korrekturfaktoren für den Bemessungsstrom bezogen auf die Umgebungstemperatur und wechselnde Belastung oder Überlast;

- Abmessungen;
- besondere Anweisungen für Lagerung, Einbau, Wartung, falls zutreffend.

## 6.2 Aufschriften

Sicherungseinsätze und Sicherungsunterteile müssen mit dauerhaften und gut lesbaren Schildern oder eingepägten Beschriftungen nach IEC 60077-2:2017, 6.2 versehen sein.

Bei im offenen Klemmenkasten installierten Sicherungen müssen Schilder oder eingepägte Beschriftungen in den Klemmenkasten eingebracht werden.

Die Aufschriften von Sicherungseinsätzen und -unterteilen müssen die folgenden Daten enthalten:

- Name des Herstellers oder Handelsmarke;
- Typ-Nummer des Herstellers;
- Bemessungsspannung (Gleichspannung und/oder Wechselspannung);
- Bemessungsstrom.

## 7 Übliche Betriebsbedingungen

Diese Bedingungen sind in IEC 60077-1:2017, Abschnitt 7 angegeben.

## 8 Anforderungen an den Bau und an das Betriebsverhalten

### 8.1 Bauanforderungen

Zusätzlich zu den Anforderungen nach IEC 60077-2:2017, 8.1 muss die Sicherung die folgenden Anforderungen erfüllen.

#### 8.1.1 Sicherungseinsatz

Der Sicherungseinsatz muss ausreichend stabil sein, so dass die Umgebung nicht gefährdet wird, z. B. durch einen andauernden Lichtbogen, einen Überschlag oder irgendeinen Austritt von Flammen oder Material während des Ausschaltens.

ANMERKUNG 1 Nähere Einzelheiten siehe IEC 60269-1:2006/AMD1:2009/AMD2:2014, 8.5.8.

Sicherungseinsätze müssen leicht auswechselbar sein.

ANMERKUNG 2 Nähere Einzelheiten zum Austausch siehe IEC 60269-1:2006/AMD1:2009/AMD2:2014, 7.1.1.

#### 8.1.2 Sicherungsunterteil

Die Kontaktstücke des Sicherungsunterteils müssen so beschaffen sein, dass sichergestellt ist, dass die Verbindung zum Sicherungseinsatz zuverlässig aufrechterhalten bleibt unter allen Umständen des Lastwechsels sowie von Schwingungen und Schocks während des bestimmungsgemäßen Betriebs. Dies gilt auch beim Auftreten von elektromechanischen Kräften beim Unterbrechen von Überlast- oder Kurzschlussströmen bis zum Bemessungswert.

#### 8.1.3 Federnde Kontakte

Wenn das Sicherungsunterteil federnde Kontakte für die elektrischen Verbindungen und das mechanische Festhalten des Sicherungseinsatzes hat, müssen diese Kontakte 100-fach das Einsetzen und Herausnehmen des Sicherungseinsatzes überstehen, ohne dass eine Verschlechterung der elektrischen und mechanischen Eigenschaften eintritt.

#### 8.1.4 Äußere Anschlüsse

Klemmen für den äußeren Anschluss des Sicherungsunterteils müssen eine konstante Kontaktkraft aufweisen, die sich durch die Einflüsse des durchfließenden Stromes nicht verändert. Sie müssen so beschaffen sein, dass mehrfaches Anschließen und Abklemmen der Außenleiter keine Verschlechterung hervorruft. Die Größe der Anschlussschrauben darf nicht kleiner als M5 sein.

Die Anschlüsse müssen so beschaffen sein, dass sie beim Anziehen der Verbindungsschrauben nicht verdreht oder verschoben werden und die Lage der Leiter unverändert bleibt.

Teile, die zum Festklemmen der Leiter dienen, müssen aus Metall und so geformt sein, dass sie die Leiter nicht in unzulässiger Weise beschädigen können.

Die auf Verbindungen wirkende Kontaktkraft darf nicht über andere als keramische oder gleichwertige Isolierstoffe übertragen werden.

ANMERKUNG Weitere Informationen sind in IEC 60269-1:2006/AMD1:2009/AMD2:2014, 7.1.2 angegeben.

### 8.2 Anforderungen an das Betriebsverhalten

#### 8.2.1 Betriebsbedingungen

Diese Anforderungen sind in IEC 60077-2:2017, 8.2.1 angegeben.

#### 8.2.2 Grenztemperaturen

Diese Anforderungen sind in IEC 60077-2:2017, 8.2.2 angegeben.

#### 8.2.3 Isolationseigenschaften

Anforderungen an Luftstrecken sind in IEC 60077-1:2017, 8.2.6 angegeben.

Anforderungen an Kriechstrecken sind in IEC 60077-1:2017, 8.2.7 angegeben.

#### 8.2.4 Bemessungsspannung

Bei Sicherungen, die von der Fahrleitung eingespeist werden, muss die Bemessungsspannung der Sicherung der Tabelle 2 entsprechen. Bei Sicherungen, die nicht von der Fahrleitung eingespeist werden, muss die Prüf-Ausschaltspannung mindestens der höchsten Betriebsspannung des Stromkreises entsprechen, mit dem sie verbunden ist.

**Tabelle 2 – Bemessungs- und Prüfspannungen für Gleichstrom-Sicherungseinsätze, die von der Fahrleitung gespeist werden**

| Nennspannung der Fahrleitung | Bemessungsspannung der Sicherung | Prüf-Ausschaltspannung |
|------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| V                            | V                                | V                      |
| 600                          | 720                              | 800                    |
| 750                          | 900                              | 1 000                  |
| 1 500                        | 1 800                            | 1 950                  |
| 3 000                        | 3 600                            | 3 900                  |

### 8.2.5 Bemessungsstrom des Sicherungseinsatzes

Der Bemessungs-Dauerstrom des Sicherungseinsatzes muss aus den folgenden Vorzugswerten ausgewählt werden, die in R10 von ISO 3 angegeben sind:

0,6; 1; 2; 3; 4; 6; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800 und 1 000.

ANMERKUNG Für Zwischenwerte siehe R20 von ISO 3.

### 8.2.6 Bemessungsstrom des Sicherungsunterteils

Der Bemessungsstrom von Sicherungsunterteilen muss gleich oder größer als der des entsprechenden Sicherungseinsatzes sein und sollte aus der Reihe der Bemessungsströme für Sicherungseinsätze ausgewählt werden, wie in 8.2.5 angegeben.

### 8.2.7 Ausschaltvermögen

Der Sicherungseinsatz muss jeden Strom einwandfrei unterbrechen, der im Bereich zwischen dem kleinsten Ausschaltvermögen und dem Bemessungs-Ausschaltvermögen bei der zugehörigen Spannung liegt, die in [Tabelle 7](#) angegeben ist. Der Spitzenwert der Lichtbogenspannung darf das Dreifache der Prüfspannung nicht übersteigen.

Bei niedrigen Stromwerten (kleiner oder gleich 6,3 A) darf der Spitzenwert der Lichtbogenspannung das 4,5-Fache der Prüfspannung erreichen.

### 8.2.8 Zeit/Strom-Kennlinie

Der Hersteller muss in der technischen Dokumentation für Sicherungseinsätze die Zeit/Strom-Kennlinie angeben, die für  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  gilt.

## 9 Prüfungen

### 9.1 Arten von Prüfungen

#### 9.1.1 Allgemeines

Es gilt [IEC 60077-1:2017](#), [9.1.1](#) ausgenommen sind Stichprobenprüfungen.

Die Prüfungen zum Nachweis der Kennwerte sind:

- Typprüfungen (siehe [9.1.2](#));
- Stückprüfungen (siehe [9.1.3](#));
- Ermittlungsprüfungen (siehe [9.1.4](#)).

#### 9.1.2 Typprüfungen

Die Typprüfungen umfassen folgende Prüfungen:

- Überprüfung der Erfüllung der Bauanforderungen (siehe [9.2.2](#));
- Überprüfung der Erfüllung der Anforderungen an das Betriebsverhalten (siehe [9.3](#)).

Bei Typprüfungen muss die in [Tabelle 3](#), [Tabelle 4](#) und [Tabelle 5](#) angegebene Anzahl von Sicherungsunterteilen oder Sicherungseinsätzen eingesetzt werden. Sie müssen nach dem Zufallsprinzip aus der Serienherstellung entnommen werden. Bei allen Prüfungen sollten dieselben Sicherungsunterteile benutzt werden.

Die Typprüfungen müssen als bestanden gelten, wenn die Ergebnisse aller Typprüfungen, die in [Tabelle 3](#), [Tabelle 4](#) und [Tabelle 5](#) aufgeführt sind, den Anforderungen entsprechen.

Bei Typprüfungen müssen Prüfbescheinigungen für jedes geprüfte Sicherungsunterteil oder jede Sicherung vorgelegt werden, um ihre grundsätzliche Übereinstimmung mit der technischen Dokumentation nachzuweisen.

### 9.1.3 Stückprüfungen

Stückprüfungen müssen an jedem Sicherungseinsatz und jedem Sicherungsunterteil durchgeführt werden.

Stückprüfungen umfassen folgende Prüfungen:

- Überprüfung der Erfüllung der Bauanforderungen (siehe 9.2.3);
- Überprüfung der Erfüllung der Anforderungen an das Betriebsverhalten (siehe 9.4).

Die Stückprüfungen müssen als bestanden gelten, wenn die Ergebnisse aller Stückprüfungen, die in 9.2.3 und 9.4 aufgelistet sind, die Anforderungen erfüllen.

### 9.1.4 Ermittlungsprüfungen

Bei besonderen Anwendungen werden diese Prüfungen als Ergänzung zu den Typprüfungen durchgeführt. Sie sind Gegenstand eines Programms, das zwischen Hersteller und Anwender vereinbart wurde, und dürfen Folgendes umfassen:

- den Einfluss von häufigen Lastwechseln auf die Betriebskennwerte;
- den Einfluss von häufigen Einschalt-Stromspitzen auf die Betriebskennwerte;
- den Einfluss von unterschiedlichen Zeitkonstanten im Stromkreis auf das Verhalten der Sicherung beim Prüfen des Ausschaltvermögens.

## 9.2 Prüfungen zur Überprüfung der Erfüllung der baulichen Anforderungen

### 9.2.1 Allgemeines

Die Übereinstimmung von Sicherungseinsatz und Sicherungsunterteil mit den konstruktiven Anforderungen nach [Abschnitt 8](#) muss grundsätzlich nach 9.2 von [IEC 60077-1:2017](#) nachgewiesen werden, und zwar vor der Überprüfung der Erfüllung der Anforderungen an das Leistungsvermögen, angegeben in 9.3 und 9.4.

### 9.2.2 Typprüfungen

Die Überprüfung der Übereinstimmung der baulichen Anforderungen von Sicherungseinsätzen und Sicherungsunterteilen bei der Typprüfung umfasst:

- physikalische Eigenschaften. Es muss überprüft werden, ob die Sicherung mit den Zeichnungen übereinstimmt (z. B. Abmessungen, Werkstoffe, elektrische Gefahren usw.);
- Luft- und Kriechstrecken (siehe [IEC 60077-1:2017](#), 9.3.3.2.1 und 9.3.3.2.3).

### 9.2.3 Stückprüfungen

Die Überprüfung der Übereinstimmung der baulichen Anforderungen bei der Stückprüfung von Sicherungseinsätzen und Sicherungsunterteilen besteht aus einer Sichtprüfung (Übereinstimmung von Fertigung und Zeichnung).

## 9.3 Typprüfung zur Überprüfung der Erfüllung der Anforderungen an das Leistungsvermögen

### 9.3.1 Prüffolge

Die Typprüfungen sind in einer Anzahl von Prüffolgen zusammengefasst, wie in Tabelle 3, [Tabelle 4](#) und [Tabelle 5](#) angegeben.

Bei Sicherungseinsätzen einer homogenen Reihe gilt:

- beim Sicherungseinsatz mit den höchsten Bemessungsströmen müssen die Prüfungen entsprechend Tabelle 3 durchgeführt werden;
- beim Sicherungseinsatz mit dem niedrigsten Bemessungsstrom müssen die Prüfungen entsprechend [Tabelle 4](#) durchgeführt werden;
- bei Sicherungseinsätzen mit einem Bemessungsstrom, der zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert liegt, müssen die Prüfungen von [Tabelle 5](#) durchgeführt werden.

Bei Sicherungseinsätzen, die nicht Teil einer homogenen Reihe sind, muss die Sicherung entsprechend Tabelle 3 geprüft werden, und zusätzlich die Überprüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Schwingungen und Schocks, wie in [9.3.4.5](#) festgelegt.

Für jede Prüffolge gilt, dass die Prüfungen vorzugsweise in der aufgeführten Ordnung ausgeführt werden sollten.

Eine Stückprüfung (siehe [9.1.3](#)) muss vor der Typprüfung bei jedem Sicherungseinsatz durchgeführt werden.

**Tabelle 3 – Prüffolge für Sicherungseinsätze mit dem höchsten Bemessungsstrom einer homogenen Reihe**

| Abschnitt<br>Nummer | Prüfung                                    | „g“-Sicherungseinsätze |   |   |   |   |   |   |   |   | „a“-Sicherungseinsätze |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------|--------------------------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                     | Anzahl der Prüflinge                       | 3                      | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3                      | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9.2.2               | Sichtprüfung (Abmessungen mm)              | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X                      | X | X | X | X | X | X | X |
| 9.4.2               | Widerstandsmessung                         | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X                      | X | X | X | X | X | X | X |
| 9.3.4.1             | Erwärmungsmessung                          |                        |   |   |   |   |   |   |   | X |                        |   |   |   |   |   |   | X |
| 9.3.4.3             | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_1$   | X                      |   |   |   |   |   |   |   |   | X                      |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.3             | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_2$   |                        | X |   |   |   |   |   |   |   |                        | X |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.3             | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_3$   |                        |   | X |   |   |   |   |   |   |                        |   | X |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.3             | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_4$   |                        |   |   | X |   |   |   |   |   |                        |   |   | X |   |   |   |   |
| 9.3.4.4             | Überprüfung der Zeit/Strom-Kennlinie $I_5$ |                        |   |   |   | X |   |   |   |   |                        |   |   |   | X |   |   |   |
| 9.3.4.4             | Überprüfung der Zeit/Strom-Kennlinie $I_6$ |                        |   |   |   |   | X |   |   |   |                        |   |   |   |   | X |   |   |
| 9.3.4.4             | Überprüfung der Zeit/Strom-Kennlinie $I_7$ |                        |   |   |   |   |   | X |   |   |                        |   |   |   |   |   | X |   |
| 9.3.4.2             | Kleiner Prüfstrom                          |                        |   |   |   |   |   |   | X |   |                        |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.2             | Großer Prüfstrom                           |                        |   |   |   |   |   |   | X |   |                        |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.6             | Auswechseln der Sicherung <sup>a</sup>     |                        |   |   |   |   |   |   |   | X |                        |   |   |   |   |   |   | X |
| 9.3.4.7             | Isolationsfestigkeit <sup>a</sup>          |                        |   |   |   |   |   |   |   | X |                        |   |   |   |   |   |   | X |

<sup>a</sup> Diese Prüfung muss an vollständigen Sicherungen ausgeführt werden, z. B. Sicherungseinsatz zusammen mit Sicherungsunterteil.

**Tabelle 4 – Prüffolge für Sicherungseinsätze mit dem niedrigsten Bemessungsstrom einer homogenen Reihe**

| Abschnitt Nummer | Prüfung                                             | „g“-Sicherungseinsätze |   |   |   |   |   |   |   |   |   | „a“-Sicherungseinsätze |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                  | Anzahl der Prüflinge                                | 1                      | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                      | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9.2.2            | Sichtprüfung (Abmessungen mm)                       | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X                      | X | X | X | X | X | X | X |
| 9.4.2            | Widerstandsmessung                                  | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X                      | X | X | X | X | X | X | X |
| 9.3.4.1          | Erwärmungsmessung                                   | X                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                      |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.3          | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_2$            |                        | X |   |   |   |   |   |   |   |   |                        | X |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.3          | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_3$            |                        |   | X |   |   |   |   |   |   |   |                        |   | X |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.3          | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_4$            |                        |   |   | X |   |   |   |   |   |   |                        |   |   | X |   |   |   |   |
| 9.3.4.4          | Überprüfung der Zeit/Strom-Kennlinie $I_5$          |                        |   |   |   | X |   |   |   |   |   |                        |   |   |   | X |   |   |   |
| 9.3.4.4          | Überprüfung der Zeit/Strom-Kennlinie $I_6$          |                        |   |   |   |   | X |   |   |   |   |                        |   |   |   |   | X |   |   |
| 9.3.4.4          | Überprüfung der Zeit/Strom-Kennlinie $I_7$          |                        |   |   |   |   |   | X |   |   |   |                        |   |   |   |   |   | X |   |
| 9.3.4.2          | Kleiner Prüfstrom                                   |                        |   |   |   |   |   |   | X |   |   |                        |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.2          | Großer Prüfstrom                                    |                        |   |   |   |   |   |   | X |   |   |                        |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.5          | Widerstandsfähigkeit gegen Schwingungen und Schocks | X                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                      |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.7          | Isolationsfestigkeit <sup>a</sup>                   |                        |   |   |   |   |   |   |   | X |   |                        |   |   |   |   |   |   | X |

<sup>a</sup> Diese Prüfung muss an vollständigen Sicherungen ausgeführt werden, z. B. Sicherungseinsatz zusammen mit Sicherungsunterteil.

**Tabelle 5 – Prüffolge für Sicherungseinsätze mit einem Bemessungsstrom, der zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert einer homogenen Reihe liegt**

| Abschnitt Nummer | Prüfung                                    | „g“-Sicherungseinsätze |   |   |   |   |   |   |   |   |   | „a“-Sicherungseinsätze |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------|--------------------------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                  | Anzahl der Prüflinge                       | 3                      | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3                      | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9.2.2            | Sichtprüfung (Abmessungen mm)              | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X                      | X | X | X | X | X | X | X |
| 9.4.2            | Widerstandsmessung                         | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X                      | X | X | X | X | X | X | X |
| 9.3.4.1          | Erwärmungsmessung                          |                        |   |   |   |   |   |   |   |   | X |                        |   |   |   |   |   |   | X |
| 9.3.4.3          | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_2$   | X                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                      |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.3          | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_3$   |                        | X |   |   |   |   |   |   |   |   |                        | X |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.3          | Überprüfung des Ausschaltvermögens $I_4$   |                        |   | X |   |   |   |   |   |   |   |                        |   | X |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.4          | Überprüfung der Zeit/Strom-Kennlinie $I_5$ |                        |   |   | X |   |   |   |   |   |   |                        |   |   | X |   |   |   |   |
| 9.3.4.4          | Überprüfung der Zeit/Strom-Kennlinie $I_6$ |                        |   |   |   | X |   |   |   |   |   |                        |   |   |   | X |   |   |   |
| 9.3.4.4          | Überprüfung der Zeit/Strom-Kennlinie $I_7$ |                        |   |   |   |   | X |   |   |   |   |                        |   |   |   |   | X |   |   |
| 9.3.4.2          | Kleiner Prüfstrom                          |                        |   |   |   |   |   | X |   |   |   |                        |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.2          | Großer Prüfstrom                           |                        |   |   |   |   |   | X |   |   |   |                        |   |   |   |   |   |   |   |
| 9.3.4.7          | Isolationsfestigkeit <sup>a</sup>          |                        |   |   |   |   |   |   | X |   |   |                        |   |   |   |   |   |   | X |

<sup>a</sup> Diese Prüfung muss an vollständigen Sicherungen ausgeführt werden, z. B. Sicherungseinsatz zusammen mit Sicherungsunterteil.

### 9.3.2 Allgemeine Prüfbedingungen

Die zu prüfende Sicherung muss in allen Einzelheiten mit den Zeichnungen des Typs übereinstimmen, den sie repräsentiert.

Die Prüfungen müssen bei den Bemessungswerten (Strom, Spannung, Frequenz) durchgeführt werden, wenn nichts anderes festgelegt ist. Die Sicherung muss in aufrechter Lage montiert werden, wenn nicht anders festgelegt.

**Tabelle 6 – Grenzabweichungen bei Prüfwerten**

| Alle Prüfungen                                                                     | Prüfungen für Erwärmung und Strom/Zeit-Kennwerte | Prüfungen unter Kurzschluss-Bedingungen                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Spannung: $+5_0$ %<br><br>Frequenz: $\pm 10$ %                                     | Strom: $+3_0$ %                                  | Strom: $+10_0$ %<br><br>Leistungsfaktor: $0_{-0,05}$<br><br>Zeitkonstante: $+15_0$ % |
| ANMERKUNG Diese Werte gelten, wenn im Prüfabschnitt nichts anderes festgelegt ist. |                                                  |                                                                                      |

### 9.3.3 Prüffolge für die Überprüfung der allgemeinen Leistungskennwerte

Die Prüffolgen müssen die Prüfungen und Überprüfungen, die in den [Tabellen 3, 4 und 5](#) aufgelistet sind, umfassen.

### 9.3.4 Beschreibungen der Prüfungen für Sicherungseinsätze

#### 9.3.4.1 Erwärmungsmessung

Die Prüfungen, die in [IEC 60077-2:2017, 9.3.3.4](#) gefordert sind, müssen bei Bemessungsstrom durchgeführt werden.

Die Anordnung der Verbindungen im Prüfkreis für die Erwärmungsprüfung der Sicherung ist in [Bild A.1](#) gezeigt.

Die Prüfung muss an einer in Freiluft aufgebauten Sicherung in zugfreier Umgebung ausgeführt werden. Die Temperatur der Umgebungsluft muss zwischen 15 °C bis 35 °C liegen.

Bei dieser Prüfung muss die Speisespannung so hoch liegen, dass der geforderte Wert des Prüfstroms eingehalten wird.

Die Sicherung ist gleichbleibend mit dem Bemessungsstrom (Gleichstrom oder Wechselstrom, wenn zutreffend) des Sicherungseinsatzes zu belasten. Für Einzelheiten zu den Zuleitungen im Prüfkreis, die direkt an der Sicherung angeschlossen sind, siehe IEC 60269-1:2006/AMD1:2009/AMD2:2014, Tabelle 17.

Die Erwärmung darf die Werte in [IEC 60077-2:2017, Tabelle 2](#) nicht überschreiten.

#### 9.3.4.2 Überprüfung der Erfüllung des kleinen und des großen Prüfstromes von „g“-Sicherungseinsätzen

Die folgenden Prüfungen dürfen bei verringerter Spannung durchgeführt werden:

- Die Sicherung wird während einer Zeit, die in [Tabelle 1](#) angegeben ist, mit dem kleinen Prüfstrom, der vom Hersteller angegeben ist, belastet. Sie darf während dieser Zeit nicht ausschalten.