

## DIN EN IEC 60027-2



ICS 01.075; 31.020; 33.020

Mit DIN EN 80000-13:2009-01  
Ersatz für  
DIN EN 60027-2:2007-11

**Formelzeichen für die Elektrotechnik –  
Teil 2: Telekommunikation und Elektronik  
(IEC 60027-2:2019);  
Deutsche Fassung EN IEC 60027-2:2019**

Letter symbols to be used in electrical technology –  
Part 2: Telecommunications and electronics  
(IEC 60027-2:2019);  
German version EN IEC 60027-2:2019

Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique –  
Partie 2: Télécommunications et électronique  
(IEC 60027-2:2019);  
Version allemande EN IEC 60027-2:2019

Gesamtumfang 89 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE  
DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2019-02-12 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2023-02-01.

## Nationales Vorwort

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60027-2:2014-05.*

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/GK 112 „Größen und Einheiten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) und DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 25 „Quantities and units“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

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.

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.

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

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 60027-2:2007-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die ehemaligen Unterabschnitte 3.8 und 3.9 wurden gestrichen und durch IEC 80000-13:2008 ersetzt;
- b) der ehemalige Unterabschnitt 3.10, der jetzt Unterabschnitt 4.8 ist, wurde an IEC 60050-191, 2. Ed. angepasst;
- c) der ehemalige Unterabschnitt 3.11, der jetzt Unterabschnitt 4.9 ist, wurde an IEC 60050-561:1999 (einschließlich Änderungen 1 und 2) und die 2. zu veröffentlichende Ausgabe (CDV) angepasst;
- d) der ehemalige Unterabschnitt 3.13, der jetzt Unterabschnitt 4.11 ist, wurde an ISO 80000-8:2007, IEC 60050-801:1994 und IEC 60050-802:2011 angepasst;
- e) Anpassung an weitere neue Ausgaben von IEC-Teilen;
- f) die Tabellen wurden vornehmlich durch Löschung von unwesentlichen Spalten vereinfacht.

## Frühere Ausgaben

DIN 1304-6: 1992-05  
DIN EN 60027-2: 2007-11

Formelzeichen für die Elektrotechnik –  
Teil 2: Telekommunikation und Elektronik  
(IEC 60027-2:2019)

Letter symbols to be used in electrical  
technology –  
Part 2: Telecommunications and electronics  
(IEC 60027-2:2019)

Symboles littéraux à utiliser en  
électrotechnique –  
Partie 2: Télécommunications et électronique  
(IEC 60027-2:2019)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2019-02-12 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**

## Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 25/635/FDIS, zukünftige 4. Ausgabe der IEC 60027-2, erarbeitet vom IEC/TC 25 „Quantities and units“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 60027-2:2019 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): 2019-11-12
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2022-02-12

Dieses Dokument ersetzt EN 60027-2:2007.

Diese Ausgabe umfasst die folgenden bedeutenden technischen Änderungen in Bezug auf vorhergehende Ausgabe:

- a) Die ehemaligen Unterabschnitte 3.8 und 3.9 wurden gestrichen und durch IEC 80000-13:2008 ersetzt;
- b) der ehemalige Unterabschnitt 3.10, der jetzt Unterabschnitt 4.8 ist, wurde an IEC 60050-191, 2. Ed. angepasst;
- c) der ehemalige Unterabschnitt 3.11, der jetzt Unterabschnitt 4.9 ist, wurde an IEC 60050-561:1999 (einschließlich Änderungen 1 und 2) und die 2. zu veröffentlichende Ausgabe (CDV) angepasst;
- d) der ehemalige Unterabschnitt 3.13, der jetzt Unterabschnitt 4.11 ist, wurde an ISO 80000-8:2007, IEC 60050-801:1994 und IEC 60050-802:2011 angepasst;
- e) Anpassung an weitere neue Ausgaben von IEC-Teilen;
- f) die Tabellen wurden vornehmlich durch Löschung von unwesentlichen Spalten vereinfacht.

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 60027-2:2019 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 60027-3       | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 60027-3.                              |
| IEC 60747 (Reihe) | ANMERKUNG | Harmonisiert in der Reihe EN 60747.                       |
| IEC 61703:2001    | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 61703:2002 (nicht modifiziert).       |
| ISO 80000-1:2009  | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN ISO 80000-1:2013 (nicht modifiziert). |
| ISO 80000-8:2007  | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN ISO 80000-8:2007 (nicht modifiziert). |
| IEC 80000-13:2008 | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 80000-13:2008 (nicht modifiziert).    |

## 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 60027-1        | 1992        | Letters symbols to be used in electrical technology –<br>Part 1: General |              |             |
| + A1               | 1997        |                                                                          | EN 60027-1   | 2006        |
| + A2               | 2005        |                                                                          | + A2         | 2007        |

## Inhalt

|                                                                                                                                           | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort.....                                                                                                                 | 2     |
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen ..... | 3     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                 | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                            | 6     |
| 3 Begriffe .....                                                                                                                          | 6     |
| 4 Einführung zu den Tabellen .....                                                                                                        | 6     |
| 5 Größen und Einheiten .....                                                                                                              | 7     |
| 5.1 Allgemeine Begriffe .....                                                                                                             | 7     |
| 5.2 Lineare zeitinvariante Netzwerke unter sinusförmigen Bedingungen .....                                                                | 23    |
| 5.2.1 Allgemeines .....                                                                                                                   | 23    |
| 5.2.2 Zweitor-Netzwerke .....                                                                                                             | 23    |
| 5.2.3 Mehrtor-Netzwerke .....                                                                                                             | 33    |
| 5.3 Signal- und Telefonübertragung auf Leitungen .....                                                                                    | 39    |
| 5.3.1 Größen und Einheiten für Übertragung auf Leitungen .....                                                                            | 39    |
| 5.3.2 Indizes für Übertragung auf Leitungen .....                                                                                         | 40    |
| 5.3.3 Größen und Einheiten in der Telefonie .....                                                                                         | 41    |
| 5.3.4 Indizes für Telefonie .....                                                                                                         | 41    |
| 5.4 Ausbreitung in Wellenleitern .....                                                                                                    | 42    |
| 5.4.1 Frequenz und Wellenlänge in einem Wellenleiter .....                                                                                | 42    |
| 5.4.2 Wellenimpedanzen und -admittanzen und normierte Impedanzen und Admittanzen im<br>Allgemeinen .....                                  | 43    |
| 5.4.3 Impedanz und Admittanz an einem Punkt in einem Medium .....                                                                         | 44    |
| 5.4.4 Impedanz und Admittanz an einem Punkt im leeren Raum .....                                                                          | 44    |
| 5.4.5 Impedanz und Admittanz eines Wellenleiters .....                                                                                    | 45    |
| 5.5 Funkverkehr .....                                                                                                                     | 46    |
| 5.5.1 Allgemeine und troposphärische Funkwellenausbreitung .....                                                                          | 46    |
| 5.5.2 Ionosphärische Ausbreitung .....                                                                                                    | 50    |
| 5.5.3 Antennen .....                                                                                                                      | 51    |
| 5.5.4 Funkverbindungen .....                                                                                                              | 56    |
| 5.6 Lichtwellenleiter-Nachrichtentechnik .....                                                                                            | 60    |
| 5.7 Fernsehen .....                                                                                                                       | 68    |
| 5.8 Zuverlässigkeit .....                                                                                                                 | 70    |
| 5.9 Piezoelektrische Resonatoren .....                                                                                                    | 72    |
| 5.10 Halbleiterbauelemente .....                                                                                                          | 79    |
| 5.11 Elektroakustik .....                                                                                                                 | 79    |
| Literaturhinweise .....                                                                                                                   | 87    |

**Bilder**

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 – Vereinbarungen über Vorzeichen in Stromkreisen .....                   | 23 |
| Bild 2 – Vereinbarungen für lineare Mehrtor-Netzwerke .....                     | 33 |
| Bild 3 – Ersatzschaltbilder eines eintorigen piezoelektrischen Resonators ..... | 72 |

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60027 ist in der Telekommunikation und in der Elektronik anwendbar. Er gibt Namen und Formelzeichen für Größen und ihre Einheiten an.

## 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 60027-1:1992, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 60027-1:1992/AMD1:1997

IEC 60027-1:1992/AMD2:2005

## 3 Begriffe

In diesem Dokument werden keine Begriffe aufgeführt.

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>

## 4 Einführung zu den Tabellen

In diesem Teil von IEC 60027 werden komplexe Größen durch Unterstreichung der Formelzeichen gekennzeichnet. Dies ist jedoch keine verpflichtende Regel in Anwendungen (siehe IEC 60027-1).

Um jedes Missverständnis zu vermeiden, sind manche Größenbezeichnungen gefolgt von einer Angabe des spezifischen Anwendungsbereichs in spitzen Klammern „< ... >“ nach einem Komma.

Wenn für eine Größe mehrere Formelzeichen angegeben werden, ist das erste das Vorzugsformelzeichen und die anderen Ausweichformelzeichen, falls nicht anders angegeben.

Wenn für eine Größe mehrere Maßeinheiten angegeben sind, ist die erste eine kohärente SI-Einheit, falls nicht anders angegeben. Für logarithmische Verhältnisse ist die erste angegebene Maßeinheit das Dezibel.

Für Größen, die als Logarithmus des Verhältnisses von zwei Leistungsgrößen oder zwei Leistungswurzelgrößen (auch als Feldgrößen bekannt) definiert sind, wird jedoch allgemein das Dezibel (dB), ein Bruchteil des Bel (B), eher verwendet als das Neper (Np). Das Bel ist in den Tabellen nicht ausdrücklich erwähnt. Siehe IEC 60027-3 und ISO 80000-1:2009, Anhang C.

## 5 Größen und Einheiten

### 5.1 Allgemeine Begriffe

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Einheiten        |                  |                                                                                                                    |
|---------------------|-----------------------------|----------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name           | Formelzeichen             | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Name             | Einheitenzeichen | Bemerkungen                                                                                                        |
| 101                 | 101-12-02                   | Signal         | $S$<br>$s$                | Ein Signal ist jedes physikalische Phänomen, dessen Vorhandensein, Abwesenheit oder Änderung als Darstellung von Information betrachtet wird. Im Allgemeinen ist ein Signal eine Größe, von der ein oder mehrere Parameter Information darstellen.<br><br>In diesem Dokument werden $S_1$ und $S_2$ für Eingangs- beziehungsweise Ausgangssignale verwendet. Siehe IEC 60027-1 für andere geeignete Indizes.<br><br>Wenn die Art der Signalgröße bekannt ist, zum Beispiel Stromstärke, elektrische Spannung, Druck, ist das zugehörige Formelzeichen zu verwenden.<br><br>Hinsichtlich der Verwendung von Groß- und Kleinbuchstaben siehe IEC 60027-1:1992, 2.1. |                  |                  | Die Einheit hängt von der Art der Größe ab, die das Signal bildet (Stromstärke, elektrische Spannung, Druck usw.). |
| 102                 |                             | Signalleistung | $P_s$<br>$P_{sig}$        | „s“ (Kleinbuchstabe, steil) wird als Index für „Signal“ verwendet.<br><br>In der Signaltheorie wird die Benennung „Momentanleistung“ nach Übereinkunft für das Quadrat des Momentanwerts eines Signals verwendet. Dieses Quadrat ist einer physikalischen Leistung proportional, wenn das Signal eine Leistungswurzelgröße (Feldgröße) ist (siehe IEC 60050-103:2009, 103-09-05, Anmerkung 1).<br><br>In einem physikalischen System ist eine Signalleistung immer eine physikalische Leistung.                                                                                                                                                                   | Watt             | W                |                                                                                                                    |
| 103                 |                             | Signalpegel    | $L$<br>$L_s$<br>$L_{sig}$ | $L = 10 \lg \left  \frac{S}{S_{ref}} \right $ dB = $\frac{1}{2} \ln \left  \frac{S}{S_{ref}} \right $ Np ; dabei sind $S$ und $S_{ref}$ zwei Signale gleicher Art, mit $S_{ref}$ als Bezugssignal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np         |                                                                                                                    |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                             |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Einheiten        |                 |                                                                                                                      |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                        | Formelzeichen                | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Name             | Einheitszeichen | Bemerkungen                                                                                                          |
| 104                 | 702-07-04                   | absoluter Leistungspegel;<br>Leistungspegel | $L_P$                        | $L_P = 10 \lg \frac{P}{P_{\text{ref}}} \text{ dB} = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_{\text{ref}}} \text{ Np}$ ; dabei ist $P$ eine Leistung und $P_{\text{ref}}$ eine Bezugsleistung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np        |                                                                                                                      |
| 105                 | 702-07-06                   | absoluter Spannungspegel;<br>Spannungspegel | $L_U$                        | $L_U = 20 \lg \frac{U}{U_{\text{ref}}} \text{ dB} = \ln \frac{U}{U_{\text{ref}}} \text{ Np}$ ; dabei ist $U$ eine Spannung und $U_{\text{ref}}$ eine Bezugsspannung.<br><br>Das Synonym „Spannungspegel“ darf nur verwendet werden, wenn keine Missverständnisse möglich sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np        |                                                                                                                      |
| 106                 | 702-07-05                   | relativer Leistungspegel                    | $L_{r,x}$<br>$L_r$           | $L_{r,x} = L_{P,x} - L_{P,0}$ ; dabei sind $L_{P,x}$ und $L_{P,0}$ die absoluten Leistungspegel (104) am Messpunkt und an einem Bezugspunkt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np        |                                                                                                                      |
| 107                 | 702-08-03                   | Geräusch; Rauschen                          | $N$<br>$n$<br>$S_n$<br>$s_n$ | Ein Geräusch ist jeder veränderliche physikalische Vorgang, allgemein eine Größe, die offensichtlich keine Information trägt, und die einem erwünschten Signal überlagert oder mit ihm verbunden sein kann.<br><br>Hinsichtlich der Verwendung von Groß- und Kleinbuchstaben siehe IEC 60027-1:1992, 2.1.<br><br>„n“ (Kleinbuchstabe, steil) wird als Index für „Geräusch“ oder „Rauschen“ verwendet.<br><br>In Fällen, wo die Art der Rauschgröße bekannt ist, ist das zugehörige Formelzeichen (zum Beispiel $I, i$ für die Stromstärke) mit „n“ als Index zu verwenden (z. B. $I_n, i_n$ ). |                  |                 | Die Einheit hängt von der Art der Größe ab, die das Geräusch bildet (Stromstärke, elektrische Spannung, Druck usw.). |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                                              |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Einheiten        |                  |             |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                                         | Formelzeichen     | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Name             | Einheitenzeichen | Bemerkungen |
| 108                 | 103-09-05                   | spektrale Leistungsdichte <für ein Signal oder ein Geräusch> | $w(f)$            | $P = \int_0^{\infty} w(f) df$ ; dabei ist $f$ die Frequenz und $P$ die Gesamtleistung.<br><br>In der Signaltheorie wird die Benennung „Momentanleistung“ nach Übereinkunft für das Quadrat des Momentanwerts eines Signals verwendet. Dieses Quadrat ist einer physikalischen Leistung proportional, wenn das Signal oder das Geräusch eine Leistungswurzelgröße (Feldgröße) ist. Siehe IEC 60050-103:2009, 103-09-05, Anmerkung 1.<br><br>In einem physikalischen System ist die spektrale Leistungsdichte immer eine physikalische spektrale Leistungsdichte. | Watt durch Hertz | W/Hz             |             |
| 109                 |                             | spektrale Leistungsdichte von weißem Rauschen                | $N_0$             | Die spektrale Leistungsdichte (108) ist frequenzunabhängig:<br><br>$w(f) = N_0$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Watt durch Hertz | W/Hz             |             |
| 110                 | 702-08-51                   | äquivalente Rauschspannung                                   | $U_n$             | Gilt für ein Eintor-Netzwerk.<br><br>$U_n$ ist eine Effektivspannung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Volt             | V                |             |
| 111                 | 702-08-52                   | äquivalenter Rauschwiderstand;<br>Rauschwiderstand           | $R_{eq}$<br>$R_n$ | Gilt für ein Eintor-Netzwerk.<br><br>$R_{eq} = \frac{U_n^2}{4kT_{ref}\Delta f}$ ; dabei ist $U_n$ die äquivalente Rauschspannung (110), $k$ die Boltzmann-Konstante, $T_{ref}$ eine Bezugstemperatur und $\Delta f$ die betrachtete Frequenzbandbreite (154).<br><br>Das Synonym „Rauschwiderstand“ darf nur verwendet werden, wenn keine Missverständnisse möglich sind.                                                                                                                                                                                       | Ohm              | $\Omega$         |             |
| 112                 | 702-08-54                   | Rauschtemperatur                                             | $T(f)$            | Gilt für ein Eintor-Netzwerk;<br>$f$ ist Frequenz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kelvin           | K                |             |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                                                     |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Einheiten        |                  |             |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                                                | Formelzeichen  | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Name             | Einheitenzeichen | Bemerkungen |
| 113                 | 702-08-55                   | mittlere Rauschtemperatur                                           | $\bar{T}$      | Gilt für ein Eintor-Netzwerk.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Kelvin           | K                |             |
| 114                 | 702-08-56                   | äquivalente Rauschtemperatur                                        | $T_{eq}(f)$    | Gilt für ein Zweitor-Netzwerk;<br>$f$ ist Frequenz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kelvin           | K                |             |
| 115                 | 702-08-58                   | mittlere äquivalente Rauschtemperatur;<br>mittlere Rauschtemperatur | $\bar{T}_{eq}$ | Gilt für ein Zweitor-Netzwerk.<br><br>Das Synonym „mittlere Rauschtemperatur“ darf nur verwendet werden, wenn keine Missverständnisse möglich sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kelvin           | K                |             |
| 116                 | 702-08-57                   | Rauschfaktor<br><arithmetisch>                                      | $F(f)$         | Gilt für ein Zweitor-Netzwerk.<br><br>Der Rauschfaktor ist das Verhältnis der abgebbaren spektralen Leistungsdichte (108) des Ausgangsrauschens zur spektralen Leistungsdichte, die am Ausgang vorliegen würde, wenn die einzige Rauschquelle das thermische Rauschen am Eingang bei einer Bezugstemperatur $T_{ref}$ wäre:<br><br>$F(f) = 1 + \frac{T_{eq}(f)}{T_{ref}}$ ; dabei ist $T_{eq}(f)$ die äquivalente Rauschtemperatur (114).<br><br>Für die abgebbare Leistung siehe IEC 60050-702:1992, 702-07-11. | Eins             | 1                |             |
| 117                 | 702-08-57                   | Rauschfaktor<br><logarithmisch>;<br>Rauschmaß                       | $F_n(f)$       | $F_n(f) = 10 \lg F(f) \text{ dB} = \frac{1}{2} \ln F(f) \text{ Np}$ ; dabei ist $F(f)$ der arithmetische Rauschfaktor (116).<br><br>Im Englischen wird die Benennung „noise factor“ im Allgemeinen verwendet, wenn das Verhältnis arithmetisch ausgedrückt wird, und „noise figure“, wenn das Verhältnis logarithmisch ausgedrückt wird.<br><br>Im Französischen wird allgemein in beiden Fällen „facteur de bruit“ verwendet.                                                                                   | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np         |             |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                                                |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Einheiten        |                  |             |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                                           | Formelzeichen | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Name             | Einheitenzeichen | Bemerkungen |
| 118                 | 702-08-59                   | mittlerer Rauschfaktor <arithmetisch>;<br>Rauschfaktor         | $\bar{F}$     | Gilt für ein Zweitor-Netzwerk.<br><br>$\bar{F} = 1 + \frac{\bar{T}_{eq}}{T_{ref}}$ ; dabei ist $\bar{T}_{eq}$ die mittlere äquivalente Rauschtemperatur (115) und $T_{ref}$ eine Bezugstemperatur.<br><br>Das Synonym „Rauschfaktor“ darf nur verwendet werden, wenn keine Missverständnisse möglich sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Eins             | 1                |             |
| 119                 | 702-08-59                   | mittlerer Rauschfaktor <logarithmisch>;<br>mittleres Rauschmaß | $\bar{F}_n$   | $\bar{F}_n = 10 \lg \bar{F} \text{ dB} = \frac{1}{2} \ln \bar{F} \text{ Np}$ ; dabei ist $\bar{F}$ der arithmetische mittlere Rauschfaktor (118).<br><br>Im Englischen wird die Benennung „noise factor“ im Allgemeinen verwendet, wenn das Verhältnis arithmetisch ausgedrückt wird, und „noise figure“, wenn das Verhältnis logarithmisch ausgedrückt wird. Siehe IEC 60050-702:1992, 702-08-59, Anmerkung 2.<br><br>Im Französischen wird allgemein in beiden Fällen „facteur de bruit“ verwendet und in der Praxis das Adjektiv „logarithmique“ weggelassen.<br><br>Das Synonym „mittleres Rauschmaß“ darf nur verwendet werden, wenn keine Missverständnisse möglich sind. | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np         |             |
| 120                 | 702-08-61                   | Signal-Geräusch-Verhältnis;<br>Signal-Rausch-Verhältnis        | $k_{SN}$      | Quotient Signalleistung (102) durch Rauschleistung.<br>In der Praxis wird allgemein das Formelzeichen $S/N$ verwendet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Eins             | 1                |             |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                                                                            |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                           | Einheiten                                    |                 |                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                                                                       | Formelzeichen                      | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                              | Name                                         | Einheitszeichen | Bemerkungen                                                                                           |
| 121                 | 702-08-61                   | Signal-Geräusch-Abstand<br><logarithmisch>;<br>Signal-Rausch-Verhältnis<br><logarithmisch> | $K_{SN}$                           | $K_{SN} = 10 \lg k_{SN} \text{ dB} = \frac{1}{2} \ln k_{SN} \text{ Np}$ ;<br>dabei ist $k_{SN}$ das Signal-Geräusch-Verhältnis (120).<br><br>In der Praxis wird allgemein die Benennung „Signal-Rausch-Verhältnis“ und das Formelzeichen $S/N$ verwendet. | Dezibel<br>Neper                             | dB<br>Np        |                                                                                                       |
| 122                 | 103-07-17                   | Wachstumskoeffizient                                                                       | $\sigma$                           | Beispiel:<br>$u(t) = \hat{u} e^{\sigma t} \sin \omega t$ ;<br>dabei ist $u(t)$ eine sinusförmige Funktion der Zeit $t$ , mit der Kreisfrequenz $\omega$ und der Amplitude $\hat{u}$ .                                                                     | Dezibel durch Sekunde<br>Neper durch Sekunde | dB/s<br>Np/s    |                                                                                                       |
| 123                 | 103-05-24                   | Abklingkoeffizient;<br>Dämpfungskonstante                                                  | $\delta$                           | $\delta = -\sigma$ ;<br>dabei ist $\sigma$ der Wachstumskoeffizient (122).                                                                                                                                                                                | Dezibel durch Sekunde<br>Neper durch Sekunde | dB/s<br>Np/s    |                                                                                                       |
| 124                 | 103-07-16                   | komplexe Kreisfrequenz                                                                     | $\underline{s}$<br>$\underline{p}$ | $\underline{s} = \sigma + j\omega = -\delta + j\omega$ ; dabei ist<br>$\omega$ die Kreisfrequenz,<br>$\sigma$ der Wachstumskoeffizient (122) und<br>$\delta$ der Abklingkoeffizient (123).                                                                | Sekunde hoch minus eins                      | $s^{-1}$        | Spezifische Einheiten werden nur verwendet, wenn Realteil und Imaginärteil getrennt behandelt werden. |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                                      |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Einheiten        |                  |                                                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                                 | Formelzeichen                      | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Name             | Einheitenzeichen | Bemerkungen                                                                                                       |
| 125                 | 131-15-20                   | Übertragungsfunktion                                 | $\underline{H}$<br>$\underline{T}$ | $\underline{H}(\underline{s}) = \frac{\underline{S}_2(\underline{s})}{\underline{S}_1(\underline{s})};$ <p>dabei sind <math>\underline{S}_1</math> und <math>\underline{S}_2</math> die komplexen Darstellungen der Eingangs- bzw. der Ausgangssignale als Funktion der komplexen Kreisfrequenz <math>\underline{s}</math> (124).</p> <p>Die komplexen Größen sind allgemein die Laplace-Transformierten der zeitabhängigen Größen:</p> $\underline{H} = \frac{\mathcal{L}s_2(t)}{\mathcal{L}s_1(t)};$ <p>dabei sind <math>\mathcal{L}s_1(t)</math> und <math>\mathcal{L}s_2(t)</math> die Laplace-Transformierten der Signale <math>s_1(t)</math> und <math>s_2(t)</math>, und <math>t</math> ist die Zeit.</p> |                  |                  | Die Einheit der Größe $\underline{H}$ ist gleich dem Quotienten Einheit von $s_2(t)$ durch Einheit von $s_1(t)$ . |
| 126                 |                             | Übertragungsverstärkung                              | $G(\omega)$                        | $G(\omega) =  H(j\omega) $ ; dabei ist<br>$H(\sigma + j\omega)$ die Übertragungsfunktion (125)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |                  | Die Einheit ist dieselbe wie die von $\underline{H}$ .                                                            |
| 127                 |                             | Übertragungsdämpfung                                 | $A(\omega)$                        | $A(\omega) = 1/G(\omega)$ ; dabei ist<br>$G(\omega)$ die Übertragungsverstärkung (126)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                  | Die Einheit ist die reziproke Einheit von $\underline{H}$ .                                                       |
| 128                 |                             | Ausbreitungsmaß;<br>komplexes Dämpfungsmaß           | $\underline{\Gamma}$               | <p>Wenn die Übertragungsfunktion <math>\underline{H}</math> (125) die Dimension Eins (siehe IEC 60050-112:2010, 112-01-13) hat, ist</p> $\underline{H}(j\omega) = G(\omega) \exp[-jB(\omega)] = \exp[(\underline{\Gamma}(\omega))],$ $\underline{\Gamma} = A - jB \quad (\text{siehe 129 und 130}).$ <p>Siehe auch Kernübertragungsmaß (IEC 60050-131:2002, 131-15-25).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Eins             | 1                | Spezifische Einheiten werden nur verwendet, wenn Realteil und Imaginärteil getrennt behandelt werden.             |
| 129                 |                             | logarithmische Übertragungsdämpfung;<br>Dämpfungsmaß | $A$                                | $A = 20 (\lg e) \operatorname{Re}(\underline{\Gamma}) \text{ dB} = \operatorname{Re}(\underline{\Gamma}) \text{ Np};$ <p>dabei ist <math>\underline{\Gamma}</math> das Ausbreitungsmaß (128) und <math>e</math> die Basis des natürlichen Logarithmus.</p> <p>In der Praxis wird die Benennung „Dämpfungsmaß“ verwendet.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np         |                                                                                                                   |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                              |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Einheiten        |                  |                                         |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                         | Formelzeichen    | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Name             | Einheitenzeichen | Bemerkungen                             |
| 130                 |                             | Phasenmaß                    | $B$<br>$\varphi$ | $B(\omega) = \text{Im}(\underline{\Gamma}) = -\arg \underline{H}(j\omega)$ ; dabei ist $\underline{H}(\sigma + j\omega)$ die Übertragungsfunktion (125) und $\underline{\Gamma}$ das Ausbreitungsmaß (128).                                                                                                                                                     | Radiant<br>Grad  | rad<br>°         | $1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$ |
| 131                 |                             | Spannungs-Dämpfungsfaktor    | $a_U$            | $a_U = \frac{U_1}{U_2}$ ; dabei sind $U_1$ und $U_2$ zwei Spannungen.<br><br>Die Indizes 1 und 2 können zum Beispiel das Eingangstor und das Ausgangstor eines Zweitor-Netzwerks bezeichnen. Das Reziproke des Spannungs-Dämpfungsfaktors ist der Spannungs-Verstärkungsfaktor (133).<br><br>In der Praxis wird die Benennung „Spannungsdämpfung“ verwendet.    | Eins             | 1                |                                         |
| 132                 |                             | Spannungs-Dämpfungsmaß       | $A_U$            | $A_U = 20 \lg a_U \text{ dB} = \ln a_U \text{ Np}$ ; dabei ist $a_U$ der Spannungs-Dämpfungsfaktor (131).<br><br>Wenn das Spannungs-Dämpfungsmaß negativ ist, ist sein Absolutbetrag das Spannungs-Verstärkungsmaß (134).<br><br>In der Praxis wird die Benennung „Spannungsdämpfung“ verwendet.                                                                | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np         |                                         |
| 133                 |                             | Spannungs-Verstärkungsfaktor | $g_U$            | $g_U = \frac{U_2}{U_1}$ ; dabei sind $U_1$ und $U_2$ zwei Spannungen.<br><br>Die Indizes 1 und 2 können zum Beispiel das Eingangstor und das Ausgangstor eines Zweitor-Netzwerks bezeichnen. Der Kehrwert des Spannungs-Verstärkungsfaktors ist der Spannungs-Dämpfungsfaktor (131).<br><br>In der Praxis wird die Benennung „Spannungs-Verstärkung“ verwendet. | Eins             | 1                |                                         |
| 134                 |                             | Spannungs-Verstärkungsmaß    | $G_U$            | $G_U = 20 \lg g_U \text{ dB} = \ln g_U \text{ Np}$ ; dabei ist $g_U$ der Spannungs-Verstärkungsfaktor (133). Wenn das Spannungs-Verstärkungsmaß negativ ist, ist sein Betrag das Spannungs-Dämpfungsmaß (132).<br><br>In der Praxis wird die Benennung „Spannungs-Verstärkung“ verwendet.                                                                       | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np         |                                         |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Einheiten        |                 |             |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                      | Formelzeichen | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Name             | Einheitszeichen | Bemerkungen |
| 135                 | 702-02-10                   | Dämpfungsfaktor           | $a_P$         | <p>Für Scheinleistungen ist der Index <math>S</math> anstelle von <math>P</math> zu verwenden.</p> $a_P = \frac{P_1}{P_2}$ <p>Die Indizes 1 und 2 werden zur Bezeichnung der Signalleistung an zwei Punkten benutzt, zum Beispiel am Eingang und am Ausgang eines Zweitor-Netzwerks, oder zur Bezeichnung der Signalleistung unter zwei festgelegten Bedingungen, zum Beispiel zur Definition des Einfügungsdämpfungsmaßes (IEC 60050-131:2002, 131-15-30).</p> <p>Der Kehrwert des Dämpfungsfaktors ist der Verstärkungsfaktor (137).</p> <p>Im Englischen werden in der Praxis die Benennungen „power loss“ oder „power attenuation“ verwendet.</p> | Eins             | 1               |             |
| 136                 | 702-02-10                   | Dämpfungsmaß;<br>Dämpfung | $A_P$         | <p>Für Scheinleistungen ist der Index <math>S</math> anstelle von <math>P</math> zu verwenden.</p> $A_P = 10 \lg a_P \text{ dB} = \frac{1}{2} \ln a_P \text{ Np}$ <p>; dabei ist <math>a_P</math> der Dämpfungsfaktor (135).</p> <p>Wenn das Dämpfungsmaß negativ ist, ist sein Betrag das Verstärkungsmaß (138).</p> <p>Im Englischen wird in der Praxis wird „logarithmic“ bei den Benennungen weggelassen.</p>                                                                                                                                                                                                                                     | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np        |             |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                               |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Einheiten        |                  |             |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                          | Formelzeichen | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Name             | Einheitenzeichen | Bemerkungen |
| 137                 | 702-02-11                   | Verstärkungsfaktor;<br>Verstärkung;<br>Gewinn | $g_P$         | <p>Für Scheinleistungen ist der Index <math>S</math> anstelle von <math>P</math> zu verwenden.</p> $g_P = \frac{P_2}{P_1}.$ <p>Die Indizes 1 und 2 werden zur Bezeichnung der Signalleistung an zwei Punkten, zum Beispiel am Eingang und am Ausgang eines Zweitor-Netzwerks, oder zur Bezeichnung der Signalleistung unter zwei festgelegten Bedingungen, zum Beispiel zur Definition der verfügbaren Leistungsverstärkung (IEC 60050-702:1992, 702-07-12).</p> <p>Der Kehrwert des Verstärkungsfaktors ist der Dämpfungsfaktor (135).</p> <p>Im Englischen wird in der Praxis „factor“ bei den Benennungen weggelassen.</p> | Eins             | 1                |             |
| 138                 | 702-02-11                   | Verstärkungsmaß;<br>Gewinnmaß                 | $G_P$         | <p>Für Scheinleistungen ist der Index <math>S</math> anstelle von <math>P</math> zu verwenden.</p> $G_P = 10 \lg g_P \quad \text{dB} = \frac{1}{2} \ln g_P \quad \text{Np}; \text{ dabei ist } g_P \text{ der Verstärkungsfaktor (137).}$ <p>Wenn das Verstärkungsmaß negativ ist, ist sein Betrag das Dämpfungsmaß (136).</p> <p>Im Englischen wird in der Praxis „logarithmic“ bei den Benennungen weggelassen.</p>                                                                                                                                                                                                         | Dezibel<br>Neper | dB<br>Np         |             |
| 139                 | 702-08-60                   | effektive Rauschbandbreite                    | $B_n$         | <p>Gilt für ein Zweitor-Netzwerk.</p> $B_n = \frac{1}{g_{\max}} \int_0^{\infty} g(f) \, df; \text{ dabei ist } g(f) \text{ die verfügbare Leistungsverstärkung}$ <p>(IEC 60050-702:1992, 702-07-12) als Funktion der Frequenz <math>f</math> und <math>g_{\max}</math> ist die maximale Leistungsverstärkung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Hertz            | Hz               |             |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                         |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Einheiten                                |                 |                                                                                                                          |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                    | Formelzeichen                 | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Name                                     | Einheitszeichen | Bemerkungen                                                                                                              |
| 140                 | 103-10-18                   | Ausbreitungskoeffizient | $\underline{\gamma}$          | Koeffizient der Entfernung in der komplexen Darstellung einer Welle<br>$A_0 \exp(-\underline{\gamma}x + j\omega t + j\vartheta_0)$ ; dabei ist $x$ die Entfernung in Richtung der Ausbreitung, $\omega$ die Kreisfrequenz, $t$ die Zeit und $\vartheta_0$ der Nullphasenwinkel (IEC 60050-103:2009, 103-07-05).<br>Es gilt $\underline{\gamma} = \alpha + j\beta$ (siehe 141 und 142). | Meter hoch minus eins                    | $m^{-1}$        | Spezifische Einheiten werden nur verwendet, wenn Realteil und Imaginärteil getrennt behandelt werden. Siehe 119 und 120. |
| 141                 | 103-10-19                   | Dämpfungskoeffizient    | $\alpha$                      | $\alpha = \operatorname{Re} \underline{\gamma}$ ; dabei ist $\underline{\gamma}$ der Ausbreitungskoeffizient (140).                                                                                                                                                                                                                                                                    | Neper durch Meter<br>Dezibel durch Meter | Np/m<br>dB/m    |                                                                                                                          |
| 142                 | 103-10-20                   | Phasenkoeffizient       | $\beta$                       | $\beta = \operatorname{Im} \underline{\gamma}$ ; dabei ist $\underline{\gamma}$ der Ausbreitungskoeffizient (140).                                                                                                                                                                                                                                                                     | Radian durch Meter<br>Grad durch Meter   | rad/m<br>°/m    |                                                                                                                          |
| 143                 | 702-02-16                   | Phasenlaufzeit          | $t_\varphi$<br>$\tau_\varphi$ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Sekunde                                  | s               |                                                                                                                          |
| 144                 | 702-02-20                   | Gruppenlaufzeit         | $t_g$<br>$\tau_g$             | Siehe auch 608.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Sekunde                                  | s               |                                                                                                                          |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                        |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Einheiten           |                  |             |
|---------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|-------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                   | Formelzeichen                         | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Name                | Einheitenzeichen | Bemerkungen |
| 145                 | 103-10-13                   | Phasengeschwindigkeit  | $c_\varphi$<br>$v_\phi$<br>$c$<br>$v$ | <p>Die Phasengeschwindigkeit ist nur für Wellen definiert. Wenn sowohl Wellen als auch bewegte Teilchen betroffen sind, ist <math>c</math> für erstere und <math>v</math> für letztere zu verwenden.</p> <p>Die Phasengeschwindigkeit ist eine Vektorgröße mit Betrag <math> c_\varphi  = f \lambda = \frac{\omega}{k}</math>; dabei ist <math>f</math> die Frequenz, <math>\lambda</math> die Wellenlänge (147), <math>\omega</math> die Kreisfrequenz (IEC 60050-103:2009, 103-07-03) und <math>k</math> die Kreisrepetenz (IEC 60050-103:2009, 103-10-12).</p>                                                      | Meter durch Sekunde | m/s              |             |
| 146                 | 103-10-15                   | Gruppengeschwindigkeit | $c_g$<br>$v_g$                        | <p>Gruppengeschwindigkeit ist nur für Wellen definiert.</p> <p>Die Gruppengeschwindigkeit ist eine Vektorgröße mit dem Betrag</p> $ c_g  = \left  \frac{df}{d\frac{1}{\lambda}} \right  = \left  \frac{d\omega}{dk} \right ;$ <p>dabei ist <math>f</math> die Frequenz, <math>\lambda</math> die Wellenlänge (147), <math>\omega</math> die Kreisfrequenz (IEC 60050-103:2009, 103-07-03), und <math>k</math> die Kreisrepetenz (IEC 60050-103:2009, 103-10-12).</p> <p>Siehe auch 607, wo die Gruppengeschwindigkeit als die Vakuumlichtgeschwindigkeit dividiert durch die Gruppenbrechzahl (606) definiert ist.</p> | Meter durch Sekunde | m/s              |             |
| 147                 | 103-10-10                   | Wellenlänge            | $\lambda$                             | $\lambda = \frac{ c_\varphi }{f}$ ; dabei ist $c_\varphi$ die Phasengeschwindigkeit (145) und $f$ die Frequenz.<br><br>Siehe auch 602.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Meter               | m                |             |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                                 |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Einheiten |                  |             |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|-------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                            | Formelzeichen             | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Name      | Einheitenzeichen | Bemerkungen |
| 148                 | 702-07-24                   | komplexer Reflexionsfaktor;<br>Reflexionsfaktor | $\underline{r}$           | $\underline{r} = \frac{\underline{S}_r}{\underline{S}_i};$ <p>dabei sind <math>\underline{S}_i</math> und <math>\underline{S}_r</math> die komplexen Amplituden (IEC 60050-103:2009, 103-07-13) der einfallenden und der reflektierten Welle.</p> $\underline{r} = \frac{\underline{Z}_2 - \underline{Z}_1}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_1};$ <p>dabei ist <math>\underline{Z}_1</math> die Wellenimpedanz (307, 407) einer Übertragungsleitung vor einer Stoßstelle oder die Quellenimpedanz; <math>\underline{Z}_2</math> ist die Impedanz nach der Stoßstelle oder die Lastimpedanz, gesehen vom Übergang zwischen Quelle und Last.</p> | Eins      | 1                |             |
| 149                 | 726-07-09                   | Stehwellenverhältnis;<br>Welligkeitsfaktor      | $S$                       | $S = \frac{S_{\max}}{S_{\min}} = \frac{1 +  \underline{r} }{1 -  \underline{r} };$ <p>dabei sind <math>S_{\max}</math> und <math>S_{\min}</math> die maximalen und die minimalen Amplituden bei der Überlagerung von zwei Wellen, <math>\underline{r}</math> ist der komplexe Reflexionsfaktor (148).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Eins      | 1                |             |
| 150                 | 726-07-07                   | Übertragungsfaktor;<br>Transmissionsfaktor      | $\underline{\tau}$        | $\underline{\tau} = \frac{\underline{S}_t}{\underline{S}_i};$ <p>dabei sind <math>\underline{S}_i</math> und <math>\underline{S}_t</math> die komplexen Amplituden (IEC 60050-103:2009, 103-07-13) der einfallenden und der übertragenen Welle.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Eins      | 1                |             |
| 151                 |                             | Bezugsfrequenz                                  | $f_{\text{ref}}$<br>$f_0$ | Frequenz, auf die Bezug genommen wird.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Hertz     | Hz               |             |
| 152                 |                             | Resonanzfrequenz                                | $f_r$<br>$f_{\text{rsn}}$ | Frequenz einer erzwungenen Schwingung bei Resonanz (siehe IEC 60050-103:2009, 103-05-07).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Hertz     | Hz               |             |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                                                 |                             |                                                                                                                                                                                      | Einheiten       |                 |                                                                                                                                      |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                                            | Formelzeichen               | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                         | Name            | Einheitszeichen | Bemerkungen                                                                                                                          |
| 153                 | 151-13-54                   | Grenzfrequenz                                                   | $f_c$                       | Siehe auch 402.                                                                                                                                                                      | Hertz           | Hz              |                                                                                                                                      |
| 154                 | 103-09-02                   | Frequenz-Bandbreite;<br>Bandbreite                              | $f_B$<br>$B$<br>$\Delta f$  | Die Bandbreite des Frequenzintervalls $(f_1, f_2)$ ist $f_B = f_2 - f_1$ .                                                                                                           | Hertz           | Hz              |                                                                                                                                      |
| 155                 | 702-06-19                   | Modulationsgrad <bei Amplitudenmodulation>                      | $m$                         | $s(t) = \hat{s}(1 + m \sin \omega t) \sin \Omega t$ ;<br>dabei ist $\Omega$ die Kreisfrequenz der Trägerschwingung und $\omega$ die Kreisfrequenz der Modulationsschwingung.         | Eins            | 1               |                                                                                                                                      |
| 156                 | 702-04-54                   | Hüllkurve<br><eines Signals>;<br>Einhüllende<br><eines Signals> | $A(t)$                      | $\underline{s}(t) = A(t)e^{j\vartheta(t)}$ ;<br>dabei ist $\underline{s}(t)$ das einem gegebenen reellen Signal zugehörige analytische Signal (siehe IEC 60050-702:1992, 702-04-52). |                 |                 | Die Einheit hängt von der Art der Größe ab, die das Signal oder das Geräusch bildet (Stromstärke, elektrische Spannung, Druck usw.). |
| 157                 | 702-04-55                   | Phasenwinkel<br><eines Signals>                                 | $\vartheta(t)$<br>$\psi(t)$ | $\underline{s}(t) = A(t)e^{j\vartheta(t)}$ ;<br>dabei ist $\underline{s}(t)$ das einem gegebenen reellen Signal zugehörige analytische Signal (siehe IEC 60050-702:1992, 702-04-52). | Radiant<br>Grad | rad<br>°        | $1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$                                                                                              |
| 158                 | 702-04-56                   | Momentanfrequenz;<br>Augenblicksfrequenz                        | $f(t)$                      | $f(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\vartheta(t)}{dt}$ ;<br>dabei ist $\vartheta(t)$ der Phasenwinkel des Signals (157).                                                                   | Hertz           | Hz              |                                                                                                                                      |
| 159                 | 702-06-33                   | momentane Frequenzabweichung;<br>Frequenzabweichung             | $\Delta f(t)$               | $\Delta f(t) = f(t) - \Omega$ ;<br>dabei ist $f(t)$ die Momentanfrequenz (158) und $\Omega$ die Kreisfrequenz der Trägerschwingung.                                                  | Hertz           | Hz              |                                                                                                                                      |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                                       |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Einheiten      |                 |                                         |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                                                  | Formelzeichen                     | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                               | Name           | Einheitszeichen | Bemerkungen                             |
| 160                 | 702-06-34                   | Frequenzhub                                           | $(\Delta f)_{\text{mm}}$<br>$f_d$ | $(\Delta f)_{\text{mm}} = \max \Delta f(t);$<br>dabei ist $\Delta f(t)$ die momentane Frequenzabweichung (159).<br><br>Im Englischen darf das Synonym „peak deviation“ nur verwendet werden, wenn keine Missverständnisse möglich sind.                                                                    | Hertz          | Hz              |                                         |
| 161                 | 702-06-38                   | Frequenzmodulationsindex;<br>Modulationsindex         | $\delta$<br>$\eta$                | $\delta = \frac{2\pi(\Delta f)_{\text{mm}}}{\omega};$<br>dabei ist $(\Delta f)_{\text{mm}}$ der Frequenzhub (160) und $\omega$ die Kreisfrequenz der modulierenden Schwingung.<br><br>Das Synonym „Modulationsindex“ darf nur verwendet werden, wenn keine Missverständnisse möglich sind.                 | Eins           | 1               |                                         |
| 162                 | 702-06-31                   | momentane Phasenwinkelabweichung;<br>Phasenabweichung | $\Delta g(t)$                     | bei Phasenmodulation die Differenz zwischen der Phase des modulierten Signals und der Phase des Trägers ohne Modulation:<br>$s(t) = \hat{s} \sin(\Omega t + \Delta g(t));$<br>dabei ist $s(t)$ ein phasenmoduliertes Signal mit Spitzenwert $\hat{s}$ und $\Omega$ die Kreisfrequenz der Trägerschwingung. | Radian<br>Grad | rad<br>°        | $1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$ |
| 163                 | 702-06-32                   | Phasenhub                                             | $(\Delta g)_{\text{mm}}$<br>$g_d$ | $(\Delta g)_{\text{mm}} = \max \Delta g(t);$<br>dabei ist $\Delta g(t)$ die momentane Phasenwinkelabweichung (162).<br><br>Im Englischen darf das Synonym „peak deviation“ nur verwendet werden, wenn keine Missverständnisse möglich sind.                                                                | Radian<br>Grad | rad<br>°        | $1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$ |

| Nummer<br>des<br>Eintrags | Größe                               |                                            |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Einheiten |                            |             |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|-------------|
|                           | Eintrags-<br>nummer in<br>IEC 60050 | Name                                       | Formelzeichen | Definitionen und Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Name      | Einhei-<br>tenzei-<br>chen | Bemerkungen |
| 164                       | 103-07-32                           | Oberschwingungs-<br>gehalt;<br>Klirrfaktor | $d$<br>$k$    | $d = \frac{\sqrt{(U^2 - U_1^2)}}{U};$ <p>dabei ist <math>U</math> der Effektivwert einer periodischen Größe und <math>U_1</math> der Effektivwert der zugehörigen Grundschwingung.</p> <p>Die angegebenen Formelzeichen werden auch für Größen empfohlen, die Verzerrungen im Allgemeinen kennzeichnen, ohne dass die Ursache oder die Art der Verzerrung betrachtet wird. In speziellen Fällen muss ausdrücklich erwähnt werden, welche Art der Verzerrung gemeint ist, wobei, falls erforderlich, die angegebenen Formelzeichen mit den zugehörigen Indizes zu verwenden sind. Beispiel: Gesamt-Oberschwingungsverzerrung <math>d_h</math> (oder <math>k_h</math>), siehe IEC 60050-702:1992, 702-07-62.</p> | Eins      | 1                          |             |

## 5.2 Lineare zeitinvariante Netzwerke unter sinusförmigen Bedingungen

### 5.2.1 Allgemeines

Dieser Unterabschnitt 5.2 bezieht sich auf Netzwerke, die aus linearen zeitinvarianten Elementen bestehen und keine Strom- oder Spannungsquellen enthalten. Die betrachteten Größen sind für sinusförmige zeitliche Verläufe definiert und frequenzabhängig. Sie sind im Allgemeinen komplex; die Formelzeichen werden jedoch nicht unterstrichen.

Zur Anzeige des Matrixcharakters einer Größe werden kursive Buchstaben in Fettdruck empfohlen, zum Beispiel  $\mathbf{Z}$ . Der Buchstabe kann in Klammern gesetzt werden, zum Beispiel  $(\mathbf{Z}_{ij})$ .

Es werden nur Großbuchstaben für Formelzeichen angegeben, Kleinbuchstaben können aber auch verwendet werden, falls notwendig.

### 5.2.2 Zweitor-Netzwerke

Zur Festlegung der Vorzeichen von Matrixelementen wird die im Bild 1 dargestellte Vereinbarung verwendet.



**Bild 1 – Vereinbarungen über Vorzeichen in Stromkreisen**

Im Allgemeinen werden für die Kennzeichnung von Zweitormatrizen Großbuchstaben bevorzugt. Wenn ein Zweitor interne Zweitore enthält (wie elektronische Geräte), werden Kleinbuchstaben zur Kennzeichnung der internen Zweitore bevorzugt. Siehe auch IEC 60747-1.

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                   |                            |                                                                                                                                                                         | Einheiten |                 |             |
|---------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|-------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name              | Formelzeichen              | Definition und Bemerkungen                                                                                                                                              | Name      | Einheitszeichen | Bemerkungen |
| 201.1               | 131-14-08                   | Eingangsimpedanz  | $Z_1$                      | $Z_1$ ist die Eingangsimpedanz am Tor 1.<br>Wenn 1 und 2 nicht die passenden Indizes für Eingang und Ausgang sind, sind andere Indizes „in“ und „ex“ oder „l“ und „o“.  | Ohm       | $\Omega$        |             |
| 201.2               | 131-14-11                   | Ausgangsimpedanz  | $Z_2$                      | $Z_2$ ist die Ausgangsimpedanz am Tor 2.<br>Wenn 1 und 2 nicht die passenden Indizes für Eingang und Ausgang sind, sind andere Indizes „in“ und „ex“ oder „l“ und „o“.  | Ohm       | $\Omega$        |             |
| 202.1               | 131-14-09                   | Eingangsadmittanz | $Y_1$                      | $Y_1$ ist die Eingangsadmittanz am Tor 1.<br>Wenn 1 und 2 nicht die passenden Indizes für Eingang und Ausgang sind, sind andere Indizes „in“ und „ex“ oder „l“ und „o“. | Siemens   | S               |             |
| 202.2               | 131-14-12                   | Ausgangsadmittanz | $Y_2$                      | $Y_2$ ist die Ausgangsadmittanz am Tor 2.<br>Wenn 1 und 2 nicht die passenden Indizes für Eingang und Ausgang sind, sind andere Indizes „in“ und „ex“ oder „l“ und „o“. | Siemens   | S               |             |
| 203                 | 131-15-28                   | Wellenimpedanz    | $Z_0$<br>$Z_c$<br>$Z_{ch}$ | Das Formelzeichen für die zugehörige Admittanz hat den gleichen Index (siehe 408, 412, 418).<br>Siehe auch 307, 407, 411, 417, 501, 502.                                | Ohm       | $\Omega$        |             |
| 204                 | 131-15-23                   | Kernimpedanz      | $Z_i$<br>$Z_{im}$          | Das Formelzeichen für die zugehörige Admittanz hat den gleichen Index.                                                                                                  | Ohm       | $\Omega$        |             |
| 205                 | 131-15-24                   | Kettenimpedanz    | $Z_k$<br>$Z_{it}$          | Das Formelzeichen für die zugehörige Admittanz hat den gleichen Index.                                                                                                  | Ohm       | $\Omega$        |             |

| Nummer des Eintrags | Größe                       |                                  |               |                                                                                                                                                                            | Einheiten |                 |             |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|-------------|
|                     | Eintragsnummer in IEC 60050 | Name                             | Formelzeichen | Definition und Bemerkungen                                                                                                                                                 | Name      | Einheitszeichen | Bemerkungen |
| 206                 | 131-14-24                   | Impedanzmatrix                   | $Z$           | $\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = Z \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$ ; dabei ist $Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix}$ | Ohm       | $\Omega$        |             |
| 206.1               |                             | Leerlauf-Eingangsimpedanz        | $Z_{11}$      | $Z_{11} = \left( \frac{U_1}{I_1} \right)_{I_2=0}$                                                                                                                          | Ohm       | $\Omega$        |             |
| 206.2               |                             | Leerlauf-Transimpedanz rückwärts | $Z_{12}$      | $Z_{12} = \left( \frac{U_1}{I_2} \right)_{I_1=0}$<br><br>Siehe auch „Transimpedanz rückwärts“ (IEC 60050-131:2002, 131-14-14).                                             | Ohm       | $\Omega$        |             |
| 206.3               |                             | Leerlauf-Transimpedanz vorwärts  | $Z_{21}$      | $Z_{21} = \left( \frac{U_2}{I_1} \right)_{I_2=0}$<br><br>Siehe auch „Transimpedanz vorwärts“ (IEC 60050-131:2002, 131-14-13).                                              | Ohm       | $\Omega$        |             |
| 206.4               |                             | Leerlauf-Ausgangsimpedanz        | $Z_{22}$      | $Z_{22} = \left( \frac{U_2}{I_2} \right)_{I_1=0}$                                                                                                                          | Ohm       | $\Omega$        |             |
| 207                 | 131-14-25                   | Admittanzmatrix                  | $Y$           | $\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = Y \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$ ; dabei ist $Y = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix}$ | Siemens   | S               |             |
| 207.1               |                             | Kurzschluss-Eingangsadmittanz    | $Y_{11}$      | $Y_{11} = \left( \frac{I_1}{U_1} \right)_{U_2=0}$                                                                                                                          | Siemens   | S               |             |