

Formelzeichen der Elektrotechnik
 Teil 3: Logarithmische Größen sowie verwandte Größen
 und ihre Einheiten
 (IEC 25/201/CD : 1998)

DIN
IEC 25/201/CD

Einsprüche bis 30. Apr 1999

ICS 01.060; 01.075; 29.020

Vorgesehen als Ersatz für
DIN 5493-2 : 1994-09

Letter symbols to be used in electrical technology
 Part 3: Logarithmic and related quantities and their units
 (IEC 25/201/CD : 1998)

Symboles littéraires à utiliser en électrotechnique
 Partie 3: Grandeurs logarithmiques et connexes, et leurs unités
 (CEI 25/201/CD : 1998)

Das internationale Schriftstück IEC 25/201/CD, Ausgabe April 1998, "Letter symbols to be used in electrical technology - Part 3: Logarithmic and related quantities, and their units" ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden.

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten an die Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE), Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung des Internationalen Entwurfs [Committee Draft (CD)] IEC 25/201/CD : 1998-04 "Letter symbols to be used in electrical technology - Part 3: Logarithmic and related quantities, and their units".

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD beige-fügt, wobei dies keinen wesentlichen Einfluß auf den Preis des Norm-Entwurfs hat.

Der Internationale Entwurf wurde vom TC 25 "Quantities and units, and their letter symbols" der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und als CD herausgegeben. Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, daß ein auf IEC-Ebene entstandener Internationaler Norm-Entwurf im Schlußstadium [Final Draft International Standard (FDIS)] zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Abstimmung gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 2 Monate beträgt und zum FDIS keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, wird bereits der CD als nationaler Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung zum FDIS berücksichtigen zu können.

Falls die zukünftige Internationale Norm in Europa als EN übernommen wird, müssen entgegenstehende nationale Normen zurückgezogen werden. DKE und NATG werden prüfen, inwieweit davon die nationale Norm DIN 5493-2 : 1994-09 "Logarithmische Größen und Einheiten" betroffen sein wird.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium GK 112 "Größen, Einheiten und Formelzeichen" der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Fortsetzung Seite 2 bis 23
 und 26 Seiten IEC-Original

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)
 Normenausschuß Technische Grundlagen (NATG) — Einheiten und Formelgrößen —
 im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der in diesem Norm-Entwurf zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60 000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
-	ISO 31-0:1992 E DAM 1:1997	DIN 1313:1978-04 *) DIN 1338:1996-08 *)	-
-	ISO 31-2:1992 E DAM 1:1997	DIN 1301-2:1978-02 *) DIN 1304-1:1994-03 *)	-
-	ISO 31-7:1992 E DAM 1:1997	E DIN ISO 31-7:1994-05	-
*) nicht übereinstimmend			

Änderungen

Gegenüber DIN 5493-2 : 1994-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Internationalen Norminhalt übernommen.

Nationaler Anhang NA(informativ)

Literaturhinweise

DIN 1301-2	Einheiten – Allgemein angewendete Teile und Vielfache
DIN 1304-1	Formelzeichen – Allgemeine Formelzeichen
DIN 1313	Physikalische Größen und Gleichungen – Begriffe, Schreibweisen
DIN 1338	Formelschreibweise und Formelsatz
DIN ISO 31-7	Größen und Einheiten – Teil 7: Akustik; Identisch mit ISO 31-7:1992

Beginn der deutschen Übersetzung

Inhalt

1	Anwendungsbereich.....	4
2	Normative Verweisungen	4
3	Logarithmische Größen.....	4
4	Zusätzliche Information über logarithmische Größen	8
5	Namen, Formelzeichen und Einheitenzeichen.....	9
B.1	Größen der Informationstheorie.....	19
B.2	Feldgrößen	20
B.3	Leistungsgrößen.....	21

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60027 enthält allgemeine Informationen über logarithmische Größen sowie verwandte Größen und ihre Einheiten. Namen und Formelzeichen für solche Größen sowie Einheitenzeichen für die Einheiten werden angegeben, ferner (soweit angebracht) Umrechnungsfaktoren.

2 Normative Verweisungen

Die unten aufgeführten Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweise im vorliegenden Text auch Festlegungen dieser Internationalen Norm darstellen. Bei zitierten Normen, die mit Datum versehen sind, gelten etwaige spätere Änderungen oder überarbeitete Fassungen nicht. Es wird jedoch vorgeschlagen, daß Partner von Vereinbarungen, die auf dieser Internationalen Norm beruhen, die Möglichkeit prüfen, die jeweils neueste Ausgabe der unten angegebenen Normen anzuwenden. Für zitierte Normen ohne Datum gilt deren letzte Ausgabe. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO 31-0:1992, *Größen und Einheiten* — Teil 0: *Allgemeine Grundsätze*

ISO 31-2:1992, *Größen und Einheiten* — Teil 2: *Periodische und verwandte Phänomene*

ISO 31-7:1992, *Größen und Einheiten* — Teil 7: *Akustik*

3 Logarithmische Größen

Logarithmische Größen sind Größen, die mit Hilfe von Logarithmusfunktionen definiert sind. Für eine vollständige Definition einer logarithmischen Größe ist die Basis des Logarithmus ausdrücklich anzugeben. Nach der Herkunft des Arguments des Logarithmus kann man die logarithmischen Größen wie folgt einteilen:

- 1) Logarithmische Größen, bei denen das Argument von vornherein als Zahl gegeben ist, z. B. Größen, die in der Informationstheorie verwendet werden, wie der Entscheidungsgehalt, wo das Argument eine Anzahl von sich gegenseitig ausschließenden Ereignissen ist.
- 2) Logarithmische Größen, bei denen das Argument durch das Verhältnis von zwei Feldgrößen gleicher Dimension oder zwei Leistungsgrößen gegeben ist, z. B. in der Telekommunikation das Verhältnis zweier elektrischer Spannungen, oder in der Akustik das Verhältnis zweier Schalldrucke.
- 3) Andere logarithmische Größen.

Für *ein* Argument gibt der Logarithmus zu einer beliebigen Basis dieselbe Information zu dem betrachteten Sachverhalt wie das Argument selbst. Alle diese Logarithmen – die für ein variables Argument zueinander proportional sind – sowie das Argument selbst sind verschiedene Größen. Wegen der Proportionalität kann man den Zahlenwert ausdrücken, indem man unterschiedliche Basen der Logarithmen zusammen mit unterschiedlichen Einheiten benutzt.

Wenn es in einem bestimmten Anwendungsgebiet erwünscht ist, beim Ausdruck für den Zahlenwert eine andere Basis des Logarithmus zu verwenden als beim Ausdruck für die Größe, kann das geschehen, indem man eine andere Einheit als die kohärente Einheit 1 benutzt; diese andere Einheit ist dann eine nichtkohärente Einheit. Es ist jedoch zu beachten, daß in diesem Fall der Zahlenwert der Größe *nicht* gleich der Größe selbst ist. Deshalb muß eine nichtkohärente Einheit immer aus-

drücklich nach dem entsprechenden Zahlenwert geschrieben werden, während es nicht notwendig ist, die kohärente Einheit 1 (eins) zu schreiben.

In das System der logarithmischen Größen können auch Größen eingeschlossen werden, die Linearkombinationen oder Ableitungen logarithmischer Größen sind, oder Quotienten einer logarithmischen Größe durch eine andere Größe – z. B. der Dämpfungskoeffizient.

3.1 Größen der Informationstheorie

In der Informationstheorie wird häufig der binäre Logarithmus benutzt. Der natürliche und der dekadische Logarithmus werden jedoch auch verwendet. Diese Logarithmen werden wie folgt bezeichnet:

- binärer Logarithmus, lb, $(\log_2)$;
- natürlicher Logarithmus, ln, $(\log_e)$, und
- dekadischer Logarithmus, lg, $(\log_{10})$.

Aus technischen Gründen ist die binäre Darstellung in der Informationstheorie sehr verbreitet. (Komplexe Darstellung wird in der Informationstheorie nicht verwendet.) Deshalb werden binäre (und nicht natürliche) Logarithmen in den Gleichungen benutzt, die das Größensystem der Informationstheorie definieren. Es ist zu beachten, daß weder das Größensystem, auf dem das SI beruht, noch das SI selbst Bedeutung für die Informationstheorie hat.

In der Informationstheorie ergibt sich folgende allgemeine Beziehung zwischen einer logarithmischen Größe Q und ihren Zahlenwerten, wenn sie mit verschiedenen Einheiten ausgedrückt werden:

$$Q = \text{lb } x = (\text{lb } x) \text{ Sh} = (\ln x) \text{ nat} = (\lg x) \text{ Hart}.$$

Dabei ist das Shannon (Einheitenzeichen Sh) der Wert von Q für $x = 2$; die natürliche Informationseinheit (Zeichen nat) ist der Wert von Q für $x = e$, und das Hartley (Zeichen Hart) für $x = 10$. Somit gilt

$$1 \text{ Sh} = \text{lb } 2 = (\ln 2) \text{ nat} = (\lg 2) \text{ Hart} = 1$$

$$1 \text{ nat} = \text{lb } e = (\text{lb } e) \text{ Sh} = (\lg e) \text{ Hart} \approx 1,443$$

$$1 \text{ Hart} = \text{lb } 10 = (\text{lb } 10) \text{ Sh} = (\ln 10) \text{ nat} \approx 3,222.$$

BEISPIEL:

Für eine Anzahl von 3 sich gegenseitig ausschließenden Ereignissen ist der Entscheidungsgehalt

$$H_0 = \text{lb } 3 = \begin{cases} (\text{lb } 3) \text{ Sh} \approx 1,585 \text{ Sh} \\ (\ln 3) \text{ nat} \approx 1,098 \text{ nat} \\ (\lg 3) \text{ Hart} \approx 0,477 \text{ Hart}. \end{cases}$$

3.2 Feldgrößen

Eine Größe, deren Quadrat der Leistung proportional ist, wird als *Feldgröße* bezeichnet, sofern sie auf ein lineares System einwirkt. Solche Größen können reell oder komplex sein; wenn sie komplex sind, werden für die logarithmischen Größen vielfach die Verhältnisse ihrer Beträge herangezogen.

BEISPIELE:

Elektrische Stromstärke, elektrische Spannung, elektrische Feldstärke, magnetische Flußdichte, Schallschnelle, Druck, Kraft.

Für eine sinusförmige zeitabhängige Größe kann die komplexe Amplitude, der komplexe Effektivwert oder deren (dessen) Betrag herangezogen werden. Für eine nichtsinusförmige (periodische oder nichtperiodische) Größe wird der Effektivwert durch den quadratischen Mittelwert über ein zweckmäßig gewähltes Zeitintervall bestimmt. (Für eine periodische Größe ist das zweckmäßige Zeitintervall die Periodendauer.)

Für praktische Anwendungen in Telekommunikation und Akustik wird das Dezibel (Einheitenzeichen dB), also ein Zehntel des Bel, (Zeichen B), das auf dem dekadischen Logarithmus beruht, sehr viel benutzt. Bei theoretischen Anwendungen ergeben sich jedoch aus komplexer Darstellung und der Verwendung natürlicher Logarithmen Größen wie Dämpfungsmaß und Verstärkungsmaß zwanglos in Neper (Einheitenzeichen Np), zusammen mit dem Phasenmaß in Radiant (Zeichen rad).

Die Logarithmierung eines Verhältnisses von komplexen Größen geschieht am einfachsten mit dem natürlichen Logarithmus. Als Beispiel sei ein komplexer Dämpfungsfaktor betrachtet, der gleich dem Verhältnis zweier Feldgrößen F_1 und F_2 ist:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{|F_1|e^{j\varphi_1}}{|F_2|e^{j\varphi_2}} = \frac{|F_1|}{|F_2|}e^{j(\varphi_1-\varphi_2)} = \frac{|F_1|}{|F_2|}e^{j\varphi} \Rightarrow \ln \frac{F_1}{F_2} = \left(\ln \frac{|F_1|}{|F_2|} \right) + j\varphi$$

BEISPIEL:

$$\ln \frac{F_1}{F_2} = \ln \frac{30 e^{j\pi/2} \text{ V}}{3 e^{j\pi/3} \text{ V}} = \ln (10 e^{j\pi/6}) = (\ln 10) + j\pi/6 \approx 2,303 \text{ Np} + j 0,524 \text{ rad}$$

Den Realteil $\ln (|F_1|/|F_2|)$ ($\approx 2,303 \text{ Np}$) sowie den Imaginärteil φ ($\approx 0,524 \text{ rad}$) von $\ln (F_1/F_2)$ erhält man am leichtesten, wenn man den natürlichen Logarithmus benutzt. Viele andere mathematische Beziehungen werden ebenfalls einfacher, wenn e als Basis der verwendeten Logarithmen benutzt wird. Deshalb wurden für die Gleichungen, die Feldgrößen in dem Größensystem definieren, auf dem das SI beruht, natürliche Logarithmen gewählt; siehe ISO 31-2:1992, Pkt. 2-9.

Für den Pegel L_F einer Feldgröße F im Verhältnis zu einer Bezugsgröße F_0 gleicher Art ergibt sich die folgende allgemeine Beziehung zwischen der Größe und ihren in verschiedenen Einheiten ausgedrückten Zahlenwerten:

$$L_F = \ln \frac{F}{F_0} = \left(\ln \frac{F}{F_0} \right) \text{ Np} = 2 \left(\lg \frac{F}{F_0} \right) \text{ B} = 20 \left(\lg \frac{F}{F_0} \right) \text{ dB}.$$

Hier ist ein Neper (Einheitenzeichen Np) der Wert von L_F , wenn $F / F_0 = e$; ein Bel (Zeichen B) ist der Wert von L_F , wenn $F / F_0 = \sqrt{10}$; und ein Dezibel (Zeichen dB) ist der Wert von L_F , wenn $F / F_0 = \sqrt[20]{10}$. Somit gilt

$$1 \text{ Np} = \ln e = 2 (\lg e) \text{ B} = 20 (\lg e) \text{ dB} = 1$$

$$1 \text{ B} = \frac{1}{2} \ln 10 = \frac{1}{2} (\ln 10) \text{ Np} = 10 \text{ dB} \approx 1,151$$

$$1 \text{ dB} = \frac{1}{20} \ln 10 = \frac{1}{20} (\ln 10) \text{ Np} = \frac{1}{10} \text{ B} \approx 0,1151$$

Es ist festzuhalten, daß die Wahl des Nepers als kohärente SI-Einheit kein Hindernis für die Verwendung des Dezibels in praktischen Anwendungen, zum Beispiel in der Telekommunikation und in der Akustik, bedeutet.

ANMERKUNG: Man vergleiche die Situation im Maschinenbau, wo in der Praxis die Einheit Grad (Einheitenzeichen ...°) und nicht die SI-Einheit Radiant (Zeichen rad) benutzt wird, und in der Luftfahrt, wo in der Praxis die Einheiten Fuß (Zeichen ft), Seemeile und Knoten benutzt werden und nicht Meter, Kilometer und Meter durch Sekunde.

3.3 Leistungsgrößen

Eine Größe, die zu einer Leistung proportional ist, wird als Leistungsgröße bezeichnet. Da in vielen Fällen Energiegrößen proportional zu Leistungsgrößen sind, werden in diesem Zusammenhang Größen, die mit Energie im Zusammenhang stehen, oft als Leistungsgröße bezeichnet.

BEISPIELE:

Elektrische oder akustische Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung, entsprechende Leistungsdichten, sowie - in der Akustik und bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen - Energie und Energiedichte.

Da Leistungsgrößen eng mit Feldgrößen verknüpft sind, werden natürliche Logarithmen und dekadische Logarithmen auch für Leistungsgrößen verwendet.

Für den Pegel L_P einer Leistungsgröße P im Verhältnis zu einer Bezugsgröße P_0 gleicher Art ergibt sich die folgende allgemeine Beziehung zwischen der Größe und ihren in verschiedenen Einheiten ausgedrückten Zahlenwerten:

$$L_P = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \left(\ln \frac{P}{P_0} \right) \text{ Np} = \left(\lg \frac{P}{P_0} \right) \text{ B} = 10 \left(\lg \frac{P}{P_0} \right) \text{ dB}.$$

Hier ist ein Neper (Einheitszeichen Np) der Wert von L_P , wenn $P/P_0 = e^2$; ein Bel (Zeichen B) ist der Wert von L_P , wenn $P/P_0 = 10$; und ein Dezibel (Zeichen dB) ist der Wert von L_P , wenn $P/P_0 = \sqrt[10]{10}$. Somit gilt

$$1 \text{ Np} = \ln e = 2 (\lg e) \text{ B} = 20 (\lg e) \text{ dB} = 1$$

$$1 \text{ B} = \frac{1}{2} \ln 10 = \frac{1}{2} (\ln 10) \text{ Np} = 10 \text{ dB} \approx 1,151$$

$$1 \text{ dB} = \frac{1}{20} \ln 10 = \frac{1}{20} (\ln 10) \text{ Np} = \frac{1}{10} \text{ B} \approx 0,1151$$

3.4 Andere Größen

Die Einheiten Shannon (Sh), natürliche Informationseinheit (nat) und Hartley (Hart) werden nur in der Informationstheorie benutzt.

Die Einheiten Neper (Np) und Bel (B) – oder dessen Zehntel, das Dezibel (dB) – werden für weitere logarithmische Feldgrößen und andere logarithmische Leistungsgrößen in ähnlicher Weise wie für Pegel verwendet. Solche Größen sind beispielsweise Pegeldifferenzen, Dämpfungsmaße, Verstärkungsmaße und logarithmische Dekremente. Die Differenz zweier Pegel ist bei gleicher Bezugsgröße unabhängig von dieser Bezugsgröße. Für die Pegeldifferenz bei einer Feldgröße ergibt sich nämlich

$$\Delta L_F = \ln \frac{F_2}{F_0} - \ln \frac{F_1}{F_0} = \ln \frac{F_2}{F_1},$$

unabhängig von F_0 . Eine analoge Beziehung gilt für Pegeldifferenzen von Leistungsgrößen.

Wenn auf einem Anwendungsgebiet keine Beziehung zwischen der betrachteten physikalischen Größe und einer Feld- oder Leistungsgröße besteht, sollen die Einheiten Neper (Np) und Bel (B) – oder dessen Zehntel, das Dezibel (dB) – nicht verwendet werden. Beispielsweise ist in der Akustik das Frequenzmaßintervall $F = \lg(f_2/f_1)$, wobei f_1 und $f_2 > f_1$ die Frequenzen zweier Töne sind. Die kohärente Einheit für diese Größe wird als Oktave (Einheitenzeichen oct) bezeichnet.

4 Zusätzliche Information über logarithmische Größen

Ein Pegel, der eine Größe x darstellt, mit der Bezugsgröße x_{ref} , kann bezeichnet werden mit

$$L_x(\text{re } x_{\text{ref}}) \text{ oder durch } L_{x/x_{\text{ref}}}.$$

Nach den Grundsätzen des Größenkalküls ist es nicht korrekt, ein Anhängsel an den Namen einer Einheit oder an ein Einheitenzeichen anzubringen, um Information über die spezielle Art der betrachteten Größe oder über die Art der Messung mitzuteilen – siehe ISO 31-0:1992, Pkt. 3.2.1. Traditionell sind jedoch Anhängsel dieser Art in der Telekommunikation und in der Akustik gebräuchlich. Derartige zusätzliche Information sollte jedoch mit dem Formelzeichen der Größe und nicht mit dem Einheitenzeichen verbunden werden.

BEISPIELE:

$$L_p(\text{re } 20 \mu\text{Pa}) = 15 \text{ dB, oder } L_{p/20 \mu\text{Pa}} = 15 \text{ dB, nicht } L_p = 15 \text{ dB}(20 \mu\text{Pa})$$

$$L_I(\text{re } 1 \text{ A}) = -12 \text{ Np, oder } L_{I/1 \text{ A}} = -12 \text{ Np, nicht } L_I = -12 \text{ Np}(1 \text{ A})$$

$$L_P(\text{re } 1 \text{ mW}) = 7 \text{ dB, oder } L_{P/1 \text{ mW}} = 7 \text{ dB, nicht } L_P = 7 \text{ dB}(1 \text{ mW})$$

$$L_E(\text{re } 1 \mu\text{V/m}) = 50 \text{ Np, oder } L_{E/(1 \mu\text{V/m})} = 50 \text{ Np, nicht } L_E = 50 \text{ Np}(1 \mu\text{V/m})$$

$$L_A(\text{re } 1 \text{ pW}) = 60 \text{ dB, oder } L_A = 60 \text{ dB, nicht } L_P = 60 \text{ dB(A)}$$

Es wird empfohlen, in Zeichnungen und Tabellen und auf Meßgeräten einen Zahlenwert als Quotient der betrachteten Größe durch deren Einheit anzugeben.

BEISPIEL:

$$\frac{L_A(\text{re } 1 \text{ pW})}{\text{dB}}$$

5 Namen, Formelzeichen und Einheitenzeichen

Die Benennungen und Formelzeichen der logarithmischen Größen, sowie ihre Einheiten und Einheitenzeichen, zusammen mit verwandten Größen und ihren Einheiten, werden auf den folgenden Seiten wiedergegeben.

Umrechnungsfaktoren werden mit Hilfe von Einheitenbeziehungen angegeben, z. B.

$$1 \text{ B} = \ln \sqrt{10} \text{ Np, wobei } \ln \sqrt{10} \text{ der Umrechnungsfaktor ist.}$$

5.1 Informationstheorie: Größen

Nummer	Größe		Definition	Bemerkungen
	Name	Formel- zeichen		
3-1	Entscheidungsgehalt	H_0	$H_0 = \lg n$, wobei n die Anzahl von Ereignissen in einer endlichen Menge von sich gegenseitig ausschließenden Ereignissen ist.	Die Anzahl der Binärentscheidungen, die nötig ist, um ein Ereignis aus einer endlichen Menge von sich gegenseitig ausschließenden Ereignissen auszuwählen, ist gleich der kleinsten ganzen Zahl, die größer als oder gleich dem Entscheidungsgehalt ist.
3-2	Informationsgehalt	$I(x_i)$	$I(x_i) = \lg \frac{1}{p(x_i)}$, wobei $p(x_i)$ die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Ereignisses x_i aus einer endlichen Menge von n sich gegenseitig ausschließenden Ereignissen ist.	$i = 1, 2, \dots, n$, wobei n die Anzahl der sich gegenseitig ausschließenden Ereignisse ist.
3-3	Entropie	H	$H = \sum_{i=1}^n p(x_i) I(x_i)$, wobei $p(x_i)$ und $I(x_i)$ in Nr. 3-2 definiert sind.	Für eine gegebene Anzahl n von Ereignissen erreicht die Entropie ihren größten Wert, wenn alle $p(x_i)$ gleich sind, d.h. $p(x_i) = 1/n$. In diesem Fall ist die Entropie H gleich dem Entscheidungsgehalt H_0 .
3-4	Redundanz	R	$R = H_0 - H$, wobei H_0 und H in Nr. 3-1 bzw. 3-3 definiert sind.	

5.1 Informationstheorie: Einheiten

Nummer	Einheit		Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
	Name	Einheitenzeichen		
3-1.a	Shannon	Sh	$1 \text{ Sh} = \lg 2 = 1$	
3-2.a	Shannon	Sh	$1 \text{ Sh} = \lg 2 = 1$	
3-3.a	Shannon	Sh	$1 \text{ Sh} = \lg 2 = 1$	
3-3.b	Hartley	Hart	$1 \text{ Hart} = \lg 10$	$1 \text{ Hart} = \lg 10 \text{ Sh}$ $\approx 3,321\,928\,094\,8 \text{ Sh}$
3-3.c	natürliche Informationseinheit	nat	$1 \text{ nat} = \lg e$	$1 \text{ nat} = \lg e \text{ Sh}$ $\approx 1,442\,695\,040\,8 \text{ Sh}$
3-4.a	Shannon	Sh	$1 \text{ Sh} = \lg 2 = 1$	
3-4.b	Hartley	Hart	$1 \text{ Hart} = \lg 10$	$1 \text{ Hart} = \lg 10 \text{ Sh}$ $\approx 3,321\,928\,094\,8 \text{ Sh}$
3-4.c	natürliche Informationseinheit	nat	$1 \text{ nat} = \lg e$	$1 \text{ nat} = \lg e \text{ Sh}$ $\approx 1,442\,695\,040\,8 \text{ Sh}$

5.2 Allgemeine physikalische Größen: Größen

Nummer	Größe		Definition	Bemerkungen
	Name	Formelzeichen		
3-5	Pegel einer Feldgröße	L_F	$L_F = \ln (F/F_0)$, wobei F und F_0 zwei Feldgrößen gleicher Art sind; F_0 ist eine Bezugsgröße	Die Größe, auf der der Pegel basiert, ist im Namen des Pegels sowie im Index des Formelzeichens anzugeben, z. B. Pegel der elektrischen Feldstärke L_E .
3-6	Pegel einer Leistungsgröße	L_P	$L_P = (1/2) \ln (P/P_0)$, wobei P und P_0 zwei Leistungen sind; P_0 ist eine Bezugsleistung.	
3-7.1	Abklingkoeffizient	δ	Wenn eine Größe eine Funktion der Zeit t ist, gemäß	$F(t) = \operatorname{Re} (A \cdot e^{-(\delta + j\omega)t})$
3-7.2	Kreisfrequenz	ω	$F(t) = A \cdot e^{-\delta t} \cos \omega t$, dann ist δ der Abklingkoeffizient und ω ist die Kreisfrequenz.	Die Größe ωt ist der Phasenwinkel.
3-8.1	Dämpfungskoeffizient	α	Wenn eine Größe eine Funktion der Entfernung x ist, gemäß	$F(x) = \operatorname{Re} (A \cdot e^{-(\alpha + j\beta)x})$
3-8.2	Phasenkoeffizient	β	$F(x) = A \cdot e^{-\alpha x} \cos \beta x$, dann ist α der Dämpfungskoeffizient und β ist der Phasenkoeffizient.	Die Größe βx ist der Phasenwinkel.
3-8.3	Ausbreitungskoeffizient	γ	$\gamma = \alpha + j\beta$	$k = -j\gamma = \beta - j\alpha$ ist die komplexe Kreisrepetenz.
3-9	Logarithmisches Dekrement	Λ	$\Lambda = \delta T$ wobei δ in Nr. 3-7.1 definiert ist; $T = 2\pi/\omega$, wobei ω in Nr. 3-7.2 definiert ist.	$\Lambda = \ln \frac{F(t)}{F(t+T)}$
3-10	Frequenzmaßintervall; Frequenzintervall	F	$F = \lg (f_2/f_1)$, wobei f_2 die höchste und f_1 die niedrigste Frequenz in dem Frequenzintervall ist.	

5.2 Allgemeine physikalische Größen: Einheiten

Nummer	Einheit		Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
	Name	Einheitenzeichen		
3-5.a	Neper	Np	$1 \text{ Np} = \ln e = 1$	1 Np ist der Pegel einer Feldgröße, wenn $F/F_0 = e$.
3-5.b	Bel	B	$1 \text{ B} = \ln \sqrt{10}$	$1 \text{ B} = \ln \sqrt{10} \text{ Np}$ $\approx 1,151\,292\,546\,4 \text{ Np}$ 1 B ist der Pegel einer Feldgröße, wenn $F / F_0 = \sqrt{10}$
3-6.a	Neper	Np	$1 \text{ Np} = (1/2) \ln e^2 = 1$	1 Np ist der Pegel einer Leistungsgröße, wenn $P/P_0 = e^2$
3-6.b	Bel	B	$1 \text{ B} = (1/2) \ln 10$	$1 \text{ B} = \ln \sqrt{10} \text{ Np}$ $\approx 1,151\,292\,546\,4 \text{ Np}$ 1 B ist der Pegel einer Leistungsgröße, wenn $P/P_0 = 10$
3-7.a	durch Sekunde	s^{-1}		δ und ω werden oft in Np/s bzw. rad/s angegeben
3-8.a	durch Meter	m^{-1}		α und β werden oft in Np/m bzw. rad/m angegeben
3-9.a	Neper	Np	$1 \text{ Np} = \ln e = 1$	
3-10.a	Oktave	oct	$1 \text{ oct} = \lg 2 = 1$	
3-10.b	Dekade	dec	$1 \text{ dec} = \lg 10$	

5.3 Telekommunikation: Größen

Nummer	Größe		Definition	Bemerkungen
	Name	Formel- zeichen		
3-11.1	Spannungs- dämpfungsmaß	A_U	Für Transfer von 1 nach 2 $A_U = \ln (U_1/U_2)$	
3-11.2	Stromdämpfungsmaß	A_I	Für Transfer von 1 nach 2 $A_I = \ln (I_1/I_2)$	
3-11.3	Leistungs- dämpfungsmaß	A_P	Für Transfer von 1 nach 2 $A_P = (1/2) \ln (P_1/P_2)$	
3-12.1	Spannungs- verstärkungsmaß	G_U	Für Transfer von 1 nach 2 $G_U = \ln (U_2/U_1)$	
3-12.2	Strom- verstärkungsmaß	G_I	Für Transfer von 1 nach 2 $G_I = \ln (I_2/I_1)$	
3-12.3	Leistungs- verstärkungsmaß	G_P	Für Transfer von 1 nach 2 $G_P = (1/2) \ln (P_2/P_1)$	

5.3 Telekommunikation: Einheiten

Nummer	Einheit		Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
	Name	Einheitenzeichen		
3-11.a	Neper	Np	$1 \text{ Np} = \ln e$ $= (1/2) \ln e^2 = 1$	Wenn komplexe Größen betrachtet werden, wird der Realteil oft in Np und der Imaginärteil in rad angegeben. Diese Teile könnten auch in B bzw. ...° angegeben werden.
3-11.b	Bel	B	$1 \text{ B} = (1/2) \ln 10$ $= \ln \sqrt{10}$	
3-12.a	Neper	Np	$1 \text{ Np} = \ln e$ $= (1/2) \ln e^2 = 1$	Wenn komplexe Größen betrachtet werden, wird der Realteil oft in Np und der Imaginärteil in rad angegeben. Diese Teile könnten auch in B bzw. ...° angegeben werden.
3-12.b	Bel	B	$1 \text{ B} = (1/2) \ln 10$ $= \ln \sqrt{10}$	