

DIN EN ISO 80000-12



ICS 01.060

**Größen und Einheiten –
Teil 12: Festkörperphysik (ISO 80000-12:2009);
Deutsche Fassung EN ISO 80000-12:2013**

Quantities and units –
Part 12: Solid state physics (ISO 80000-12:2009);
German version EN ISO 80000-12:2013

Grandeurs et unités –
Partie 12: Physique de l'état solide (ISO 80000-12:2009);
Version allemande EN ISO 80000-12:2013

Gesamtumfang 31 Seiten

Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) im DIN
Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 80000-12:2009 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 12 „Quantities and units“, Sekretariat SIS (Schweden), der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 80000-12:2013 durch den Technischen Lenkungsausschuss (BT) des CEN übernommen.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitskreis NA 152-01-09-03 AK „Festkörperphysik“ im Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) im DIN.

ISO 80000 besteht aus den folgenden Teilen unter dem Haupttitel „*Quantities and units*“:

- *Part 1: General*
- *Part 2: Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology*^{*)}
- *Part 3: Space and time*
- *Part 4: Mechanics*
- *Part 5: Thermodynamics*
- *Part 7: Light*
- *Part 8: Acoustics*
- *Part 9: Physical chemistry and molecular physics*
- *Part 10: Atomic and nuclear physics*
- *Part 11: Characteristic numbers*
- *Part 12: Solid state physics*

IEC 80000 besteht aus den folgenden Teilen unter dem Haupttitel „*Quantities and units*“:

- *Part 6: Electromagnetism*
- *Part 13: Information science and technology*
- *Part 14: Telebiometrics related to human physiology*

Zu den in Abschnitt 2 aufgeführten internationalen Dokumenten wird auf die folgenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 80000-2	siehe	DIN EN 80000-6
ISO 80000-3	siehe	DIN EN ISO 80000-3
ISO 80000-5	siehe	DIN EN ISO 80000-5
ISO 80000-7	siehe	DIN EN ISO 80000-7 ^{**)}
ISO 80000-8	siehe	DIN EN ISO 80000-8
ISO 80000-9	siehe	DIN EN ISO 80000-9
ISO 80000-10	siehe	DIN EN ISO 80000-10

Anmerkungen zur deutschsprachigen Fassung

Es wird darauf hingewiesen, dass die in der englischen Originalfassung zitierten CODATA-Werte von 2006 nicht mehr aktuell sind. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

^{*)} Der Titel ist in der zweiten Auflage von ISO 80000-2 zu „Mathematics“ zu verkürzen.

^{**)} In Vorbereitung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 80000-6, *Größen und Einheiten — Teil 6: Elektromagnetismus*

DIN EN 80000-13, *Größen und Einheiten — Teil 13: Informationswissenschaft und -technik*

DIN EN 80000-14, *Größen und Einheiten — Teil 14: Telebiometrische Identifizierung unter den Bedingungen der Physiologie des Menschen*

DIN EN ISO 80000-1, *Größen und Einheiten — Teil 1: Allgemeines*

DIN EN ISO 80000-2, *Größen und Einheiten — Teil 2: Mathematische Zeichen für Naturwissenschaft und Technik*

DIN EN ISO 80000-3, *Größen und Einheiten — Teil 3: Raum und Zeit*

DIN EN ISO 80000-4, *Größen und Einheiten — Teil 4: Mechanik*

DIN EN ISO 80000-5, *Größen und Einheiten — Teil 5: Thermodynamik*

DIN EN ISO 80000-7^{***}), *Größen und Einheiten — Teil 7: Licht*

DIN EN ISO 80000-8, *Größen und Einheiten — Teil 8: Akustik*

DIN EN ISO 80000-9, *Größen und Einheiten — Teil 9: Physikalische Chemie und Molekularphysik*

DIN EN ISO 80000-10, *Größen und Einheiten — Teil 10: Atomare und nukleare Physik*

DIN EN ISO 80000-11; *Größen und Einheiten — Teil 11: Kenngrößen der Dimension Zahl*

^{***}) In Vorbereitung.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Größen und Einheiten —
Teil 12: Festkörperphysik (ISO 80000-12:2009)

Quantities and units —
Part 12: Solid state physics (ISO 80000-12:2009)

Grandeurs et unités —
Partie 12: Physique de l'état solide (ISO 80000-12:2009)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. März 2013 angenommen.

Die CEN und 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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN und 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 CEN und CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN- und CENELEC-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute und elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



CEN-CENELEC Management Centre:
Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

Inhalt	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	3
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Benennungen, Formelzeichen und Definitionen	5
Anhang A (normativ) Formelzeichen für Richtungen und Ebenen in Kristallen	26
Literaturhinweise	27

Vorwort

Der Text von ISO 80000-12:2009 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 12 „Quantities and units“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 80000-12:2013 übernommen.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 80000-12:2009 wurde vom CEN als EN ISO 80000-12:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

0.1 Aufbau der Tabellen

Die Tabellen der Größen und Einheiten in dieser Internationalen Norm sind so aufgebaut, dass die Größen auf den links stehenden Seiten und die Einheiten auf den rechts daneben stehenden Seiten stehen.

Alle Einheiten zwischen zwei durchgezogenen Linien gehören zu den links zwischen denselben durchgezogenen Linien stehenden Größen.

Wenn die Benummerung eines Eintrags bei der Überarbeitung eines Teils der ISO 31 geändert wurde, steht die frühere Nummer auf der links stehenden Seite in Klammern unter der neuen Nummer. Ein Strich bedeutet, dass der betreffende Eintrag in der vorangegangenen Ausgabe nicht enthalten war.

0.2 Tabellen der Größen

Die Benennungen in englischer und französischer Sprache der wichtigsten Größen im Anwendungsbereich dieses Dokuments sind zusammen mit ihren Formelzeichen, und meist auch ihren Definitionen angegeben. Die Benennungen und Formelzeichen sind Empfehlungen. Die Definitionen sind auf den linken Seiten der Tabelle zur Identifikation der Größen im Internationalen Größensystem (ISQ) angegeben. Sie sind nicht zwingend vollständig.

Der skalare, vektorielle oder tensorielle Charakter von Größen ist herausgestellt, insbesondere wenn dies für die Definitionen erforderlich ist.

In den meisten Fällen ist für eine Größe nur eine Benennung und ein Formelzeichen angegeben. Wo mehrere Benennungen oder Formelzeichen für eine Größe angegeben sind und keine Unterscheidung gemacht ist, sind sie gleichrangig. Wenn es zwei Formen eines Buchstabens gibt (wie z. B. bei ϑ und θ , φ und ϕ , a und α , g und g), ist nur eine angegeben. Das bedeutet nicht, dass die jeweils andere nicht auch anwendbar

ist. Es wird empfohlen, solchen Varianten keine unterschiedlichen Bedeutungen zuzuweisen. Ein Formelzeichen in Klammern ist ein Ausweichzeichen und zu benutzen, wenn in einem betrachteten Zusammenhang das Vorzugszeichen mit einer anderen Bedeutung benutzt wird.

In der englischen Fassung dieser Norm sind die französischen Benennungen kursiv gesetzt und mit dem Vorsatz *fr.* gekennzeichnet. Das Geschlecht der französischen Benennungen ist mit (m) für männlich und (f) für weiblich angegeben.

0.3 Tabellen der Einheiten

0.3.1 Allgemeines

Die Namen der den Größen zugeordneten Einheiten sind zusammen mit den internationalen Einheitenzeichen und den Definitionen angegeben. Die Einheitennamen sind sprachabhängig, aber die Einheitenzeichen sind international und dieselben in allen Sprachen. Für weitergehende Information siehe die Broschüre „Le système international d'unités (SI-Broschüre)“ (8. Auflage, 2006) vom Bureau international des poids et mesures (BIPM) und ISO 80000-1.

Die Einheiten sind wie folgt angeordnet:

- a) Die kohärenten SI-Einheiten sind zuerst angegeben. Die SI-Einheiten sind von der Generalkonferenz für Maß und Gewicht (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM) angenommen. Die Verwendung der kohärenten SI-Einheiten und ihre mit den SI-Vorsätzen gebildeten dezimalen Vielfachen und deren Teile wird empfohlen, auch wenn die dezimalen Vielfachen und deren Teile nicht explizit angegeben sind.
- b) Einige Einheiten außerhalb des SI sind danach angegeben, und zwar jene, die vom Internationalen Komitee für Maß und Gewicht (Comité International des Poids et Mesures, CIPM) oder von der Internationalen Organisation für gesetzliches Messwesen (Organisation Internationale de Métrologie Légale, OIML) oder von ISO und IEC zur Benutzung zusammen mit dem SI angenommen wurden.

Solche Einheiten sind in dem Eintrag von den SI-Einheiten durch eine gestrichelte Linie abgetrennt.

- c) Einheiten außerhalb des SI, deren Benutzung zusammen mit dem SI zurzeit akzeptiert ist, sind in einer kleineren Schriftgröße (kleiner als der Text) in der Spalte „Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen“ angegeben.
- d) Nicht empfohlene Einheiten außerhalb des SI sind nur in Anhängen in einigen Teilen dieser internationalen Norm angegeben. Diese Anhänge sind nur informativ, in erster Linie hinsichtlich der Umrechnungsfaktoren, und nicht normativ. Die nicht empfohlenen Einheiten sind in zwei Gruppen eingeteilt:
 - 1) Einheiten des CGS-Systems mit besonderen Namen;
 - 2) Einheiten, die auf foot, pound, second basieren sowie einige andere damit zusammenhängende Einheiten.
- e) Andere Einheiten außerhalb des SI, im Besonderen die Umrechnungsfaktoren betreffend, sind in einem anderen informativen Anhang zur Information angegeben.

0.3.2 Bemerkung zu Einheiten für Größen der Dimension Eins

Die kohärente Einheit für jede Größe der Dimension Zahl ist die Zahl Eins, Einheitenzeichen: 1. Bei Angabe des Wertes einer solchen Größe wird das Einheitenzeichen 1 im Allgemeinen nicht explizit geschrieben.

BEISPIEL 1 Brechzahl $n = 1,53 \cdot 1 = 1,53$

Es dürfen keine Vorsätze zur Einheit 1 verwendet werden, um Vielfache oder Teile dieser Einheit zu bilden. Anstelle von Vorsätzen werden Zehnerpotenzen empfohlen.

BEISPIEL 2 Reynoldszahl $Re = 1,32 \cdot 10^3$

Unter Berücksichtigung, dass der ebene Winkel und der Raumwinkel im Allgemeinen als Verhältnis zweier Längen bzw. als Verhältnis zweier Flächen angegeben wird, hat die CGPM 1995 festgelegt, dass im SI der Radiant, Einheitenzeichen: rad, und der Steradian, Einheitenzeichen: sr, abgeleitete Einheiten der Dimension Eins sind. Daraus folgt, dass die Größen ebener Winkel und Raumwinkel als abgeleitete Größen

der Dimension Eins betrachtet werden. Die Einheiten Radiant und Steradian dürfen entweder weggelassen werden, oder sie dürfen in Ausdrücken für abgeleitete Einheiten benutzt werden, um die Unterscheidung von Größen verschiedener Art aber gleicher Dimension zu erleichtern.

0.4 Zahlenangaben in dieser Norm

Das Zeichen = wird benutzt, um auszudrücken „ist genau gleich“, das Zeichen $\approx$ wird benutzt, um auszudrücken „ist ungefähr gleich“ und das Zeichen $:=$ wird benutzt, um auszudrücken „ist definitionsgemäß gleich“.

Werte physikalischer Größen, die experimentell ermittelt wurden, ist immer eine Messunsicherheit zugeordnet. Diese Unsicherheit sollte immer angegeben werden. In dieser internationalen Norm ist die Unsicherheit wie im folgenden Beispiel angegeben.

BEISPIEL $l = 2,34782(32)\text{ m}$

In diesem Beispiel $l = a(b)\text{ m}$ bezieht sich der in Klammern angegebene Zahlenwert der Unsicherheit auf die letzten Stellen des Zahlenwertes der Länge l . Diese Schreibweise wird benutzt, wenn b die Standardunsicherheit der letzten Stellen von a darstellt. Das vorstehende Beispiel darf so verstanden werden, dass der beste Schätzwert des Zahlenwertes für l , wenn l in der Einheit Meter angegeben wird, 2,34782 ist, und dass der unbekannte Wert von l zwischen $(2,34782 - 0,00032)\text{ m}$ und $(2,34782 + 0,00032)\text{ m}$ mit einer Wahrscheinlichkeit vermutet wird die sich aus der Standardunsicherheit $(0,00032)\text{ m}$ unter Zugrundelegung einer Normalverteilung der Werte von l ermittelt.

1 Anwendungsbereich

ISO 80000-12 enthält Benennungen, Formelzeichen und Definitionen für Größen und Einheiten der Festkörperphysik. Wo benötigt, sind auch Umrechnungsfaktoren aufgeführt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).^{N1)}

ISO 80000-3:2006, *Quantities and units — Part 3: Space and time*

ISO 80000-4:2006, *Quantities and units — Part 4: Mechanics*

ISO 80000-5:2007, *Quantities and units — Part 5: Thermodynamics*

IEC 80000-6:2008, *Quantities and units — Part 6: Electromagnetism*

ISO 80000-8:2007, *Quantities and units — Part 8: Acoustics*

ISO 80000-9:2009, *Quantities and units — Part 9: Physical chemistry and molecular physics*

ISO 80000-10:2009, *Quantities and units — Part 10: Atomic and nuclear physics*

3 Benennungen, Formelzeichen und Definitionen

Die Tabellen auf den folgenden Seiten enthalten Benennungen, Formelzeichen und Definitionen für Größen und Einheiten der Festkörperphysik.

^{N1)} Nationale Fußnote: Fehlende Verweisung: ISO 80000-7:2008; *Quantities and units — Part 7: Light*.

Festkörperphysik				Größen
Nr	Benennung	Formelzeichen	Definition	Bemerkung
12-1.1 (13-1.1)	Gittervektor, Translationsvektor	$\mathbf{R}$	Verschiebungsvektor, der das Kristallgitter auf sich selbst abbildet	$\mathbf{R} = n_1 \mathbf{a}_1 + n_2 \mathbf{a}_2 + n_3 \mathbf{a}_3$, wobei n_1 , n_2 , und n_3 ganze Zahlen sind.
12-1.2 (13-1.2)	fundamentale Gittervektoren, Basisvektoren	$\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3$, $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$	fundamentale Verschiebungsvektoren des Kristallgitters	
12-2.1 (13-2.1)	reziproker Gittervektor	$\mathbf{G}$	Vektor, dessen Skalarprodukte mit allen Basisvektoren ganzzahlige Vielfache von 2π sind	In der Kristallographie wird jedoch manchmal die Größe $\mathbf{G}/2\pi$ benutzt.
12-2.2 (13-2.2)	reziproke Basisvektoren	$\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2, \mathbf{b}_3$	Basisvektoren für das reziproke Gitter	$\mathbf{a}_i \cdot \mathbf{b}_j = 2\pi \delta_{ij}$ In der Kristallographie wird jedoch manchmal die Größe $\mathbf{b}_j/2\pi$ benutzt.
12-3 (13-3)	Gitterebenen- abstand	d	Abstand zwischen benachbarten Gitterebenen	
12-4 (13-4)	Bragg-Winkel	ϑ	$2d \sin \vartheta = n\lambda$, dabei bezeichnet d den Gitterebenenabstand (Nr 12-3), λ die Wellenlänge der betrachteten Strahlung (ISO 80000-7:2008, 7-3.2) und n eine ganze Zahl	
12-5 (13-5)	Reflexions- ordnung	n		
12-6.1 (13-6.1)	Nahordnungs- parameter	r, σ	Anteil der benachbarten Atompaare in einem Ising-Ferromagneten mit magnetischen Momenten in einer bestimmten Richtung abzüglich des Anteils mit magnetischen Momenten in der entgegengesetzten Richtung	Ähnliche Definitionen werden für andere Ordnungsphänomene verwendet. Häufig werden auch andere Formelzeichen verwendet
12-6.2 (13-6.2)	Fernordnungs- parameter	R, s	Anteil der Atome in einem Ising-Ferro- magneten mit magnetischen Momenten in einer bestimmten Richtung abzüglich des Anteils mit magnetischen Momenten in der entgegengesetzten Richtung	
12-6.3 (—)	atomarer Streufaktor	f	$f = E_a / E_e$, dabei bezeichnet E_a die Amplitude der Streustrahlung eines Atoms und E_e die eines einzelnen Elektrons	
12-6.4 (—)	Strukturfaktor	$F(h, k, l)$	$F(h, k, l) = \sum_{n=1}^N f_n \exp(2\pi i(h x_n + k y_n + l z_n)),$ dabei bezeichnet f_n den atomaren Streufaktor (12-6.3) für Atom n , und x_n, y_n, z_n bezeichnen dessen partielle Koordinaten in der Elementarzelle; zu h, k, l , siehe Anhang A	