

DIN EN ISO 80000-11

ICS 01.060

Entwurf

Einsprüche bis 2017-03-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 80000-11:2013-08

**Größen und Einheiten –
Teil 11: Kenngrößen der Dimension Zahl (ISO/DIS 80000-11:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 80000-11:2017**

Quantities and units –
Part 11: Characteristic numbers (ISO/DIS 80000-11:2017);
German and English version prEN ISO 80000-11:2017

Grandeurs et unités –
Partie 11: Nombres caractéristiques (ISO/DIS 80000-11:2017);
Version allemande et anglaise prEN ISO 80000-11:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-01-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an natg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 95 Seiten

DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 80000-11:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 12 „Quantities and units“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/SS F02 „Units and symbols“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom CCMC gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 152-01-09 AA „Physikalische Chemie, Molekularphysik und Physik der Kondensierten Materie“ im DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 80000-11 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument normativ zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

IEC 80000-6:2008	siehe	DIN EN 80000-6:2008-09
ISO 80000-3:2006	siehe	DIN EN ISO 80000-3:2013-08
ISO 80000-4:2006	siehe	DIN EN ISO 80000-4:2013-08
ISO 80000-5:2007	siehe	DIN EN ISO 80000-5:2013-08
ISO 80000-8:2007	siehe	DIN EN ISO 80000-8:2008-01
ISO 80000-9:2009	siehe	DIN EN ISO 80000-9:2013-08
ISO 80000-12:2009	siehe	DIN EN Iso 80000-12:2013-08

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 80000-11:2013-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) Text zu Punkt 3 wurde neu definiert;
- c) Inhalt der Tabelle 4 wurde neu überarbeitet;
- d) redaktionelle Änderungen wurden vorgenommen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 80000-6:2008-09, *Größen und Einheiten — Teil 6: Elektromagnetismus (IEC 80000-6:2008)*; Deutsche Fassung EN 80000-6:2008

DIN EN ISO 80000-3:2013-08, *Größen und Einheiten — Teil 3: Raum und Zeit (ISO 80000 3:2006)*; Deutsche Fassung EN ISO 80000-3:2013

DIN EN ISO 80000-4:2013-08, *Größen und Einheiten — Teil 4: Mechanik (ISO 80000-4:2006)*; Deutsche Fassung EN ISO 80000 4:2013

DIN EN ISO 80000-8:2008-01, *Größen und Einheiten — Teil 5: Thermodynamik (ISO 80000-5:2007)*; Deutsche Fassung EN ISO 80000-5:2013

DIN EN ISO 80000-09:2013, *Größen und Einheiten — Teil 9: Physikalische Chemie und Molekularphysik (ISO 80000-9:2009 + Amd 1:2011)*; Deutsche Fassung EN ISO 80000-9:2013

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

— Leerseite —

Größen und Einheiten — Teil 11: Kenngrößen der Dimension Zahl (ISO/DIS 80000-11:2017)

Grandeurs et unités — Partie 11: Nombres caractéristiques (ISO/DIS 80000-11:2017)

Quantities and units — Part 11: Characteristic numbers (ISO/DIS 80000-11:2017)

ICS:

Deskriptoren:

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Benennungen, Formelzeichen und Definitionen	6
4 Impulsübertragung	7
5 Wärmeübertragung	22
6 Stoffübertragung in einem binären Gemisch	30
7 Materialkonstanten	37
8 Magnetohydrodynamik	40
9 Verschiedenes	47
Literaturhinweise	48

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 80000-11:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 12 „Quantities and units“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 0 „Europäisches Komitee für Normung (CEN)“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 80000-11:2013-08 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 80000-11:2017 wurde vom CEN als prEN ISO 80000-11:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 12, *Quantities and units*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 80000-11:2008).

ISO 80000 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Quantities and units*:

- *Part 1: General*
- *Part 2: Mathematics*
- *Part 3: Space and time*
- *Part 4: Mechanics*
- *Part 5: Thermodynamics*
- *Part 7: Light and radiation*
- *Part 8: Acoustics*
- *Part 9: Physical chemistry and molecular physics*
- *Part 10: Atomic and nuclear physics*
- *Part 11: Characteristic numbers*
- *Part 12: Condensed matter physics*

IEC 80000 besteht aus den folgenden Teilen (in Kooperation mit IEC/TC 25) unter dem allgemeinen Titel *Quantities and units*:

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

1 Anwendungsbereich

ISO 80000-11 enthält Benennungen, Formelzeichen und Definitionen für Kenngrößen der Dimension Zahl, die zur Beschreibung von Beförderungs- und Übertragungsphänomenen verwendet werden.

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).

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 80000-9:2009, *Quantities and units — Part 12: Condensed matter physics*

3 Benennungen, Formelzeichen und Definitionen

Die Tabellen auf den folgenden Seiten enthalten Benennungen, Formelzeichen und Definitionen für Kenngrößen der Dimension Zahl.

Kenngrößen sind physikalische Größen der Dimensionszahl 1, auch wenn sie gewöhnlich und fälschlicherweise als dimensionslose Größen bezeichnet werden. Sie werden bei der Untersuchung von Naturvorgängen und technischen Prozessen verwendet und legen Informationen über das Prozessverhalten dar oder enthüllen [können darlegen oder enthüllen] Ähnlichkeiten zwischen verschiedenen Prozessen.

Kennzahlen werden oft als Kräfteverhältnisse beschrieben, in einigen Fällen sind sie jedoch Verhältnisse von Energie oder Arbeit, auch wenn sie in der Literatur als Kräfte verzeichnet werden; manchmal ist es das Verhältnis von charakteristischen Zeiten.

Kennzahlen dürfen durch dieselbe Gleichung definiert werden, doch unterschiedliche Bezeichnungen haben, falls sie sich auf unterschiedliche Arten von Prozessen beziehen.

Kennzahlen der Dimension Zahl dürfen als Produkte oder Bruchteile anderer Kennzahlen der Dimension Zahl ausgedrückt werden, falls diese für die gleiche Art von Prozess gültig sind. Die folgenden Tabellen sind dementsprechend nach einigen Gruppen von Prozessen angeordnet.

Da es eine gewaltige Menge von Kennzahlen gibt und ihre Verwendung in der Technologie und Wissenschaft nicht einheitlich ist, wird hier nur eine kleine Menge angeführt. Die Wahl wurde vorwiegend abhängig von ihrer üblichen Verwendung getroffen. Ferner wurden Prozessarten eingeschränkt, die jeweils durch die Absatzüberschriften angezeigt werden. Dennoch findet man mehrere Kennzahlen in unterschiedlichen Darstellungen der gleichen physikalischen Daten, z. B. multipliziert mit einem numerischen Faktor wie Quadratzahl, Quadratwurzel oder Inverse anderer Darstellungen. Es wurde nur jeweils eine ausgewählt und die anderen wurden für veraltet erklärt oder in der Spalte Bemerkungen erwähnt.

4 Impulsübertragung

Die Impulsübertragung (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-8) erfolgt grundsätzlich während des Zusammenstoßes von zwei Körpern und es gilt dabei der Impulserhaltungssatz. Es kann ein Energieverlust auftreten. Etwas verallgemeinert gesagt, kommt es zu einer Impulsübertragung während der Interaktion von zwei Teilsystemen, die sich relativ zueinander mit einer Geschwindigkeit von v bewegen. Üblicherweise ist eines der Teilsysteme massiv und starr und hat eine charakteristische Länge, die die Länge, Breite, der Radius usw. eines Festkörpers sein kann; häufig ist die tatsächliche Länge durch das Verhältnis eines Körpervolumens zu seinem Oberflächenbereich gegeben.

Das andere System ist ein Fluid, im Allgemeinen flüssig oder gasförmig, mit u. a. folgenden Eigenschaften:

- Massendichte ρ (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2);
- dynamische Viskosität η (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23);
- kinematische Viskosität $\nu = \eta/\rho$ (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24); oder
- Druckabfall Δp (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.1).

Das Wissenschaftsfeld ist hauptsächlich die Fluidodynamik (Mechanik). Kenngrößen der Dimension Zahl dieser Art lassen den Vergleich von Gegenständen unterschiedlicher Größen zu. Ferner können sie Schätzungen über die Veränderung von einer laminaren Strömung zu einer turbulenten Strömung liefern.

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.1 (11-4.1)	Reynolds-Zahl	Re	Verhältnis von Trägheitskräften zu Zähigkeitskräften in einer Fluidströmung $Re = \frac{\rho v l}{\eta} = \frac{v l}{\nu}$; dabei ist ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23); und ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24).	Der Wert der Reynolds-Zahl liefert eine Schätzung des Strömungszustands: laminare Strömung oder turbulente Strömung. Die Geschwindigkeit v ist bei einer Drehbewegung l ; dabei ist l der Abstand von der Drehachse und ω ist die Winkelgeschwindigkeit.

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.2 (11-4.2)	Euler-Zahl	Eu	Verhältnis zwischen Druckabfall in einer Strömung zur kinetischen Energie je Volumen für die Strömung von Fluiden in einem Rohr $Eu = \frac{\Delta p}{\rho v^2}$; dabei ist Δp Druckabfall (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.1); ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); und v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1).	Die Euler-Zahl wird zur Kennzeichnung von Strömungsverlusten verwendet. Eine Änderung der Euler-Zahl berücksichtigt die Behälterabmessungen (Rohr): $Eu' = \frac{\Delta p}{l} \frac{d}{\rho v^2} = \frac{d}{l} Eu$; dabei ist l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); und d Innendurchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7) des Rohrs.
11-4.3 (11-4.3)	Froude-Zahl	Fr	Verhältnis von Trägheitskräften eines Körpers zu seinen Anziehungskräften für die Strömung von Fluiden $Fr = \frac{v}{\sqrt{l g}}$; dabei ist v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) der Strömung; l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); und g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2).	Die Froude-Zahl kann durch Auftrieb verändert werden. Manchmal wird das Quadrat und manchmal die Inverse der hier definierten Froude-Zahl als Froude-Zahl bezeichnet. Die hier angegebene Definition entspricht dem bestehenden Standard. In den meisten Verweisen wird jedoch der Quadratwert verwendet.
11-4.4 (11-4.4)	Grashof-Zahl	Gr	Verhältnis von Auftriebskräften aufgrund von thermischer Ausdehnung, die in einer Veränderung der Massendichte resultiert, zu Zähigkeitskräften durch freie Konvektion aufgrund von Temperaturunterschieden $Gr = l^3 g \alpha_v \Delta T / \nu^2$; dabei ist l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2); α_v der kubische Ausdehnungskoeffizient (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-3.2); ΔT Unterschied der thermodynamischen Temperatur T (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-1) zwischen Körperoberfläche und dem weit vom Körper entfernten Fluid; und ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24).	Die Erwärmung kann in der Nähe von heißen senkrechten Wänden, in Rohren oder bei einem Störkörper erfolgen. Die charakteristische Länge kann die vertikale Höhe einer Heizplatte, der Durchmesser eines Rohrs oder die effektive Länge eines Körpers sein. Siehe auch Raleigh-Zahl (Nr. 11-5.3.).

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.5 (11-4.5)	Weber-Zahl	We	Verhältnis von Trägheitskräften verglichen mit Kapillarkräften für Blasen oder Tropfen in einem Fluid $We = \rho v^2 l / \gamma$; dabei ist ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); und γ Oberflächenspannung (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-25).	Die charakteristische Länge ist gewöhnlich der Durchmesser von Blasen oder Tropfen. Die Quadratwurzel der Weber-Zahl wird als Rayleigh-Zahl bezeichnet. Manchmal wird die Quadratwurzel der hier definierten Weber-Zahl als Weber-Zahl bezeichnet. Diese Definition ist nicht zu empfehlen.
11-4.6 (11-4.6)	Mach-Zahl	Ma	Verhältnis der Strömungsgeschwindigkeit zur Schallgeschwindigkeit $Ma = v/c$; dabei ist v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) des Körpers; und c Schallgeschwindigkeit (ISO 80000-8:2007, Nr. 8-14.1) des Fluids.	Die Mach-Zahl steht für das Verhältnis von Trägheitskräften zu Kompressionskräften. Für ein ideales Gas gilt: $c = \sqrt{\gamma \frac{p}{\rho}} = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}} = \sqrt{\gamma \frac{kT}{m}}$; dabei ist γ das Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-17.1).
11-4.7 (11-4.7)	Knudsen-Zahl	Kn	Verhältnis der mittleren freien Weglänge eines Partikels zur charakteristischen Länge einer Gasströmung $Kn = \lambda/l$; dabei ist λ mittlere freie Weglänge (ISO 80000-9:2009, Nr. 9-44); und l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1).	Die Knudsen-Zahl ist ein Maß zur Schätzung, ob sich das Gas in der Strömung wie ein Kontinuum verhält. Die Länge l kann eine charakteristische Größe aus dem Bereich der Gasströmung wie ein Rohrdurchmesser sein.
11-4.8 (11-4.8)	Strouhal-Zahl (Thomson-Zahl)	Sr , Sh	Verhältnis von charakteristischer Frequenz zu charakteristischer Geschwindigkeit bei einer instationären Strömung mit periodischem Verhalten $Sr = f l / v$; dabei ist f Frequenz (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-15.1) der Wirbelablösung; l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); und v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) der Strömung.	Die charakteristische Länge l kann der Durchmesser eines Hindernisses in der Strömung sein, die eine Wirbelablösung verursachen kann, oder seine Länge.

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.9 -	Widerstands- koeffizient	c_D	Verhältnis der effektiven Widerstandskraft zu den Trägheitskräften für einen Körper, der sich in einem Fluid bewegt $c_D = \frac{2F_D}{\rho v^2 A}$; dabei ist F_D Widerstandskraft (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-9.1) auf dem Körper; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Fluids; v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) des Körpers; und A Querschnittsfläche (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-3).	Der Widerstandskoeffizient hängt stark von der Form des Körpers ab.
11-4.10 -	Bagnold-Zahl	Bg	Verhältnis der Widerstandskraft zur Anziehungskraft für einen Körper, der sich in einem Fluid bewegt $Bg = \frac{c_d \rho v^2}{lg \rho_b}$ c_d Widerstandskoeffizient (Nr. 11-4.9) auf dem Körper; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Fluids; v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) des Körpers; ρ_b Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Körpers; g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2); und l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1).	Die charakteristische Länge l ist das Körpervolumen geteilt durch seine Querschnittsfläche.
11-4.11 -	Bagnold-Zahl <für Feststoff- partikel>	Ba_2	Verhältnis von Widerstandskraft zu Zähigkeitskraft in einem Fluid, das Feststoffpartikel befördert $Ba_2 = \frac{\rho_s d^2 \dot{\gamma}}{\eta} \sqrt{1/(f_s^{1/2} - 1)}$; dabei ist ρ_s Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) der Feststoffpartikel; d Durchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7) der Feststoffpartikel; $\dot{\gamma} = v/d$ Scherrate, Zeitableitung der Scherverformung (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-16.2); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23) des Fluids; und f_s Volumenanteil von Feststoffpartikeln.	

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.12 -	Auftriebsbeiwert	c_l, c_A	Verhältnis der durch einen Flügel verfügbaren Auftriebskraft in einem bestimmten Anströmwinkel zur Trägheitskraft für einen flügelartigen Körper, der sich in einem Fluid bewegt $c_l = \frac{2F_l}{\rho v^2 S} = \frac{F_l}{qS};$ dabei ist F_l Auftriebskraft (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-9.1) auf dem Flügel; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Fluids; v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) des Körpers; $q = \rho v^2 / 2$ dynamischer Druck; und $S = A \cos \alpha$ effektive Fläche (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-3); wenn α der Anströmwinkel und A die Flügelfläche ist.	Der Auftriebskoeffizient hängt von der Form des Flügels ab.
11-4.13 -	Schubkoeffizient	c_t	Verhältnis der effektiven Schubkraft eines Propellers zur Trägheitskraft in einem Fluid $c_t = F_T / (\rho n^2 d^4);$ dabei ist F_T Schubkraft (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-9.1) des Propellers; n Drehfrequenz (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-15.2); d Spitzendurchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7) des Propellers; und ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Fluids.	Der Auftriebskoeffizient hängt von der Form des Propellers ab.
11-4.14 -	Dean-Zahl	Dn	Verhältnis der Fliehkraft zur Trägheitskraft für die Strömung von Fluiden in gekrümmten Rohren $Dn = (v d \rho / \eta) (d / 2R)^{1/2} = \frac{2vr}{v} \sqrt{\frac{r}{R}};$ dabei ist v (axiale) Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); d Durchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7) des Rohrs; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23); ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24); $r = d/2$ Rohrdurchmesser; R Krümmungsradius (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.13) des Rohrverlaufs.	

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.15 -	Bejan-Zahl	Be	Verhältnis mechanischer Arbeit zu Energieverlust durch Reibung in der Fluidodynamik in einem Rohr $Be = \frac{\Delta p l^2}{\eta v} = \frac{\rho \Delta p l^2}{\eta^2};$ dabei ist Δp Druckabfall (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.1) entlang des Rohrs; l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23); ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); und v kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24), Impulsdiffusivität.	Eine ähnliche Zahl existiert für Wärmeübertragung (Nr. 11-5.9).
11-4.16 -	Lagrange-Zahl	L_g	Verhältnis mechanischer Arbeit zu Energieverlust durch Reibung in der Fluidodynamik in einem Rohr $L_g = \frac{l \Delta p}{\eta v};$ dabei ist l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1) eines Rohrs; Δp Druckabfall (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.1) entlang des Rohrs; η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23); und v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1).	Die Lagrange-Zahl ist auch gegeben durch $La = Re \cdot Eu;$ dabei ist Re die Reynolds-Zahl (Nr. 11-4.1) und Eu die Euler-Zahl (Nr. 11-4.2).
11-4.17 -	Bingham-Zahl Plastizitätszahl	$Bm,$ Bn	Verhältnis von Fließgrenze zu viskoser Beanspruchung in einem dickflüssigen Material für die Strömung von viskoelastischen Materialien in Kanälen $Bm = \frac{\tau d}{\eta v};$ dabei ist τ Scherspannung (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.3); d Nenndurchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7), z. B. effektive Kanalbreite; η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23); und v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1).	

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.18 -	Hedström-Zahl	He , Hd	Verhältnis von Fließgrenze zu viskoser Beanspruchung eines dickflüssigen Materials an Fließgrenze von viskoelastischen Materialien in Kanälen an Fließgrenze $He = \frac{\tau_0 d^2 \rho}{\eta^2}$; dabei ist τ_0 Scherspannung (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.3) an Fließgrenze; d Nenndurchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7), z. B. effektive Kanalbreite; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); und η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23).	
11-4.19 -	Bodenstein-Zahl	Bd	Darstellung von Stoffübertragung durch Konvektion in Reaktoren in Bezug auf die Diffusion $Bd = v l / D$; dabei ist v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1) des Reaktors; und D Diffusionskoeffizient (ISO 80000-9:2009, Nr. 9-45).	Die Bodenstein-Zahl ist auch gegeben durch $Bd = Pe^* = Re \cdot Sc$; dabei ist Pe^* Péclet-Zahl für Stoffübergang (11-6.2); Re Reynolds-Zahl (11-4.1); und $Sc = \eta / (\rho D) = \nu / D$ Schmidt-Zahl (11-7.2).
11-4.20 -	Rossby-Zahl; Kibel-Zahl	Ro	Verhältnis von Trägheitskräften zu Coriolis-Kräften im Zusammenhang der Stoffübertragung für die Strömung eines rotierenden Fluids $Ro = v / (2 l \omega_E \sin \phi)$; dabei ist v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) der Bewegung; l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1), die Skala des Phänomens; ω_E Winkelgeschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-10) der Erdrotation; und ϕ Breitengrad (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-5).	Die Rossby-Zahl steht für den Effekt der Erdrotation auf Strömungen in Rohren, Flüssen, Meeresströmungen, Wirbelstürmen usw. Die Größe $\omega_E \sin \phi$ wird Coriolis-Frequenz genannt.

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.21 -	Ekman-Zahl	Ek	Verhältnis von Zähigkeitskräften zu Coriolis-Kräften im Zusammenhang der Stoffübertragung für die Strömung eines rotierenden Fluids $Ek = \nu / (2 l^2 \omega_E \sin \phi)$; dabei ist ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24); l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1), die Skala des Phänomens; ω_E Kreisfrequenz ω (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-10) der Erdrotation; und ϕ Breitengrad (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-5).	In der Plasmaphysik wird die Quadratwurzel dieser Zahl verwendet. Die Ekman-Zahl ist auch gegeben durch $Ek = Ro/Re$; dabei ist Ro die Rossby-Zahl und Re die Reynolds-Zahl.
11-4.22 -	Elastizitätszahl	El	Verhältnis von Relaxationszeit zu Diffusionszeit in viskoelastischen Strömungen $El = t_r \nu / r^2$; dabei ist t_r Relaxationszeit (ISO 80000-12:2009, Nr. 12-33.1); ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24); und r Radius (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.5) des Rohrs.	Siehe auch Deborah-Zahl (Nr. 11-7.8).
11-4.23 -	Darcy-Reibungs- faktor; Moody-Reibungs- faktor	f_D	Darstellung von Druckverlust in einem Rohr aufgrund von Reibung im Fluid in einer laminaren oder turbulenten Strömung in einem Rohr $f_D = \frac{2 \Delta p}{\rho v^2} \frac{d}{l}$; dabei ist Δp Druckabfall (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.1), verursacht durch Reibung; l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1) des Rohrs; d Durchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7) des Rohrs; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Fluids; und v (durchschnittliche) Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) des Fluids im Rohr.	$f_D = 4 f_f$ (Fanning-Reibungsfaktor)

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.25 -	Fanning-Zahl	f_n, f	Verhältnis der Scherspannung zum dynamischen Druck in der Strömung von Fluiden in einem Behälter $f_n = \frac{2\tau}{\rho v^2}$; dabei ist τ Scherspannung (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.3) an der Wand; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Fluids; und v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) des Fluids im Rohr.	Die Flanning-Zahl beschreibt die Strömung von Fluiden in einem Rohr mit Reibung an den Wänden, die durch ihre Scherspannung dargestellt ist. Das Symbol f kann verwendet werden, wo Widersprüche nicht möglich sind.
11-4.26 -	Goertler-Parameter	Go	Kennzeichnung der Stabilität von laminarer Grenzschichtströmung bei Stoffübertragung in einer Grenzschicht auf einer gekrümmten Oberfläche $Go = \frac{v l_b}{\nu} \left(\frac{l_b}{r_c} \right)^{1/2}$; dabei ist v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) m/s; l_b Grenzschichtdicke (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.4); ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24); und r_c Krümmungsradius (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.13).	Der Goertler-Parameter steht für das Verhältnis von Zentrifugalwirkung zu Viskositätswirkung.
11-4.27 -	Hagen-Zahl	Hg, Ha	Verallgemeinerung der Grashof-Zahl (11.-4.4) für erzwungene oder freie Konvektion in laminarer Strömung $Hg = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} \frac{l^3}{\nu^2}$; dabei ist ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Fluids kg/m ³ ; l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24); und $\frac{dp}{dx}$ Druck-Gradient (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.1).	Bei einer freien thermischen Konvektion mit $\frac{dp}{dx} = \rho g \alpha_v \Delta T$ stimmt die Hagen-Zahl dann mit der Grashof-Zahl (11-4.4) überein. Siehe auch Poiseuille-Zahl (Nr. 11-4.29).

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.28 -	Laval-Zahl	<i>La</i>	Verhältnis von Geschwindigkeit zu (kritischer) Schallgeschwindigkeit im Halsteil der Düse $La = v / \sqrt{(R_s T 2 \gamma) / (\gamma + 1)}$; dabei ist <i>v</i> Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); γ das Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-17.1); <i>T</i> thermodynamische Temperatur (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-1); $R_s = \frac{R}{M}$ spezifische Gaskonstante; wobei <i>R</i> = molare Gaskonstante (ISO 80000-9:2009, Nr. 9-42); und <i>M</i> = molare Masse (ISO 80000-9:2009, Nr. 9-5).	Die Laval-Zahl ist eine spezifische Art der Mach-Zahl (Nr. 11-4.6).
11-4.29 -	Poiseuille-Zahl	<i>Poi</i>	Verhältnis von Schubkraft durch Druck zu Zähigkeitskraft für eine Strömung von Fluiden in einem Rohr $Poi = - \frac{\Delta p}{l} \frac{d^2}{\eta v}$ dabei ist Δp Druckabfall (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.1) Pa = N/m ² = kg/ms ² ; <i>l</i> Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); <i>d</i> Durchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4: 2006, Nr. 4-23); und <i>v</i> Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1).	<i>Poi</i> = 32 für laminare Strömung in einem Rundrohr. Siehe auch Hagen-Zahl (Nr. 11-4.27).
11-4.30 -	Leistungszahl	<i>Pn</i>	Verhältnis von Leistungsverbrauch durch Rührstab aufgrund des Widerstands (auf Rührstab, Antriebsrad) zu Massenträgheit in Fluiden $Pn = P / (\rho n^3 d^5)$; dabei ist <i>P</i> Wirkleistung (IEC 80000-6:2008, Nr. 6-56), verbraucht durch einen Rührstab; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Fluids; <i>n</i> Drehfrequenz (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-15.2); und <i>d</i> Durchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7) des Rührstabs.	

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.31 -	Richardson-Zahl	Ri	Verhältnis von potentieller Energie zu kinetischer Energie eines fallenden Körpers $Ri = gh/v^2$; dabei ist g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2); h eine typische Höhe (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.3); und v eine typische Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1).	Für die Geophysik sind Unterschiede dieser Größen interessant.
11-4.32 -	Reech-Zahl	Ree	Verhältnis von Geschwindigkeit eines in Wasser getauchten Objekts zu Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeit $Ree = gl/v^2$; dabei ist v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); l charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); und g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2).	Die Reech-Zahl kann zur Bestimmung des Widerstands eines teilweise untergetauchten Objekts (z. B. ein Schiff) der Länge l (in Bewegungsrichtung) verwendet werden, das sich durch das Wasser bewegt. Eine ähnliche Größe wird als Boussinesq-Zahl definiert: $Bs = v^2/2gl$
11-4.33 -	Stokes-Zahl	Stk	Verhältnis von Reibung zu Trägheitskräften von Teilchen in einem Fluid oder Plasma $Stk = t_r/t_a$; dabei ist t_r Relaxationszeit (ISO 80000-12:2009, Nr. 12-33.1) der Teilchen zur Erreichung der Fluidgeschwindigkeit aufgrund von Reibung (Viskosität); und t_a Zeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-13) des Fluids zur Veränderung seiner Geschwindigkeit unter äußeren Einwirkungen.	In den meisten Fällen $t_r = l/v$; dabei ist l eine charakteristische Länge und v die Fluidgeschwindigkeit. Die charakteristische Länge kann der Durchmesser eines Hindernisses oder eines Lochs sein.
11-4.34 -	Stokes-Zahl <für schwingende Teilchen>	Stk_1	Verhältnis von Reibungskräften zu Trägheitskräften für den speziellen Fall von schwingenden Teilchen für Teilchenschwingungen in einem Fluid (Plasma) $Stk_1 = v/(d^2 f)$; dabei ist v kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24) des Fluids; f Frequenz (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-15.1) von Teilchenschwingungen; und d Durchmesser (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.7) der Partikel.	Manchmal wird die Umkehrfunktion verwendet.

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.35 -	Stokes-Zahl <Rotameter>; Leistungs- koeffizient	Stk_2	<p>Stokes-Zahl für Kalibrierung von Rotametern zur Messung von Vertikalströmungen von Fluiden mithilfe eines Schwimmkörpers</p> $Stk_2 = \frac{r^3 g m \rho (\rho_b - \rho)}{\eta^2 \rho_b} = \frac{r^3 g m}{v^2} \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_b} \right);$ <p>dabei ist</p> <p>r Verhältnis von Rohr und Schwebekörpererradien;</p> <p>g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2);</p> <p>m Masse (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-1) des Schwimmkörpers;</p> <p>ρ_b Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Körpers;</p> <p>ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2) des Fluids;</p> <p>η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23) des Fluids; und</p> <p>v kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24).</p>	Bei der allgemeinen Verwendung wird dieser Wert mit 1,042 multipliziert. Siehe auch Archimedes-Zahl (Nr. 11-6.12).
11-4.36 -	Stokes-Zahl <Schwerkraft>	Stk_3	<p>Verhältnis von Zähigkeitskraft zu Schwerkraft für in ein Fluid fallende Teilchen</p> $Stk_3 = vv/(gl^2);$ <p>dabei ist</p> <p>v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1);</p> <p>v kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24);</p> <p>g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2); und</p> <p>l Länge (ISO 80000-3: 2006, Nr. 3-1.1).</p>	
11-4.37 -	Stokes-Zahl <Widerstand>	Stk_4	<p>Verhältnis von Widerstandskraft zu inneren Reibungskräften für in ein Fluid geschleppte Teilchen</p> $Stk_4 = F_D/(\eta vl)$ <p>dabei ist</p> <p>F_D Widerstandskraft (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-9.1);</p> <p>η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23);</p> <p>v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); und</p> <p>l Länge (ISO 80000-3: 2006, Nr. 3-1.1).</p>	

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.38 -	Laplace-Zahl; Suratman-Zahl	La , Su	Verhältnis von Kapillarkräften zu Zähigkeitskräften bei Kennzeichnung von freier Oberflächenströmung $La = Su = \gamma \rho l / \eta^2$; dabei ist γ Oberflächenspannung (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-25); ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); und η dynamische Viskosität (ISO 80000-4: 2006, Nr. 4-23).	Die Laplace-Zahl ist auch das Verhältnis von Oberflächenspannung zu Impulsübertragung, insbesondere Dissipanz, in einem Fluid. Die Laplace-Zahl ist auch gegeben durch $La = Su = 1/Oh^2 = Re^2/We$; dabei ist Oh Ohnesorge-Zahl (11-7.4); We Weber-Zahl (11-4.5); Re Reynolds-Zahl (11-4.1).
11-4.39 -	Blake-Zahl	Bl	Verhältnis von Trägheitskräften zu Zähigkeitskräften in einem porösen Material für Fluidströmung $Bl = \frac{v \rho l}{\eta (1-\varepsilon)}$; dabei ist v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23); ε Porosität des Mediums (= Leerraumfraktion); und l charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1), definiert als das Volumen eines Teilchens geteilt durch seinen Oberflächenbereich.	Die Blake-Zahl kann für Strömung in porösen Medien als eine Reynolds-Zahl interpretiert werden.
11-4.40 -	Sommerfeld-Zahl	So , Sm	Verhältnis von Zähigkeitskraft zu Belastungskraft in einer Grenzschmierung $So = \left(\frac{r}{c}\right)^2 \frac{\eta v}{P}, So = \frac{\eta n}{p} \left(\frac{r}{c}\right)^2$; dabei ist r Radius (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.5) der Welle; c Radialluft (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.6); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23) des Schmiermittels; v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1) der rotierenden Welle; P Last je berechnete Gelenkfläche; n Drehfrequenz (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-15.2); und p mittlerer Lagerdruck (ISO 80000-4: 2006, Nr. 4-15.1).	Manchmal werden die Umkehrwerte verwendet.

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.41 -	Taylor-Zahl	Ta	Verhältnis von Fliehkraft zu Zähigkeitskraft bei Schmierfilmanalyse einer rotierenden Welle $Ta = (2\omega l^2 \rho / \eta)^2 = 4\omega^2 l^4 / \nu^2$; dabei ist ω Winkelgeschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-10) der Rotation; l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1) senkrecht zur Drehachse; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23) des Fluids; und ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24).	Manchmal wird die Quadratwurzel dieser Größe verwendet; diese Verwendung wird abgelehnt.
11-4.42 -	Taylor-Zahl <Ringraum>	Ta_a	Taylor-Zahl einer rotierenden Welle im Verhältnis zu einem Ringraum $Ta_a = (\omega / \nu)^2 r a^3$; dabei ist ω Winkelgeschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-10) der Welle; $r = (r_2 + r_1) / 2$ mittlerer Radius (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.5) des Ringraums; $a = (r_2 - r_1)$ Breite des Ringraums; r_1 Innenradius des Ringraums; r_2 Außenradius des Ringraums; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23) des Fluids; und ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24).	Manchmal wird die Quadratwurzel dieser Größe verwendet; diese Verwendung wird abgelehnt.
11-4.43 -	Galilei-Zahl	Ga	Verhältnis von Anziehungskraft zu Zähigkeitskraft in Flüssigkeitsfilmen, die über Wände fließen $Ga = gl^3 \rho^2 / \eta^2 = gl^3 / \nu^2$; dabei ist g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2); l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23); und ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24).	Die Galilei-Zahl ist auch gegeben durch $Ga = Re^2 \cdot Ri$ oder $Ga = Re^2 / Fr^2$; dabei ist Re Reynolds-Zahl (Nr. 11-4.1); Ri Richardson-Zahl (Nr. 11-4.31); und Fr Froude-Zahl (Nr. 11-4.3).

Nr.	Benennung	Sym bol	Definition	Bemerkungen
11-4.44 -	Womersley-Zahl	Wo , α	Verhältnis von Trägheitskräften zu Zähigkeitskräften in pulsierenden Fluiden in Rohren $Wo = R\sqrt{\omega/\nu}$; dabei ist R (effektiver) Radius (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1) des Rohrs; ω Kreisfrequenz (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-10) von Schwingungen; und ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24).	Die Womersley-Zahl wird für pulsierende Strömungen, z. B. im Blutstrom, verwendet.

5 Wärmeübertragung

Wärmeübertragung (Wärmeenergie) (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-6) erfolgt entweder durch (konvektive) Stoffübertragung mit der Geschwindigkeit v oder durch Konduktion (Diffusion) bei einem bestehenden Temperaturunterschied, oder durch Strahlung. Wärmeübertragung benötigt eine bestimmte Zeit t für eine Strecke d , die von der Konvektionsgeschwindigkeit v abhängt, oder, im Fall von Konduktion, von Stoffkonstanten wie Wärmeleitfähigkeit λ (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-9) oder thermischer Diffusionsfähigkeit $\alpha = \lambda/(\rho c_p)$ (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-14), die von anderen Größen wie Temperatur und Druck abhängen können. Es wird davon ausgegangen, dass die Energieübertragung durch Strahlung unmittelbar erfolgt.

Nr.	Benennung	Symbol	Definition	Bemerkungen
11-5.1 (11-5.1)	Fourier-Zahl für Wärme- übertragung	Fo	Verhältnis von Wärmeübertragungsrate zur Rate der Speicherung von Wärmeenergie in einem Körper für die konduktive Wärmeleitung in einen Körper $Fo = \frac{\lambda t}{\rho c_p l^2} = \frac{\alpha t}{l^2}$; dabei ist λ Wärmeleitfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-9); t Zeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-7); c_p spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-16.2); ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); und α thermische Diffusionsfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-14).	Die Länge l des Körpers wird häufig als der Quotient aus dem Körpervolumen und seiner erwärmten Oberfläche definiert. Manchmal wird der Kehrwert dieser Zahl verwendet; diese Verwendung wird abgelehnt.
11-5.2 (11-5.2)	Péclet-Zahl für Wärme- übertragung	Pe	Verhältnis von konvektiver Wärmeübertragungsrate zu konduktiver Wärmeübertragungsrate $Pe = \rho c_p v l / \lambda = v l / \alpha$; dabei ist ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); c_p spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-16.2); v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1) in der Richtung der Wärmeübertragung; λ Wärmeleitfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-9); α thermische Diffusionsfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-14).	Die thermische Péclet-Zahl ist auch gegeben durch $Pe = Re \cdot Pr$; dabei ist Re die Reynolds-Zahl (Nr. 11-4.1) und Pr die Prandtl-Zahl (Nr. 11-7.1). Vergleiche mit Nr. 11-6.2, Péclet-Zahl für Stoffübergang.

Nr.	Benennung	Symbol	Definition	Bemerkungen
11-5.3 (11-5.3)	Rayleigh-Zahl	Ra	<p>Verhältnis von Auftriebskräften aufgrund von thermischer Ausdehnung zu Zähigkeitskräften in durch Auftrieb angetriebener Strömung nahe einer erwärmten Oberfläche senkrecht zur Schwerkraft</p> $Ra = \frac{l^3 \rho^2 c_p g \alpha_V \Delta T}{\eta \lambda} = \frac{l^3 g \alpha_V \Delta T}{\nu \alpha}; \text{ dabei ist}$ <p> l Abstand (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1) von der Wand; ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); c_p spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-16.2); g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2); α_V kubischer Ausdehnungskoeffizient (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-3.2); ΔT Differenz der thermodynamischen Temperatur T (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-1) zwischen Wandoberfläche und dem weit von der Wand entfernten Fluid; η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23) $\eta = \nu \rho$; λ Wärmeleitfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-9); ν kinematische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-24); und α thermische Diffusionsfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-14). </p>	<p>Die Rayleigh-Zahl ist auch gegeben durch $Ra = Gr \cdot Pr$; dabei ist Gr die Grashof-Zahl (Nr. 11-4.4) und Pr die Prandtl-Zahl (Nr. 11-7.1).</p>
11-5.4 -	Froude-Zahl für Wärmeübertragung	Fr^*	<p>Verhältnis von Schwerkraft zu Thermodiffusionskraft bei Wärmeübertragung mit erzwungener Konvektion von Fluiden</p> $Fr^* = \frac{g l^3}{\alpha^2}; \text{ dabei ist}$ <p> g Beschleunigung im freien Fall (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-9.2); l eine charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); und α thermische Diffusionsfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-14). </p>	<p>Auch viele andere dimensionslose Größen werden als Froude-Zahl bezeichnet.</p>

Nr.	Benennung	Symbol	Definition	Bemerkungen
11-5.5 (11-5.4)	Nussel-Zahl für Wärme- übertragung	Nu	Verhältnis zwischen internem thermischem Widerstand eines Körpers zum thermischen Widerstand seiner Oberfläche in einem Körper, der Wärme von einer Oberfläche ins Innere, oder umgekehrt, überträgt $Nu = Kl/\lambda = Kl/(\alpha\rho c_p)$; dabei ist K Wärmedurchgangskoeffizient (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-10.1) an der Oberfläche; l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1) des Körpers in der Richtung der Wärmeströmung; und λ Wärmeleitfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-9) der Oberfläche; α thermische Diffusionsfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-14); ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); und c_p spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-16.2).	Der betrachtete Körper kann ein Festkörper, eine Flüssigkeit oder eine Kombination dieser beiden sein und es kann aufgrund von konvektiver Bewegung zu zusätzlicher Wärmeübertragung kommen. Im Fall einer reinen konduktiven Wärmeübertragung insbesondere in einem Festkörper wird die „Biot-Zahl für Wärmeübertragung“ (Nr. 11-5.6) verwendet.
11-5.6 (11-5.5)	Biot-Zahl für Wärme- übertragung	Bi	Nusselt-Zahl im Fall von konduktiver Wärmeübertragung in einem Festkörper $Bi = Kl/\lambda$; dabei ist K Wärmedurchgangskoeffizient (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-10.1) an der Oberfläche, W/m^2K ; l charakteristische Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1); gewöhnlich definiert als das Volumen des Körpers geteilt durch seinen Oberflächenbereich; und λ Wärmeleitfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-9) des Körpers.	

Nr.	Benennung	Symbol	Definition	Bemerkungen
11-5.7 (11-5.6)	Stanton-Zahl für Wärmeübertragung	St	Verhältnis von in ein Fluid von seiner Oberfläche geleiteter Wärme zu seiner Wärmeübertragung durch Konvektion $St = K / (\rho v c_p)$; dabei ist K Wärmedurchgangskoeffizient (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-10.1) an der Oberfläche; v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); und c_p spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-16.2) des Fluids.	Die Stanton-Zahl ist auch gegeben durch $St = Nu / (Re \cdot Pr) = Nu / Pe$; dabei ist Nu Nusselt-Zahl für Wärmeübertragung (Nr. 11-5.5); Re Reynolds-Zahl (Nr. 11-4.1); Pr Prandtl-Zahl (Nr. 11-7.1); und Pe Péclet-Zahl (Nr. 11-5.2).
11-5.8 -	j-Faktor für Wärmeübertragung; Wärmeübertragungsfaktor; Colburn-Zahl;	j, Co, Jq	Kopplung von Wärmeübertragung und Stoffübergang in einem Fluid $j = \frac{K}{c_p \rho v} \left(\frac{c_p \eta}{\lambda} \right)^{2/3}$; dabei ist K Wärmedurchgangskoeffizient (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-10.1); c_p spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-16.2); ρ Massendichte (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-2); v Geschwindigkeit (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-8.1); η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23) $\eta = \nu \rho$; und λ Wärmeleitfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-9).	Der Wärmeübertragungsfaktor ist auch gegeben durch $j = St \cdot Pr^{2/3}$; dabei ist St Stanton-Zahl für Wärmeübertragung (Nr. 11-5.7); Pr Prandtl-Zahl (Nr. 11-7.1); $Pr = \eta c_p / \lambda = \nu / \alpha$ Siehe auch Stoffübergangsfaktor (Nr. 11-6.7).
11-5.9 -	Bejan-Zahl für Wärmeübertragung	Be_1	Verhältnis mechanischer Arbeit zu Energieverlust durch Reibung und Wärmediffusion bei einer erzwungenen Strömung $Be_1 = \frac{\Delta p l^2}{\eta \alpha}$; dabei ist Δp Druckabfall (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-15.1) entlang des Rohrs; l Länge (ISO 80000-3:2006, Nr. 3-1.1) eines Rohrs; η dynamische Viskosität (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-23); und α thermische Diffusionsfähigkeit (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-14).	