

DIN ISO 9276-2



ICS 19.120

Ersatz für
DIN ISO 9276-2:2006-02

**Darstellung der Ergebnisse von Partikelgrößenanalysen –
Teil 2: Berechnung von mittleren Partikelgrößen/-durchmessern und
Momenten aus Partikelgrößenverteilungen (ISO 9276-2:2014)**

Representation of results of particle size analysis –
Part 2: Calculation of average particle sizes/diameters and moments from particle size
distributions (ISO 9276-2:2014)

Représentation de données obtenues par analyse granulométrique –
Partie 2: Calcul des tailles/diamètres moyens des particules et des moments à partir de
distributions granulométriques (ISO 9276-2:2014)

Gesamtumfang 34 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Symbole und Abkürzungen.....	7
4 Die Moment-Notation.....	9
4.1 Definition von Momenten nach der Moment-Notation.....	9
4.2 Definition von mittleren Partikelgrößen nach der Moment-Notation	10
4.2.1 Terminologie für mittlere Partikelgrößen in der Moment-Notation xk, r	10
4.2.2 Arithmetische mittlere Partikelgrößen	10
4.2.3 Gewichtete mittlere Partikelgröße	11
4.2.4 Geometrische mittlere Partikelgrößen	11
4.2.5 Harmonische mittlere Partikelgrößen	12
4.3 Berechnung von Momenten und mittleren Partikelgrößen aus einer gegebenen Größenverteilung	12
4.3.1 Die Berechnung von $M_{k,r}$ und der mittleren Partikelgrößen aus einer anzahl- oder volumenbasierten Größenverteilung	12
4.3.2 Berechnung von $M_{k,r}$ aus einer Partikelgrößenverteilung, angegeben als ein Histogramm	13
4.4 Varianz und Standardabweichung einer Partikelgrößenverteilung.....	15
4.5 Berechnung von Momenten und mittleren Partikelgrößen aus einer logarithmischen Normalverteilung	15
4.6 Berechnung der volumenspezifischen Oberfläche und des mittleren Sauterdurchmessers.....	16
5 Die Momentenverhältnis-Notation	16
5.1 Definition von Momenten nach der Momentenverhältnis-Notation	16
5.2 Definition von mittleren Partikelgrößen nach der Momentenverhältnis-Notation.....	17
5.2.1 Terminologie für mittlere Partikelgrößen in der Momentenverhältnis-Notation Dp, q	17
5.2.2 Geometrische mittlere Partikelgrößen	18
5.2.3 Harmonische mittlere Partikelgrößen	18
5.3 Berechnung von mittleren Partikelgrößen aus einer gegebenen Größenverteilung	19
5.4 Varianz und Standardabweichung einer Partikelgrößenverteilung.....	19
5.5 Zusammenhang zwischen mittleren Partikelgrößen.....	21
5.6 Berechnung der volumenspezifischen Oberfläche und des mittleren Sauterdurchmessers.....	22
6 Zusammenhang zwischen Moment-Notation und Momentenverhältnis-Notation	22
7 Genauigkeit der berechneten Parameter der Partikelgrößenverteilung	24
Anhang A (informativ) Zahlenbeispiel für die Berechnung von mittleren Partikelgrößen und der Standardabweichung aus einem Histogramm einer volumenbasierten Größenverteilung	25
Anhang B (informativ) Zahlenbeispiel für die Berechnung von mittleren Partikelgrößen und der Standardabweichung aus einem Histogramm einer volumenbasierten Größenverteilung	28
Anhang C (informativ) Genauigkeit der berechneten Parameter der Partikelgrößenverteilung.....	32
Literaturhinweise.....	34

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 9276-2:2014, *Representation of results of particle size analysis — Part 2: Calculation of average particle sizes/diameters and moments from particle size distributions*, die vom Technischen Komitee ISO/TC 24 „Particle characterization including sieving“ erarbeitet wurde, im Unterkomitee SC 4 „Particle characterization“, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wurde.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-11-42 AA „Partikelmess-technik (SpA zu ISO/TC 24/SC 4)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

DIN ISO 9276 besteht unter dem Haupttitel *Darstellung der Ergebnisse von Partikelgrößenanalysen* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: *Grafische Darstellung*;
- Teil 2: *Berechnung von mittleren Partikelgrößen/-durchmessern und Momenten aus Partikelgrößenverteilungen*;
- Teil 4: *Charakterisierung eines Trennprozesses*;
- Teil 6: *Deskriptive und quantitative Darstellung der Form und Morphologie von Partikeln*.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 565	siehe	DIN ISO 565
ISO 3534-1:2006	siehe	DIN ISO 3534-1:2009-10
ISO 9276-1:1998	siehe	DIN ISO 9276-1:2004-09

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 9276-2:2006-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Dokument wurde umfangreich in allen Abschnitten technisch überarbeitet;
- b) das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 9276-2: 2006-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 565, *Analysensiebe — Metalldrahtgewebe, Lochplatten und elektrogeformte Siebfolien — Nennöffnungsweiten*

DIN ISO 3534-1:2009-10, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine statistische Begriffe (ISO 3534-1:2006)*

DIN ISO 9276-1:2004-09, *Darstellung der Ergebnisse von Partikelgrößenanalysen — Teil 1: Grafische Darstellung (ISO 9276-1:1998)*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) 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. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO Dokumentenarten 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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument zuständige Komitee ist ISO/TC 24, *Particle characterization including sieving*, Unterkomitee SC 4, *Particle characterization*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 9276-2:2001), die technisch überarbeitet wurde.

ISO 9276 besteht unter dem Haupttitel *Representation of results of particle size analysis* aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Graphical representation;*
- *Teil 2: Calculation of average particle sizes/diameters and moments from particle size distributions;*
- *Teil 3: Adjustment of an experimental curve to a reference model;*
- *Teil 4: Characterization of a classification process;*
- *Teil 5: Methods of calculation relating to particle size analyses using logarithmic normal probability distribution;*
- *Teil 6: Descriptive and quantitative representation of particle shape and morphology.*

Einleitung

Partikelgrößenanalysen werden häufig zur Charakterisierung von Partikelmasse eingesetzt. Der Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften der Partikel, wie Pulverfestigkeit, Fließfähigkeit, Auflösungsgeschwindigkeit, Emulsionsbeständigkeit/Suspensionsstabilität und Partikelgrößen, ist immer Grund für eine solche Charakterisierung. Bei Materialien mit einer Partikelgrößenverteilung ist es wichtig, den entsprechenden Parameter, eine bestimmte mittlere Partikelgröße, gewichtet zum Beispiel nach Anzahl, Fläche oder Volumen, im Zusammenhang mit den physikalischen Eigenschaften zu verwenden.

Dieser Teil von ISO 9276 beschreibt zwei Verfahren zur Verwendung von Momenten für die Berechnung von mittlerer Größe, Streuung und anderer statistischer Messgrößen einer Partikelgrößenverteilung.

Die erste Methode wird als Moment-Notation bezeichnet. Der konkrete Nutzen der Moment-Notation ist die Charakterisierung der Größenverteilungen nach Momenten und mittleren Größen. Die Moment-Notation nimmt Bezug auf Gewichtungssätze aus der Physik, insbesondere dem Maschinenbau, und umfasst arithmetische Mittelwerte aus anzahlbasierten Verteilungen nur als einen Teil [1] [2].

Die zweite Methode wird als Momentenverhältnis-Notation (Moment-Ratio-Notation) bezeichnet. Die Momentenverhältnis-Notation basiert auf einem Ansatz mit Anzahlstatistik und Häufigkeiten, umfasst aber auch die Umrechnung in andere Arten von Mengen [3] [4].

Wichtig ist, dass sich die Bedeutung der Indizes von bei der Moment-Notation definierten mittleren Größen von den Indizes von bei der Momentenverhältnis-Notation definierten mittleren Größen unterscheidet. Beide Notationen sind durch eine einfache Beziehung miteinander verbunden, die in Abschnitt 6 beschrieben wird.

Beide Notationen sind geeignet für die Ableitung und/oder Auswahl mittlerer Größen in Zusammenhang mit physikalischen Produkt- und Prozesseigenschaften für sogenannte Eigenschaftsfunktionen und Prozessfunktionen. Die Art der zu bevorzugenden mittleren Größe sollte einen kausalen Zusammenhang mit der entsprechenden physikalischen Produkt- oder Prozesseigenschaft haben.

Die Gemeinschaft für Partikelcharakterisierung umfasst ein weites Spektrum an Wissenschaftsdisziplinen. Die Notation der eingesetzten Größenverteilung wurde durch den Industriezweig und die Anwendung beeinflusst, und daher wird keine einzelne Notation allgemein bevorzugt.

Es gibt einige partikelgrößenabhängige Eigenschaften, wie Lichtstreuung in bestimmten Partikelgrößenbereichen, die nicht durch mittlere Partikelgrößen charakterisiert werden können, welche aus einfachen Potenzansätzen der Notationssysteme abgeleitet wurden [5].

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 9276 enthält relevante Gleichungen und einheitliche Nomenklaturen für die Berechnung von Momenten, mittleren Partikelgrößen und Standardabweichungen aus einer vorgegebenen Partikelgrößenverteilung. Es werden zwei übliche Notationssysteme beschrieben. Eins ist die Momentenmethode, während das zweite die Momentenverhältnismethode beschreibt. Die Größenverteilung kann als Histogramm oder als eine analytische Funktion verfügbar sein.

Der Äquivalentdurchmesser eines Partikels mit einer beliebigen Form wird als Größe dieses Partikels genommen. Partikelformfaktoren werden nicht berücksichtigt. Es ist von äußerster Wichtigkeit, dass das Messverfahren angesichts der Abhängigkeit der Größenbestimmungsergebnisse des Messprinzips im Bericht angegeben wird. Gemessene Partikelproben sollen repräsentativ für die Grundgesamtheit von Partikeln sein.

Für beide Notationssysteme werden Zahlenbeispiele für die Berechnung der mittleren Partikelgrößen und der Standardabweichung aus Histogrammdaten in einem Anhang dargestellt.

Die Genauigkeit der mittleren Partikelgröße darf verringert werden, wenn eine unvollständige Verteilung bewertet wird. Die Genauigkeit darf auch verringert werden, wenn eine sehr eingeschränkte Anzahl von Größenklassen eingesetzt wird.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

ISO 9276-1:1998, *Representation of results of particle size analysis — Part 1: Graphical representation*

ISO 9276-5:2005, *Representation of results of particle size analysis — Part 5: Methods of calculation relating to particle size analyses using logarithmic normal probability distribution*

3 Symbole und Abkürzungen

Falls erforderlich, werden verschiedene Symbole für die Moment-Notation (M) und die Momentenverhältnis-Notation (MV) angegeben. Dies dient zum Zweck einer deutlichen Unterscheidung zwischen den beiden Systemen. Für beide Notationssysteme wurde in die entsprechenden Abschnitte die Terminologie spezifischer mittlerer Partikelgrößen eingefügt: Abschnitt 4 bzw. Abschnitt 5.

M-Notation	MV-Notation	Beschreibung
i	i	Anzahl der Größenklassen mit oberer Partikelgröße x_i (M) oder Partikelgrößenmittelwert D_i (MV)
k		Potenz von x
m	m	Anzahl der Größenklassen
r	r	Mengenart einer Verteilung (allgemeine Beschreibung)
		$r = 0$, Mengenart: Anzahl
		$r = 1$, Mengenart: Länge
		$r = 2$, Mengenart: Oberfläche oder Projektionsfläche
		$r = 3$, Mengenart: Volumen oder Masse
$M_{k,r}$		vollständiges k -tes Moment einer Probenverteilung $q_r(x)$

M-Notation	MV-Notation	Beschreibung
$m_{k,r}$		vollständiges k -tes zentrales Moment einer Probenverteilung $q_r(x)$
	M_p	p -tes Moment einer Anzahlverteilungsdichte
	m_p	p -tes zentrales Moment einer Anzahlverteilungsdichte
	N	Gesamtanzahl der Partikel in einer Probe
	O	Ordnung einer mittleren Partikelgröße ($O = p + q$)
	p, q	Potenzen von D in Momenten oder Indizes, die das gleiche angeben
$q_r(x)$	$q_r(D)$	Verteilungsdichte der Art der Partikelmenge r
$\bar{q}_{r,i}$		mittlere Höhe einer Verteilungsdichte im i -ten Partikelgrößenintervall Δx_i
$Q_r(x)$	$Q_r(D)$	Summenverteilung der Mengentart r
$\Delta Q_{r,i}$		Differenz zwischen zwei Werten der Summenverteilung, d. h. relativer Betrag im i -ten Partikelgrößenintervall Δx_i
s_r	s_r	Standardabweichung einer Verteilung $q_r(x)$ und $q_r(D)$
s_g	s_g	geometrische Standardabweichung einer Verteilung
s	s	Standardabweichung einer logarithmischen Normalverteilung ($s = \ln s_g$)
S	S	Oberfläche
S_V	S_V	volumenspezifische Oberfläche
V	V	Partikelvolumen
$\bar{V}$		mittleres Partikelvolumen
x	D	Partikelgröße, Durchmesser einer äquivalenten Kugel
x_i		obere Partikelgröße des i -ten Partikelgrößenintervalls
x_{i-1}		untere Partikelgröße des i -ten Partikelgrößenintervalls
	D_i	Größenmittelwert der i -ten Größenklasse
$x_{\min}$		Partikelgröße, unterhalb der es keine Partikel in einer gegebenen Größenverteilung gibt
$x_{\max}$		Partikelgröße, oberhalb der es keine Partikel in einer gegebenen Größenverteilung gibt
$\bar{x}_{k,r}$	$\bar{D}_{p,q}$	mittlere Partikelgröße (allgemeine Beschreibung)
	$\bar{D}_{p,p}$	geometrische mittlere Partikelgrößen
$\bar{x}_{k,0}$		arithmetische mittlere Partikelgröße
$\bar{x}_{k,r}$		gewichtete mittlere Partikelgröße
$\bar{x}_{\text{geo},r}$		geometrische mittlere Partikelgröße
$\bar{x}_{\text{har},r}$		harmonische mittlere Partikelgröße
$x_{50,3}$		Median-Partikelgröße einer Volumensummenverteilung
$\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$		Breite des i -ten Partikelgrößenintervalls

4 Die Moment-Notation

Momente sind die Grundlage zur Bestimmung von mittleren Größen und Standardabweichungen von Partikelgrößenverteilungen. Eine Stichprobe mit einer begrenzten Anzahl an Partikeln aus einer großen *Grundgesamtheit* von Partikelgrößen wird zur Schätzung der Momente der Größenverteilung dieser Grundgesamtheit verwendet. Die Schätzung befasst sich mit dem Rückschluss von den Zahlenwerten der Probe auf die Zahlenwerte der unbekannten Grundgesamtheit. Partikelgrößenmessungen erfolgen immer mit diskreten Proben und umfassen eine Reihe an diskreten Größenklassen. Aus diesem Grund werden in diesem Teil von ISO 9276 nur auf Proben bezogene Momente behandelt.

4.1 Definition von Momenten nach der Moment-Notation

Das vollständige k -te Moment einer Verteilungsdichte [1] wird durch Integrale nach Gleichung (1) dargestellt. M steht für das Moment. Der erste Index von M , k , gibt die Potenz der Partikelgröße x an, der zweite Index von M , r , beschreibt die Mengenart der Verteilungsdichte.

$$M_{k,r} = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} x^k q_r(x) dx \quad (1)$$

Wenn $r=0$, stellt $q_0(x)$ eine Anzahlverteilungsdichte dar, wenn $r=3$, stellt $q_3(x)$ eine Volumen- oder Massenverteilungsdichte dar.

Gleichung (1) beschreibt ein *vollständiges Moment*, wenn die Integralgrenzen durch die minimale Partikelgröße ($x_{\min}$) und die maximale Partikelgröße ($x_{\max}$) dargestellt werden.

Ein besonderes vollständiges Moment wird durch $M_{0,r}$ dargestellt:

$$M_{0,r} = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} x^0 q_r(x) dx = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} q_r(x) dx = Q_r(x_{\max}) - Q_r(x_{\min}) = 1 \quad (2)$$

Dabei ist

$$Q_r(x_i) = \int_{x_{\min}}^{x_i} q_r(x) dx \quad (3)$$

Ein Moment ist *unvollständig*, wenn die Integration zwischen zwei beliebigen Partikeldurchmessern x_{i-1} und x_i innerhalb des gegebenen Größenbereichs einer Verteilung erfolgt:

$$x_{\min} < x_{i-1} < x < x_i < x_{\max}$$

$$M_{k,r}(x_{i-1}, x_i) = \int_{x_{i-1}}^{x_i} x^k q_r(x) dx \quad (4)$$

Neben den auf den Ursprung der Partikelgrößenachse bezogenen und in den Gleichungen (1) und (4) gezeigten Momenten kann das sogenannte k -te *zentrale Moment* einer Verteilungsdichte $q_r(x)$, $m_{k,r}$, von einer gegebenen Verteilungsdichte abgeleitet werden. Es hängt zusammen mit der gewichteten mittleren Partikelgröße $\bar{x}_{k,r}$ [siehe Gleichung (11)].

Das vollständige k -te zentrale Moment ist definiert als:

$$m_{k,r} = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} (x - \bar{x}_{1,r})^k q_r(x) dx \quad (5)$$

4.2 Definition von mittleren Partikelgrößen nach der Moment-Notation

Alle mittleren Partikelgrößen werden durch Gleichung (6) definiert:

$$\bar{x}_{k,r} = \sqrt[k]{M_{k,r}} \quad (6)$$

Abhängig von den gewählten Anzahlen für die Indizes k und r können verschiedene mittlere Partikelgrößen definiert sein. Da die über Gleichung (6) ermittelten mittleren Partikelgrößen erheblich voneinander abweichen können, sollten die Indizes k und r immer angegeben werden.

Es gibt zwei Gruppen von mittleren Partikelgrößen, die bevorzugt verwendet werden sollten, und zwar arithmetische mittlere Partikelgrößen und gewichtete mittlere Partikelgrößen.

4.2.1 Terminologie für mittlere Partikelgrößen in der Moment-Notation $\bar{x}_{k,r}$

In Tabelle 1 sind Terminologiebeispiele für mittlere Größen aufgeführt.

Tabelle 1 — Terminologie für mittlere Partikelgrößen $\bar{x}_{k,r}$

Systematischer Code	Terminologie
$\bar{x}_{1,0}$	arithmetische mittlere Größe
$\bar{x}_{2,0}$	arithmetische mittlere Flächengröße
$\bar{x}_{3,0}$	arithmetische mittlere Volumengröße
$\bar{x}_{1,1}$	größengewichtete mittlere Größe
$\bar{x}_{1,2}$	flächengewichtete mittlere Größe, mittlerer Sauterdurchmesser
$\bar{x}_{1,3}$	volumengewichtete mittlere Größe

4.2.2 Arithmetische mittlere Partikelgrößen

Die arithmetische mittlere Größe ist eine anzahlgewichtete mittlere Größe, die aus einer Anzahlverteilungsdichte $q_0(x)$ berechnet wird:

$$\bar{x}_{k,0} = \sqrt[k]{M_{k,0}} \quad (7)$$

Das Zählen einzelner Partikel auf einer Mikroskopaufnahme ist ein typisches Beispiel zur Ermittlung der Anzahlanteile ($r = 0$) als Grundlage der Mittelwertbildung.

In Übereinstimmung mit Literaturhinweis [2] sind Folgende die empfohlenen mittleren Partikelgrößen:

arithmetische mittlere Größe (entspricht der arithmetischen mittleren längengewichteten Größe):

$$\bar{x}_{1,0} = M_{1,0} \quad (8)$$

arithmetische mittlere Flächengröße (Heywood [2]: mittlerer Oberflächendurchmesser):

$$\bar{x}_{2,0} = \sqrt[2]{M_{2,0}} \quad (9)$$

arithmetische mittlere Volumengröße (Heywood [2]: mittlerer gewichteter Durchmesser):

$$\bar{x}_{3,0} = \sqrt[3]{M_{3,0}} \quad (10)$$

4.2.3 Gewichtete mittlere Partikelgröße

Gewichtete mittlere Partikelgrößen werden definiert durch:

$$\bar{x}_{k,r} = \sqrt[k]{M_{k,r}} \quad (11)$$

Das Wägen von Sieben vor und nach dem Sieben ist ein typisches Beispiel zur Ermittlung der Massenanteile ($r = 3$) als Grundlage der Mittelwertbildung. Gewichtete mittlere Partikelgrößen werden auf der Abszisse des Schwerpunkts einer Verteilung $q_r(x)$ dargestellt. Die empfohlenen gewichteten mittleren Partikelgrößen werden durch die Gleichungen (12) bis (15) dargestellt.

Die gewichtete mittlere Partikelgröße einer Anzahlverteilungsdichte $q_0(x)$ ist äquivalent zu der arithmetischen mittleren längengewichteten Größe [siehe Gleichung (8)]. Sie wird dargestellt durch:

arithmetische mittlere Größe (Heywood [6]: mittlerer numerischer Durchmesser):

$$\bar{x}_{1,0} = M_{1,0} \quad (12)$$

Die gewichtete mittlere Partikelgröße einer Längenverteilungsdichte $q_1(x)$ ist gegeben durch:

größengewichtete mittlere Größe (Heywood [6]: mittlerer linearer Durchmesser):

$$\bar{x}_{1,1} = M_{1,1} \quad (13)$$

Die gewichtete mittlere Partikelgröße einer Flächenverteilungsdichte $q_2(x)$ ist gegeben durch:

flächengewichtete mittlere Größe (Heywood [6]: mittlerer Oberflächendurchmesser):

$$\bar{x}_{1,2} = M_{1,2} \quad (14)$$

Die gewichtete mittlere Partikelgröße einer Volumenverteilungsdichte $q_3(x)$ ist gegeben durch:

volumengewichtete mittlere Größe (Heywood [6]: mittlerer gewichteter Durchmesser):

$$\bar{x}_{1,3} = M_{1,3} \quad (15)$$

4.2.4 Geometrische mittlere Partikelgrößen

Wenn eine Partikelgrößenverteilung zufriedenstellend einer logarithmischen Größennormalverteilung (siehe ISO 9276-5) entspricht, charakterisiert die geometrische mittlere Partikelgröße den Mittelwert des Logarithmus von x . Der Median einer logarithmischen Normalverteilung hat den gleichen Wert wie die geometrische mittlere Größe.