

DIN EN 16966

ICS 13.040.30

**Exposition am Arbeitsplatz –
Messung der inhalativen Exposition gegenüber Nanoobjekten und deren
Aggregaten und Agglomeraten –
Zu verwendende Metriken wie Anzahlkonzentration,
Oberflächenkonzentration und Massenkonzentration;
Deutsche Fassung EN 16966:2018**

Workplace exposure –

Measurement of exposure by inhalation of nano-objects and their aggregates and agglomerates –

Metrics to be used such as number concentration, surface area concentration and mass concentration;

German version EN 16966:2018

Exposition sur les lieux de travail –

Mesurage de l'exposition par inhalation de nano-objets et de leurs agrégats et agglomérats –

Métriques à utiliser telles que concentration en nombre, concentration en surface et concentration en masse;

Version allemande EN 16966:2018

Gesamtumfang 43 Seiten

DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16966:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 137 „Bewertung der chemischen und biologischen Stoffbelastung am Arbeitsplatz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Die Erstellung der vorliegenden Norm erfolgte im Rahmen des an CEN, CENELEC und ETSI erteilten Mandats M/461 für Normungsaktivitäten hinsichtlich Nanotechnologie und Nanomaterialien.

Die Mitarbeit von DIN in der zuständigen Arbeitsgruppe des Technischen Komitees CEN/TC 137 wird über den Arbeitskreis NA 095-03-01-01 AK „Staub“ des Arbeitsausschusses „Messstrategien und Anforderungen an Messverfahren“ (NA 095-03-01 AA) im DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) wahrgenommen.

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

ISO 7708	siehe	DIN ISO 7708
ISO 9277	siehe	DIN ISO 9277

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 7708, *Luftbeschaffenheit — Festlegung von Partikelgrößenverteilungen für die gesundheitsbezogene Schwebstaubprobenahme*

DIN ISO 9277, *Bestimmung der spezifischen Oberfläche von Festkörpern mittels Gasadsorption — BET-Verfahren*

Deutsche Fassung

**Exposition am Arbeitsplatz —
Messung der inhalativen Exposition gegenüber Nanoobjekten
und deren Aggregaten und Agglomeraten —
Zu verwendende Metriken wie Anzahlkonzentration,
Oberflächenkonzentration und Massenkonzentration**

Workplace exposure —
Measurement of exposure by inhalation of nano-objects
and their aggregates and agglomerates —
Metrics to be used such as number concentration,
surface area concentration and mass concentration

Exposition sur les lieux de travail —
Mesurage de l'exposition par inhalation de nano-objets
et de leurs agrégats et agglomérats —
Métriques à utiliser telles que concentration en nombre,
concentration en surface et concentration en masse

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. August 2018 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-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-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-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	11
5 Relevanz der ISO-Definition für die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen von luftgetragenen NOAA.....	12
6 Partikelmetriken und deren Auswahl.....	12
6.1 Aus NOAA bestehende Arbeitsplatz aerosole.....	12
6.2 NOAA-Metriken	14
6.3 Metriken der NOAA-Anzahl, der NOAA-Oberfläche und der NOAA-Masse	14
6.4 Arbeitsplatzgrenzwerte für NOAA.....	15
7 Strategie zur Bewertung der Exposition basierend auf EN 17058	15
7.1 Allgemeines	15
7.2 Grundlegende Beurteilung nach EN 17058.....	15
7.3 Umfassende Beurteilung nach EN 17058.....	16
7.4 Personengetragene Sammler im Vergleich zu stationären Sammlern/Monitoren	17
8 Bestimmung der Exposition	17
8.1 Allgemeines	17
8.2 Einleitende Bemerkungen zur Messung von Partikelmetriken	18
8.2.1 Allgemeines	18
8.2.2 Kontinuierliche Messung und Anzeige (mit einem Monitor) oder analytische Bestimmung einer NOAA-Metrik nach der Probenahme	19
8.2.3 Berechnung/Abschätzung einer auf der größen aufgelösten NOAA-Verteilung basierenden NOAA-Metrik	20
8.2.4 Berechnung der Metrik der Gesamtheit der NOAA-Masse aus der größen aufgelösten NOAA-Massenmetrik	20
8.3 Informationen zur Messung der Partikelmetriken.....	20
Anhang A (informativ) Quelldomänen von Expositionsszenarien am Arbeitsplatz für synthetische/hergestellte NOAA.....	21
Anhang B (informativ) Entwicklung der verfügbaren instrumentellen Technik seit der Veröffentlichung von ISO/TR 27628 und ISO/TR 12885.....	22
Anhang C (informativ) Direkt anzeigende Messgeräte zur Messung der NOAA-Gesamtzahlmetrik.....	23
C.1 Allgemeines	23
C.2 Kondensationspartikelzähler	23
C.2.1 Funktionsprinzip	23
C.2.2 Annahmen, Einschränkungen und mögliche Probleme	23
C.2.3 Genauigkeit und Vergleichbarkeit nach EN 16897	24
C.2.4 Internationale Normen für die Anwendung von CPC	24
C.3 Diffusionsauflader	24

C.3.1	Allgemeines	24
C.3.2	Annahmen, Einschränkungen und mögliche Probleme	24
C.3.3	Genauigkeit und Vergleichbarkeit	25
Anhang D (informativ) Monitore zur Messung der NOAA-Gesamtoberflächenmetrik		26
D.1	Allgemeines	26
D.2	Annahmen, Einschränkungen und mögliche Probleme	26
D.3	Genauigkeit und Vergleichbarkeit	28
Anhang E (informativ) Sammler für die Bestimmung der NOAA-Massenmetrik (chemisches Element) durch Offline-Analyse		29
E.1	Allgemeines	29
E.2	Gesamtheit aller gesammelten analysierten Partikel	29
E.2.1	Allgemeines	29
E.2.2	Annahmen, mögliche Probleme und Vergleichbarkeit	30
E.3	Einzelne analysierte Partikel	30
E.3.1	Allgemeines	30
E.3.2	Annahmen, mögliche Probleme und Vergleichbarkeit	30
Anhang F (informativ) Monitore zur Messung der größen aufgelösten NOAA-Anzahlmetrik (anzahlgewichtete Verteilung des elektrischen Mobilitätsäquivalentdurchmessers)		31
F.1	Allgemeines	31
F.2	DMAS unterschiedlicher Bauarten	32
F.2.1	Allgemeines	32
F.2.2	Annahmen, mögliche Probleme und Vergleichbarkeit	32
F.2.3	Internationale Normen für die Anwendung von DMAS	33
Anhang G (informativ) Sammler zur Bestimmung der größen aufgelösten NOAA-Massenmetrik (massengewichtete Verteilung des Diffusionsäquivalentdurchmessers) durch Offline-Analyse		34
G.1	Allgemeines	34
G.2	Diffusionsspektrometer	34
G.2.1	Allgemeines	34
G.2.2	Annahmen und mögliche Probleme	34
Anhang H (informativ) Sammler zur Bestimmung der größen aufgelösten NOAA-Massenmetrik (chemisches Element/Verbindung) (Verteilung des massengewichteten aerodynamischen Äquivalentdurchmessers) durch Offline-Analyse		35
H.1	Allgemeines	35
H.2	Kaskadenimpaktoren	35
H.2.1	Allgemeines	35
H.2.2	Annahmen und mögliche Probleme	35
Anhang I (informativ) Monitore zur Bestimmung der größen aufgelösten NOAA-Anzahlmetrik (Verteilung des anzahlgewichteten aerodynamischen Äquivalentdurchmessers)		36
I.1	Allgemeines	36
I.2	Annahmen und mögliche Probleme	36
Anhang J (informativ) Anzahlgewichtete Mindest-Feretdurchmesser-Verteilung der Primärpartikel von Aggregaten und Bestandteilen von Aggregaten		37
J.1	Unterschied zwischen einem NOAA und einem Nicht-NOAA-Partikel	37
J.2	Aggregate und Agglomerate	37
J.3	Probenanalyse in einem Elektronenmikroskop	38
J.3.1	Allgemeines	38
J.3.2	Annahmen und mögliche Probleme	38
Literaturhinweise		39

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 16966:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 137 „Bewertung der chemischen und biologischen Stoffbelastung am Arbeitsplatz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2019 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben.

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, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

In der Vergangenheit wurde die berufsbedingte Exposition von Arbeitern gegenüber luftgetragenen, nicht-radioaktiven Partikeln als Massenkonzentration angegeben. Die wichtigste Ausnahme waren Fasern unterschiedlicher Zusammensetzungen, die für Fasern als Anzahlkonzentration innerhalb festgelegter Durchmesser und Längengrenzen angegeben wurden. Weitere Ausnahmen sind für Enzyme die Glycin-einheiten je Kubikmeter und für luftgetragene mikrobiologische Organismen die Anzahl der kolonie-bildenden Einheiten.

Derzeit werden synthetische/hergestellte Nanomaterialien im großen Umfang eingesetzt. Nur bei einigen wenigen Nanomaterialien gibt es ausreichend umfangreiche Kenntnisse, welche Expositionsparameter für bestimmte gesundheitsrelevante Endpunkte kritisch sind. Wissenschaftliche Dokumente zur Entwicklung der Arbeitsplatzgrenzwerte (en: Occupational Exposure Limits, OELs) für luftgetragene Nanoobjekte und deren Aggregate und Agglomerate (en: Nano-objects and their Aggregates and Agglomerates, NOAA) von mehr als 100 nm sind begrenzt und rechtsverbindliche nanoobjektspezifische Arbeitsplatzgrenzwerte (OELs) wurden bisher nicht erstellt. Für einige NOAA wurden jedoch empfohlene OELs veröffentlicht. Gegenwärtig gibt es keine allgemeine Einigung zur Metrik der Exposition am Arbeitsplatz gegenüber luftgetragenen NOAA. Ungeachtet dessen werden alle bestehenden rechtsverbindlichen OELs respektiert, da Substanzen in deren Nicht-Maßstab- oder Mikromaßstab-Form anerkannten OELs unterliegen können. Die Konzentrationen von luftgetragenen Partikeln können als Anzahl, Oberflächen oder Massenkonzentrationen angegeben werden. Bei kugelförmigen Partikeln beziehen sich diese mathematisch auf das Integral über alle Partikelgrößen der Anzahl von Partikeln (je Größe) mal der entsprechenden Partikelgröße potenziert mit null, zwei bzw. drei. Die unterschiedlichen Bezeichnungen der Partikelkonzentrationen werden allgemein als verschiedene Metriken bezeichnet.

Messgeräte für die Bestimmung von Konzentrationen der luftgetragenen Partikel basieren im Allgemeinen auf einem bestimmten Messprinzip, entsprechend dem die Partikel in nur einer der Metriken gemessen werden. Durch diese Metriken gegebene Partikelkonzentrationen sind untereinander durch die Partikelgrößenverteilung verbunden. Im Allgemeinen ist es schwierig, wenn nicht gar unmöglich, eine in einer Metrik gegebene Konzentration in eine andere umzurechnen, wenn die gesamte Größenverteilung unbekannt ist und die Partikel nicht kugelförmig oder von unterschiedlicher/unbekannter effektiver Dichte sind. Es ist deshalb wichtig, dass der Anwender von Messdaten über die berufliche Exposition gegenüber NOAA die Konzepte der Partikelmetriken versteht.

Zur umfassenden Beurteilung der NOAA-Exposition ist es empfehlenswert, dass die berufliche Exposition parallel mit mehr als einer Metrik bestimmt wird, weil gegenwärtig unbekannt ist, welche Metrik später bei den kritischen Auswirkungen auf die Gesundheit als am relevantesten in Betracht kommen wird.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anwendung verschiedener Metriken für die Messung der Exposition durch Einatmen gegenüber NOAA während einer grundlegenden und einer umfassenden Beurteilung nach EN 17058 [1] fest.

Dieses Dokument demonstriert die Auswirkungen der Wahl der Partikelmetrik, um die Exposition durch Einatmen gegenüber luftgetragenen NOAA zum Ausdruck zu bringen, die z. B. aus Nanomaterialien¹ freigesetzt werden, und zeigt die Arbeitsweisen sowie die Vor- und Nachteile der verschiedenen Techniken auf, mit denen die verschiedenen Aerosolmetriken gemessen werden.

Mögliche Probleme und Einschränkungen werden beschrieben und sind zu beachten, wenn die Grenzwerte der maximalen Arbeitsplatzkonzentration künftig angenommen werden könnten und Messungen in Bezug auf deren Einhaltung durchgeführt werden.

Besondere Informationen werden vor allem für die folgenden Metriken/Messverfahren gegeben:

- Anzahlkonzentration/Kondensationspartikelzähler durch optischen Nachweis;
- Anzahlgrößenverteilung/differentielle Mobilitätsanalysesysteme durch elektrische Mobilität;
- Oberfläche/elektrische Ladung auf der zur Verfügung stehenden Partikeloberfläche;
- Masse/chemische Analysen (z. B. durch Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma [en: Inductively Coupled Plasma atomic Mass Spectrometry, ICP-MS], Röntgenfluoreszenzanalyse [en: X-Ray Fluorescence, XRF]) an grössenselektiven Proben (z. B. durch Impaktion oder Diffusion).

Dieses Dokument ist für diejenigen vorgesehen, die für die Auswahl von Messverfahren für die berufsbedingte Exposition gegenüber NOAA verantwortlich sind.

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).

EN 1540, *Exposition am Arbeitsplatz — Terminologie*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1540 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

1 Die EU hat derzeit eine Empfehlung für die Festlegung von Nanomaterial herausgegeben [QUELLE: *Amtsblatt der Europäischen Union* L275/38, 20. Oktober 2011]. In diesem Dokument ist die ISO-Festlegung für Nanomaterialien angewendet.

3.1

Agglomerat

Ansammlung schwach gebundener Partikel oder Aggregate bzw. Gemische der beiden, in welcher die resultierende (äußere) Oberfläche ähnlich der Summe der Oberflächen der einzelnen Bestandteile ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Kräfte, z. B. Van-der-Waals-Kräfte, oder einfache physikalische Verhakungen halten ein Agglomerat zusammen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Agglomerate werden auch als Sekundärpartikel bezeichnet, die ursprünglichen Ausgangspartikel als Primärpartikel.

[QUELLE: CEN ISO/TS 80004-2:2017, 3.4] [2]

3.2

Aggregat

Partikel aus fest gebundenen oder verschmolzenen Partikeln, bei dem die resultierende (äußere) Oberfläche wesentlich kleiner als die Summe der berechneten Oberflächen der einzelnen Bestandteile sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die ein Aggregat zusammenhaltenden Kräfte sind starke Kräfte, z. B. kovalente Bindungen, oder solche Kräfte, die auf Sintern oder auf komplexen physikalischen Verhakungen beruhen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Aggregate werden auch als Sekundärpartikel bezeichnet, die ursprünglichen Ausgangspartikel als Primärpartikel.

[QUELLE: CEN ISO/TS 80004-2:2017, 3.5]

3.3

luftgetragene Hintergrundpartikel

Partikel, die zu dem Zeitpunkt und der Position vorkommen, wo die Proben entnommen oder die Messungen mit unterschiedlichen Metriken der NOAA durchgeführt werden, die jedoch einen anderen Ursprung als die untersuchten NOAA haben

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Teilmenge der Hintergrundpartikel sind ultrafeine Partikel.

3.4

BET-Verfahren

Verfahren zur Bestimmung der gesamten spezifischen äußeren und inneren Oberfläche von dispersen Pulvern und/oder porösen Feststoffen je Masseneinheit durch Messung der Menge an physikalisch adsorbiertem Gas unter Anwendung des durch Brunauer, Emmett und Teller entwickelten Modells zur Interpretation von Gasadsorptionsisothermen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Verfahren stammt von Brunauer, Emmett und Teller [3].

Anmerkung 2 zum Begriff: Nicht zugängliche Poren werden nicht erkannt. Das BET-Verfahren kann auf Feststoffe, die das Messgas absorbieren, nicht zuverlässig angewendet werden.

[QUELLE: ISO 9277:2010] [4]

3.5

Koagulation

durch Relativbewegung zwischen den Partikeln hervorgerufener Prozess, der bewirkt, dass die Partikel miteinander kollidieren und danach aneinander haften

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Partikeln im Nanomaßstab ist die Brownsche Diffusion die dominierende Quelle der Relativbewegung zwischen den Partikeln, während bei Partikeln, die sich in der Größe wesentlich unterscheiden, die entsprechenden Sinkgeschwindigkeiten die dominierende Quelle sein können. Koagulation führt zu einer Verringerung der Anzahlkonzentration von luftgetragenen Partikeln und einer gleichzeitigen Zunahme der Partikelgröße. Die Massenkonzentration wird durch die Koagulation nicht beeinflusst. Das Gleiche gilt für die Oberflächenkonzentration fester Partikel.

3.6

Koinzidenz

gleichzeitiges Auftreten zweier Partikel im Erfassungsbereich eines Messgeräts, die als ein (möglicherweise größeres) Partikel registriert werden

3.7

Äquivalentdichte

effektive Dichte

Verhältnis der Masse eines Agglomerats/Aggregats zu dem durch einen Äquivalentdurchmesser desselben Agglomerats/Aggregats festgelegten Volumen einer Kugel

Anmerkung 1 zum Begriff: Die effektive Dichte nimmt in der Regel ab, während die Größe eines Agglomerats/Aggregats zunimmt.

3.8

äquivalenter sphärischer Durchmesser

Durchmesser einer Kugel, die bei einem bestimmten Messgerät zur Partikelgrößenbestimmung ein Ansprechverhalten zeigt, das dem erhaltenen Ansprechverhalten des gemessenen Partikels gleicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die physikalische Eigenschaft, auf die sich der Äquivalentdurchmesser bezieht, wird mithilfe eines geeigneten Index angegeben (siehe ISO 9276-1).

[QUELLE: CEN ISO/TS 80004-2:2017, A.2.3]

3.9

Feret-Durchmesser

Abstand zwischen zwei parallelen Tangenten an gegenüber liegenden Seiten des Bilds eines Partikels

[QUELLE: ISO 26824, 8.6] [5]

3.10

zufälliges Nanoobjekt

als unbeabsichtigtes Nebenprodukt eines Prozesses generiertes Nanoobjekt

Anmerkung 1 zum Begriff: Hierzu zählen Fertigungs-, biotechnische und andere Prozesse.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Ausdruck ultrafeine Partikel wird oft verwendet, um unbeabsichtigt hergestellte Nanoobjekte zu beschreiben.

[QUELLE: CEN ISO/TS 80004-2:2017, 4.3, modifiziert — Anmerkung 2 wurde hinzugefügt]

3.11

Materialdichte

Partikelmaterialdichte

Verhältnis der Partikelmasse zum Partikelvolumen abzüglich aller Poren, Hohlräume und anderen gashaltigen Kompartimente

3.12

Mediandurchmesser

medianer Partikeldurchmesser

Partikelgröße einer Partikelverteilung, bei der die eine Hälfte der Gesamtanzahl an Partikeln größer und die andere Hälfte kleiner ist

[QUELLE: ISO 16972:2010, 3.47] [6]

3.13

Metrik

luftgetragene Metrik

NOAA-Metrik

Konzentrationsmetrik

Menge eines ausgewählten NOAA-Merkmals, mit dem die Partikelkonzentration angegeben wird

3.14

Monitor

Echtzeit-Monitor

Messgerät, das kontinuierlich ein Objekt misst und zum Zweck der Messungen eine permanente Anzeige liefert/den Messwert aufzeichnet

Anmerkung 1 zum Begriff: Die betreffenden Messgeräte zeigen üblicherweise jede Sekunde oder sogar noch schneller einen Wert an. Messgeräte mit einer Zeitauflösung von einer Minute bis zu mehreren Minuten werden im Allgemeinen als Quasi-Echtzeitmessgeräte bezeichnet.

3.15

Nanomaterial

Material mit einem oder mehreren Außenmaß(en) im Nanomaßstab oder mit einer inneren Struktur oder Oberflächenstruktur im Nanomaßstab

[QUELLE: CEN ISO/TS 80004-1:2015, 2.4] [7]

3.16

Nanoobjekt

einzelnes Stück Material mit einem, zwei oder drei Außenmaß(en) im Nanomaßstab

Anmerkung 1 zum Begriff: Das zweite und dritte Außenmaß sind sowohl zueinander als auch zum ersten Außenmaß orthogonal.

[QUELLE: CEN ISO/TS 80004-1:2015, 2.5]

3.17

Nanomaßstab

Längenbereich von etwa 1 nm bis 100 nm

Anmerkung 1 zum Begriff: Eigenschaften, die nicht von einer größeren Größe extrapoliert sind, zeigen sich vorwiegend in diesem Längenbereich.

[QUELLE: CEN ISO/TS 80004-1:2015, 2.1]

3.18

Partikel

kleines Teil Materie mit physikalisch definierten Abgrenzungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine physikalische Abgrenzung kann auch als Trennfläche bezeichnet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Partikel kann sich als Einheit bewegen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese allgemeine Partikeldefinition gilt für Nanoobjekte.

Anmerkung 4 zum Begriff: Der physikalische Zustand des Partikels kann entweder fest oder flüssig sein.

[QUELLE: ISO 26824:2013, 1.1, modifiziert — Anmerkung 4 wurde hinzugefügt]

3.19**aerodynamischer Partikeldurchmesser**

aerodynamischer Partikeläquivalentdurchmesser

aerodynamischer Äquivalentdurchmesser

aerodynamischer Durchmesser

 d_{ae}

Durchmesser einer Kugel mit der Dichte 1 g/cm^3 und der gleichen Sinkgeschwindigkeit in ruhender Luft wie das Partikel unter den vorherrschenden Bedingungen bezüglich Temperatur, Druck und relativer Feuchte

Anmerkung 1 zum Begriff: Der aerodynamische Partikeldurchmesser hängt von dessen Größe, Dichte und Form ab.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im menschlichen Atemwegsbereich wird die Ablagerung von Partikeln mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als etwa $0,4 \mu\text{m}$ besser durch den diffusionsäquivalenten Partikeldurchmesser charakterisiert.

[QUELLE: EN 1540:2011, 2.3.2, modifiziert — Weitere zugelassene Begriffe, Buchstabensymbol und Anmerkung 2 hinzugefügt]

3.20**Partikeldiffusionsdurchmesser**

äquivalenter Partikeldiffusionsdurchmesser

äquivalenter Diffusionsdurchmesser

Diffusionsdurchmesser

ABGELEHNT: thermodynamischer Durchmesser

 d_{de}

Durchmesser einer Kugel mit dem gleichen Diffusionskoeffizienten wie das Partikel unter den vorherrschenden Bedingungen von Temperatur und Druck im Atemwegsbereich

Anmerkung 1 zum Begriff: Die schwache Abhängigkeit des Partikeldiffusionsdurchmessers von der relativen Feuchte [2] wird vernachlässigt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Partikeldiffusionsdurchmesser gilt für alle Partikel ungeachtet ihrer Form und ist von der Partikeldichte unabhängig.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei kugelförmigen Partikeln entspricht der Partikeldiffusionsdurchmesser dem geometrischen Durchmesser.

Anmerkung 4 zum Begriff: Für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser ab etwa $0,4 \mu\text{m}$ wird der aerodynamische Durchmesser wichtiger für die Charakterisierung der Abscheidung als der Partikeldiffusionsdurchmesser.

[QUELLE: EN ISO 13138:2012, 3.2, modifiziert — „Partikeldiffusionsdurchmesser“ als neuer bevorzugter Begriff eingeführt, neue zugelassene Begriffe hinzugefügt, Begriff „thermodynamischer Durchmesser“ als abgelehnt gekennzeichnet] [8]

3.21**Partikelmobilitätsdurchmesser**

äquivalenter Partikelmobilitätsdurchmesser

äquivalenter Mobilitätsdurchmesser

Mobilitätsdurchmesser

 d_{me}

Durchmesser einer Kugel, die eine einzige Elementarladung trägt, mit der gleichen Driftgeschwindigkeit in einem elektrischen Feld wie das Partikel unter den vorherrschenden Temperatur- und Druckbedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Mobilitätsdurchmesser eines Partikels hängt von dessen Größe, Form und elektrischem Ladungszustand ab (der vom Ladevorgang seiner involvierten Kapazität abhängt, d. h. von dessen Fähigkeit durch bipolare Luftionen elektrisch aufgeladen zu werden), jedoch nicht von dessen Dichte.

3.22

Primärpartikel

ursprüngliches Ausgangspartikel von Agglomeraten oder Aggregaten oder Gemischen von beiden

Anmerkung 1 zum Begriff: Partikelbestandteile eines Agglomerats oder Aggregats in einem bestimmten tatsächlichen Zustand können Primärpartikel sein, doch die Bestandteile sind oftmals Aggregate.

Anmerkung 2 zum Begriff: Agglomerate und Aggregate werden auch als Sekundärpartikel bezeichnet.

[QUELLE: ISO 26824:2013, 1.4]

3.23

größenaufgelöst

(Adjektiv) zeigt an, dass die Verteilung von einer bestimmten Eigenschaft bei einer Reihe von Partikelgrößen bekannt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies könnte sich z. B. auf Partikelanzahl-, Oberflächen- oder Massenkonzentrationen beziehen.

3.24

Oberfläche

Partikeloberfläche

externe (geometrische) Oberfläche eines Partikels

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Partikeloberfläche kann nur bei kugelförmigen Partikeln anhand der Partikelgrößenverteilung direkt bestimmt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Messwert der Oberfläche eines Partikels hängt vom angewendeten Messverfahren ab. Die Verwendung von kleinen Gasmolekülen (BET-Verfahren), Diffusionsaufladung von Partikeln mit Luftionen (siehe Anhang D) oder Bildanalysen in einem Elektronenmikroskop (siehe Anhang I) führt gewöhnlich aufgrund von impliziten Annahmen/Einschränkungen der jeweiligen Verfahren zu unterschiedlichen Messwerten.

3.25

Volumendurchmesser

Volumenäquivalentdurchmesser

Durchmesser einer Kugel mit dem gleichen Volumen wie das Partikel unter vorherrschenden Bedingungen von Temperatur und Druck

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Volumendurchmesser eines Partikels hängt von dessen Größe und Form ab, jedoch nicht von seiner Dichte.

Anmerkung 2 zum Begriff: Intern gasgefüllte Hohlräume und Poren sind nicht im Volumen eines Partikels enthalten.

4 Symbole und Abkürzungen

CMD	Mediandurchmesser der Partikelanzahl (anzahlgewichteter Mediandurchmesser) (en: Count Median Diameter)
CNT	Kohlenstoffnanoröhre (en: Carbon NanoTube)
CPC	Kondensationspartikelzähler (en: Condensation Particle Counter)
DC	Diffusionsauflader (en: Diffusion Charger)
DEMC	differentieller elektrischer Mobilitätsklassierer (en: Differential Electrical Mobility Classifier)
DMAS	Differentielles elektrisches Mobilitätsanalysesystem (en: Differential Mobility Analysing System)