

DIN EN 17199-4



ICS 13.040.30

**Exposition am Arbeitsplatz –
Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die alveolengängige
NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen –
Teil 4: Verfahren mit kleiner rotierender Trommel;
Deutsche Fassung EN 17199-4:2019**

Workplace exposure –

Measurement of dustiness of bulk materials that contain or release respirable NOAA or other respirable particles –

Part 4: Small rotating drum method;

German version EN 17199-4:2019

Exposition sur les lieux de travail –

Mesurage du pouvoir de resuspension des matériaux en vrac contenant ou émettant des nano-objets et leurs agrégats et agglomérats (NOAA) ou autres particules en fraction alvéolaire –

Partie 4: Méthode impliquant l'utilisation d'un petit tambour rotatif;

Version allemande EN 17199-4:2019

Gesamtumfang 30 Seiten

DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 17199-4:2019) 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.

DIN EN 17199 *Exposition am Arbeitsplatz — Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Anforderungen und Auswahl der Prüfverfahren*
- *Teil 2: Verfahren mit rotierender Trommel*
- *Teil 3: Verfahren mit kontinuierlichem Fall*
- *Teil 4: Verfahren mit kleiner rotierender Trommel*
- *Teil 5: Verfahren mit Vortex-Schüttler*

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

ISO 15767 siehe DIN ISO 15767

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 15767, *Arbeitsplatzatmosphäre — Kontrolle und Charakterisierung der Unsicherheit beim Wägen von gesammelten Aerosolen (ISO 15767)*

Deutsche Fassung

Exposition am Arbeitsplatz —
Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die
alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel
enthalten oder freisetzen —
Teil 4: Verfahren mit kleiner rotierender Trommel

Workplace exposure —
Measurement of dustiness of bulk materials that
contain or release respirable NOAA or other respirable
particles —
Part 4: Small rotating drum method

Exposition sur les lieux de travail —
Mesurage du pouvoir de resuspension des matériaux en
vrac contenant ou émettant des nano-objets et leurs
agrégats et agglomérats (NOAA) ou autres particules en
fraction alvéolaire —
Partie 4: Méthode impliquant l'utilisation d'un petit
tambour rotatif

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 8. Februar 2019 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, 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	7
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Kurzbeschreibung	8
6 Ausrüstung	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Prüfeinrichtung	10
7 Anforderungen	14
7.1 Allgemeines	14
7.2 Technische Kontrollmaßnahmen	14
7.3 Konditionierung des Prüfmaterials	15
7.4 Konditionierung der Prüfeinrichtung	15
8 Vorbereitung	15
8.1 Wägen der Filter	15
8.2 Prüfprobe	15
8.3 Feuchtigkeitsgehalt („Gutfeuchte“) des Prüfmaterials	15
8.4 Schüttdichte des Prüfmaterials	15
8.5 Vorbereitung der Prüfeinrichtung	16
8.6 Aerosol-Messgeräte und Aerosolsammler	16
9 Prüfverfahren	17
9.1 Allgemeines	17
9.2 Prüfabfolge für die Durchführung einer Prüfung des Staubungsverhaltens	19
9.3 Auswahl der für die drei Varianten der SRD-Prüfung des Staubungsverhaltens zu verwendenden Menge	20
9.3.1 Allgemeines	20
9.3.2 Auswahl von 6 g Prüfmaterial	20
9.3.3 Auswahl von mehr als 6 g Prüfmaterial	21
9.3.4 Auswahl von weniger als 6 g Prüfmaterial	22
9.4 Reinigung zwischen Durchläufen	22
9.5 Reinigung der Ausrüstung nach Abschluss einer Prüfung des Staubungsverhaltens	23
10 Auswertung der Daten	23
10.1 Massenanteil an alveolengängigem Staub	23
10.2 Nutzung von CPC-Daten	23
10.2.1 Allgemeines	23
10.2.2 Anzahlbasierte Emissionsrate	24
10.2.3 Anzahlbasierter Staubungsindex	24
10.2.4 Kinetik des Staubungsverhaltens	24
10.2.5 Erforderliche Zeit bis zum Erreichen von 50 % der freigesetzten Partikelanzahl während der Prüfung	25
10.3 Nutzung von ELPI®-Daten	25

10.3.1 Allgemeines 25

10.3.2 Durch den ELPI® ermittelte modale aerodynamische Äquivalentdurchmesser
(aerodynamischer D_p , μm) 25

10.4 Morphologische und chemische Charakterisierung der Partikel 26

11 Prüfbericht..... 26

Anhang A (informativ) Beispiel eines Versuchsaufbaus mit kleiner rotierender Trommel..... 27

Literaturhinweise..... 28

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 17199-4:2019) 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 September 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 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 Normungsauftrags 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

Die Messung und Charakterisierung des Staubungsverhaltens dient dazu, die Anwender (z. B. Produzenten, Hersteller, Fachkräfte für Arbeitshygiene und Beschäftigte) über das Potential von Staubemissionen zu informieren, die bei Handhabung oder Aufbereitung von Schüttgut am Arbeitsplatz auftreten. Die Hersteller von Schüttgütern, die NOAA enthalten, erhalten hierdurch Informationen, die ihnen helfen können, ihre Produkte zu verbessern und deren Staubungsverhalten zu reduzieren. Dies ermöglicht es Benutzern von Schüttgütern, die NOAA enthalten, die erforderlichen Kontrollen und Vorsichtsmaßnahmen für das Handhaben des Materials und das Arbeiten damit sowie die Auswirkungen der Vorbehandlungen (z. B. Änderung der Oberflächen- oder chemischen Eigenschaften) zu beurteilen. Darüber hinaus erhalten Benutzer so die Möglichkeit, weniger staubende Produkte auszuwählen, sofern solche Produkte verfügbar sind. Die Partikelgrößenverteilung des Aerosols und die Morphologie und chemische Zusammensetzung von dessen Partikeln können von Arbeitshygienikern, Wissenschaftlern und Regulierungsbehörden genutzt werden, um das Aerosol im Hinblick auf die Partikelgrößenverteilung und chemische Zusammensetzung eingehender zu charakterisieren und Benutzer so bei der Beurteilung und Kontrolle des Gesundheitsrisikos von Schwebstaub zu unterstützen.

Dieses Dokument enthält ausführliche Informationen zu der Gestaltung und Ausführung des Prüfverfahrens mit kleiner rotierender Trommel, das zur Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen, im Hinblick auf die Staubungsindizes oder Emissionsraten dienen kann. Staubungsindizes ebenso wie Emissionsraten können bei Verwendung eines Abscheiders für die alveolengängige Staubfraktion im Hinblick auf den gesundheitsrelevanten Massenanteil an alveolengängigem Staub massenbasiert und bei direkter Probenahme der Partikelanzahlkonzentrationen anzahlbasiert sein. Die Partikelgrößenverteilung des freigesetzten Aerosols wird mit direktanzeigenden Aerosol-Messgeräten gemessen. Die freigesetzten Staubpartikel können (falls erforderlich) mithilfe einer Offline-Analyse weiter gemessen und charakterisiert werden, z. B. im Hinblick auf die physikalische Größenverteilung, Morphologie und chemische Zusammensetzung. Diese Prüfung nutzt dasselbe Stauberzeugungsprinzip wie EN 15051-2 und EN 17199-2 [1], jedoch sind das Volumen und der Durchmesser der Trommel kleiner, und die Auslegung der Probenahme ist anders, wodurch die Prüfung kleiner Probenvolumina und die gleichzeitige Erfassung von Echtzeitdaten und des Staubs für die Offline-Analyse ermöglicht wird.

Das Verfahren mit kleiner rotierender Trommel wurde entwickelt, um Szenarien am Arbeitsplatz zu simulieren und allgemeine Handhabungsprozesse von Schüttgütern nachzubilden, einschließlich jener Prozesse, bei denen das Schüttgut entweder mechanisch oder von Hand gekippt, geschüttet, gemischt, geschaufelt, fallengelassen o.ä. wird.

Das hier vorgestellte Verfahren mit kleiner rotierender Trommel unterscheidet sich von den in EN 17199-2 [1], EN 17199-3 [2] und EN 17199-5 [3] vorgestellten Verfahren mit rotierender Trommel, kontinuierlichem Fall und Vortex-Schüttler. Bei den Verfahren mit rotierender Trommel und kleiner rotierender Trommel wird jeweils dasselbe Schüttgut wiederholt geschüttet oder bewegt. Das Verfahren mit kontinuierlichem Fall simuliert die kontinuierliche Zufuhr eines Schüttguts, während das Verfahren mit Vortex-Schüttler eine heftige Bewegung eines Schüttguts simuliert.

Dieses Dokument wurde auf der Grundlage von Ergebnissen aus der Fachliteratur [4, 5, 6, 7] und vornormativer Forschungen entwickelt [8]. Das vornormative Forschungsprojekt untersuchte das Staubungsverhalten von zehn Schüttgütern (einschließlich neun Schüttgut-Nanomaterialien), um ein möglichst breites Spektrum an Schüttgütern im Hinblick auf die Größenordnung des Staubungsverhaltens, die chemische Zusammensetzung und die Primärpartikelgrößenverteilung, welche durch einen großen (Werte-)Bereich der spezifischen Oberfläche bestimmt ist, zu prüfen.

Die Probenahmeleitung wurde nachfolgend optimiert, um die Staubübertragung im System zu verbessern und die Effizienz der Probenahme näher an die des Prototyps nach [4] und EN 15051-2 [9] anzupassen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die Methodik für die Messung und Charakterisierung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen, unter reproduzierbaren Normbedingungen und legt zu diesem Zweck das Verfahren mit kleiner rotierender Trommel fest.

Darüber hinaus legt dieses Dokument die Auswahl der Messgeräte und Vorrichtungen sowie die Verfahren für die Berechnung und Darstellung der Ergebnisse fest. Des Weiteren enthält das Dokument eine Anleitung für die Auswertung und Angabe der Daten.

Die in diesem Dokument festgelegte Methodik ermöglicht

- a) die Messung des Massenanteils an alveolengängigem Staub;
- b) die Messung des anzahlbasierten Staubungsindex alveolengängiger Partikel im Partikelgrößenbereich von etwa 10 nm bis etwa 1 µm,
- c) die Messung der am Anfang vorliegenden anzahlbasierten Emissionsrate und der Dauer bis zur Erreichung von 50 % der während der Prüfung freigesetzten Gesamtpartikelanzahl,
- d) die Messung der anzahlbasierten Partikelgrößenverteilung des freigesetzten Aerosols im Partikelgrößenbereich von etwa 10 nm bis etwa 10 µm,
- e) die Sammlung freigesetzter luftgetragener Partikel im Massenanteil an alveolengängigem Staub für anschließende Beobachtungen und Analysen durch analytische Elektronenmikroskopie.

ANMERKUNG 1 Der vorstehend beschriebene Partikelgrößenbereich basiert auf der Ausrüstung, die im Laufe der vornormativen Forschung [8] verwendet wurde.

Dieses Dokument gilt für die Prüfung einer Vielzahl unterschiedlicher Schüttgüter einschließlich Pulvern, Granulaten oder Pellets, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel in ungebundener, in gebundener unbeschichteter und in beschichteter Form enthalten oder freisetzen.

ANMERKUNG 2 Bisher wurde noch kein anzahlbasiertes Klassifizierungsschema für das Staubungsverhalten von Pulver im Hinblick auf die Partikelanzahl und die Emissionsrate entwickelt. Liegt künftig erst einmal eine große Anzahl an Messdaten vor, sind eine Überarbeitung dieses Dokuments und, sofern zutreffend, die Einführung eines solchen Klassifizierungsschemas vorgesehen.

ANMERKUNG 3 Das Verfahren mit kleiner rotierender Trommel wurde angewendet, um das Staubungsverhalten verschiedener Materialien, einschließlich Nanopartikeloxiden, Nanoplättchen, Organokaolinen, Tonen, Ruß, Graphit, Kohlenstoff-Nanoröhrchen, organischer Pigmente und pharmazeutisch aktiver Inhaltsstoffe zu prüfen. Das Verfahren ermöglicht somit nachweislich die Prüfung vieler verschiedener Materialien, deren Hauptbestandteil Nanomaterialien sein können.

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).

CEN ISO/TS 80004-2, *Nanotechnologien — Fachwörterverzeichnis — Teil 2: Nanoobjekte (ISO/TS 80004-2)*

EN 481, *Arbeitsplatzatmosphäre — Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel*

EN 1540, *Exposition am Arbeitsplatz — Terminologie*

EN 13205-2, *Exposition am Arbeitsplatz — Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Sammlern für die Messung der Konzentration luftgetragener Partikel — Teil 2: Laborprüfung der Leistungsfähigkeit basierend auf der Bestimmung des Probenahmewirkungsgrads*

EN 15051-1, *Exposition am Arbeitsplatz — Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern — Teil 1: Anforderungen und Auswahl der Prüfverfahren*

EN 16897, *Exposition am Arbeitsplatz — Charakterisierung ultrafeiner Aerosole/Nanoaerosole — Bestimmung der Anzahlkonzentration mit Kondensationspartikelzählern*

EN 17199-1, *Exposition am Arbeitsplatz — Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen — Teil 1: Anforderungen und Auswahl der Prüfverfahren*

ISO 15767, *Workplace atmospheres — Controlling and characterizing uncertainty in weighing collected aerosols*

ISO 27891, *Aerosol particle number concentration — Calibration of condensation particle counters*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1540, EN 15051-1, CEN ISO/TS 80004-2 und EN 17199-1.

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

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

4 Symbole und Abkürzungen

CPC	Kondensationspartikelzähler (en: condensation particle counter)
d_{50}	eine kleinere Partikelgröße, bei der der Zähl- oder Probenahmewirkungsgrad 50 % beträgt
ELPI® ¹	elektrischer Niederdruckkaskadenimpaktor
EM	Elektronenmikroskopie
FTIR	Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie
GC	Gaschromatographie
HEPA	Hochleistungspartikelfilter (en: high efficiency particulate arrestance)
HPLC	Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (en: high performance liquid chromatography)

¹ ELPI® ist der Handelsname oder das Warenzeichen eines von Dekati bereitgestellten Produkts. Diese Angabe dient zur Unterrichtung der Anwender dieser Europäischen Norm gegeben und stellt keine Anerkennung des genannten Produkts durch CEN dar. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu identischen Ergebnissen führen.