

DIN EN 17199-1



ICS 13.040.30

**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;
Deutsche Fassung EN 17199-1:2019**

Workplace exposure –

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

Part 1: Requirements and choice of test methods;

German version EN 17199-1:2019

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 1: Exigences et choix des méthodes d'essai;

Version allemande EN 17199-1:2019

Gesamtumfang 33 Seiten

DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 17199-1:2019) 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*

Deutsche Fassung

**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**

Workplace exposure —
Measurement of dustiness of bulk materials that contain or
release respirable NOAA and other respirable particles —
Part 1: Requirements and choice of test methods

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 1: Exigences et choix des méthodes d'essai

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 08. 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	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Kurzbeschreibung	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Metrik und Messgröße	12
5.3 Auswahl der zeitauflösenden und größenauflösenden Messgeräte und Sammler	14
5.3.1 Allgemeines	14
5.3.2 Bestimmung gesundheitsrelevanter Massenanteile an Staub	16
5.3.3 Bestimmung der anzahlbasierten Staubungsindizes und der anzahlbasierten Emissionsraten	16
5.3.4 Bestimmung der Anzahl an Modi und des/der modalen aerodynamischen Äquivalentdurchmesser(s) der zeitlich gemittelten anzahlbasierten Partikelgrößenverteilung	16
5.3.5 Bestimmung der Anzahl an Modi und der modalen aerodynamischen Äquivalentdurchmesser der zeitlich gemittelten partikelmassenbasierten Partikelgrößenverteilung	17
5.3.6 Morphologische und chemische Charakterisierung der gesammelten luftgetragenen Partikel	17
6 Allgemeine Anforderungen	19
6.1 Konditionierung des Prüfmateri als	19
6.1.1 Allgemeines	19
6.1.2 Festlegungen zur Konditionierung	19
6.1.3 Anlieferungszustand	19
6.2 Konditionierung der Prüfeinrichtung	19
6.3 Probenahme aus dem Schüttgut	20
6.4 Feuchtigkeitsgehalt („Gutfeuchte“)	20
6.5 Schüttdichte	20
6.6 Prüfverfahren	20
6.7 Wiederholungsprüfungen	20
7 Prüfverfahren	21
7.1 Verfügbare Prüfverfahren	21
7.1.1 Allgemeines	21
7.1.2 Verfahren mit rotierender Trommel und kleiner rotierender Trommel	21
7.1.3 Vortex-Schüttler	21
7.1.4 Verfahren mit kontinuierlichem Fall	21
7.2 Allgemeine Erwägungen	22
7.3 Auswahl des am besten geeigneten Prüfverfahrens	22
8 Auswertung der Daten des Staubungsverhaltens	23
9 Prüfbericht	23

Anhang A (normativ) Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts.....	25
A.1 Verfahren mit Infrarottrockner	25
A.1.1 Kurzbeschreibung.....	25
A.1.2 Durchführung	25
A.2 Alternatives Verfahren.....	26
Anhang B (normativ) Bestimmung der Schüttdichte des Prüfmaterials nach EN 15051-1	27
B.1 Geräte.....	27
B.2 Besondere Anforderungen.....	27
B.3 Durchführung	27
Anhang C (informativ) Bericht für Elektronenmikroskopie	28
C.1 Hinweise zur Methodik	28
C.1.1 Beschreibung des Sammelsubstrats.....	28
C.1.2 Sammler für die Analyse durch Elektronenmikroskopie.....	28
C.1.3 Vorbereitung für die EM-Analyse	28
C.1.4 Allgemeine Angaben zum Mikroskop	28
C.2 Ergebnisse der Beobachtung und Aufzeichnung der Bilder und Spektren.....	29
Literaturhinweise.....	30

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 17199-1:2019) 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 Mandats erarbeitet, das 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 Kontrolle von emittierten und freigesetzten luftgetragenen NOAA und anderen alveolengängigen Partikeln während der Handhabung und des Transports von Schüttgütern ist ein wichtiger Aspekt für die Exposition von Arbeitnehmern und die Auslegung und den Betrieb zahlreicher industrieller Prozesse oder Forschungsprozesse. Es ist daher wichtig, Informationen über die Neigung von Schüttgütern zur Freisetzung von NOAA und anderen Partikeln zu erhalten und so die Beurteilung des Risikos der Exposition von Gefahrstoffen zu unterstützen, insbesondere, wenn diese in den alveolaren Bereich (alveolengängige Fraktion) eindringen.

Daten zum Staubungsverhalten wurden für die Expositionsbeurteilung für Nanomaterialien von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [1] empfohlen; diese werden hier bereits als Eingabeparameter für einige „Control-Banding“-Werkzeuge für Nanomaterialien oder die Vorhersage der Wahrscheinlichkeit der Exposition durch Modellierung verwendet. Darüber hinaus können Daten zum Staubungsverhalten den Herstellern von Nanomaterialien Informationen liefern, die helfen können, ihre Produkte zu verbessern (z. B. durch Auswahl weniger staubender Nanomaterialien), oder Benutzer bei der Verbesserung ihrer Prozesse oder technischen Präventionsansätze zu unterstützen.

Das Staubungsverhalten hängt von einer Reihe von Faktoren ab, einschließlich:

- des physikalischen Zustands des Schüttguts (z. B. Pulver, Granulat, Pellets und Feuchtegehalt);
- der physikalisch-chemischen Eigenschaften der in dem Schüttgut enthaltenen Partikel (z. B. Größe und Form, relevante Dichte, Art der Beschichtung, hydrophobe und hydrophile Eigenschaften, Aggregation der Partikel);
- der Umgebung (z. B. Feuchtigkeit, Temperatur);
- der Beschaffenheit des Schüttguts;
- der Art der Aerosolerzeugung (Aktivierungsenergie oder Energiezufuhr, Zeiteigenschaften der Energiezufuhr);
- der Wechselwirkung zwischen den Partikeln während des Bewegens (z. B. Reibungsschub, Van-der-Waals-Kräfte); und
- der Probenahme- und Messkonfiguration.

Die Prüfung des Staubungsverhaltens dient dazu, die übliche Pulververarbeitung und -handhabung zu simulieren, um einen Vergleich zwischen dem relativen Staubungspotential der verschiedenen Schüttgüter zu ermöglichen. Die aus der Prüfung des Staubungsverhaltens abgeleiteten Daten können als Eingabe für die quantitative oder qualitative Expositionsbeurteilung verwendet werden. Das Staubungsverhalten umfasst die Anwendung einer bestimmten Art und Menge an Aktivierungsenergie oder Energiezufuhr auf eine bestimmte Menge des Prüfmaterials über eine gegebene Zeitspanne, bei dem Partikel in die Luft dispergiert und quantitativ beschrieben werden. Wahrscheinlich existiert kein Einzelverfahren zur Prüfung des Staubungsverhaltens, das die verschiedenen am Arbeitsplatz angewendeten Arten der Verarbeitung und Handhabung von Schüttgütern repräsentiert und reproduziert. Es bestehen daher verschiedene Verfahren für die Gestaltung von Geräten zur Prüfung des Staubungsverhaltens, und die verschiedenen Prüfverfahren ergeben unterschiedliche Ergebnisse. Die Prüfung und die Variablen, einschließlich der Probenahme- und Messkonfiguration, müssen sorgfältig festgelegt werden, um die Vergleichspräzision sicherzustellen.

Konventionelle Verfahren zur Prüfung des Staubungsverhaltens von Partikeln im Mikrometerbereich schätzen den generierten Schwebstaub im Hinblick auf den Massenanteil an Staub (z. B. alveolengängig, thorakal und einatembar) in mg/kg. Die aktuelle Normenreihe EN 15051 für das herkömmliche Staubungsverhalten bietet zwei Verfahren: das Verfahren mit rotierender Trommel und das Verfahren mit kontinuierlichem Fall. Obwohl diese Verfahren anerkannte Standards für Partikel im Mikrometerbereich sind, hat das biologische Verhalten von NOAA aufgrund der geringen Partikelgröße und Oberfläche die Frage aufgeworfen, ob das Staubungsverhalten allein durch den Massenanteil ausreichend charakterisiert werden kann.

Aus diesem Grund sind die Partikelanzahlkonzentration und die Partikelgrößenverteilung weitere wichtige Messgrößen für die Messung und Charakterisierung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die NOAA enthalten¹. Die in diesem Dokument festgelegte Prüfung gilt auch für Pulver, die nicht von der durch die Europäische Kommission empfohlenen Nanomaterialfestlegung betroffen sind, aber während der Handhabung luftgetragene NOAA freisetzen können.

Dieses Dokument legt zusammen mit EN 17199-2 bis EN 17199-5 Prüfverfahren für die Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die NOAA enthalten, im Hinblick auf den Massenanteil an Staub der gesundheitsrelevanten Fraktion, den anzahlbasierten Staubungsindex und die anzahlbasierte Emissionsrate fest. Darüber hinaus legt die Norm Prüfverfahren fest, die das Aerosol auf der Grundlage von dessen Partikelgrößenverteilung sowie der Morphologie und der chemischen Zusammensetzung seiner Partikel charakterisieren. Des Weiteren bietet die Norm eine Anleitung für die Auswahl des Prüfverfahrens aus vier verfügbaren Verfahren: den Verfahren mit rotierender Trommel, mit kontinuierlichem Fall, mit kleiner rotierender Trommel und mit Vortex-Schüttler. Diese Verfahren erfordern unterschiedliche Mengen an Prüfmaterial und ermöglichen die Anwendung eines breiten Energieeintragsbereichs auf diese Materialien. Die Verfahren mit rotierender Trommel unterscheiden sich von dem Verfahren mit kontinuierlichem Fall und dem Verfahren mit Vortex-Schüttler. Bei dem Verfahren mit rotierender Trommel wird das Schüttgut wiederholt fallengelassen, während dieses bei dem Verfahren mit kontinuierlichem Fall nur einmal, aber dafür kontinuierlich fallengelassen wird. Im Vortex-Schüttler wird das Schüttgut einer sehr viel höheren Energiezufuhr ausgesetzt. Das Prinzip des Verfahrens mit rotierender Trommel ist mit dem des Verfahrens mit kleiner rotierender Trommel vergleichbar.

Dieses Dokument wurde ursprünglich auf der Grundlage der Ergebnisse vornormativer Forschungen entwickelt [3]. Dieses Projekt 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.

Obwohl das Staubungsverhalten als bestimmender Faktor für die Exposition betrachtet werden kann, können die Ergebnisse des ausgewählten Prüfverfahrens nicht direkt als Einschätzung der Exposition am Arbeitsplatz im Rahmen der vorgesehenen Anwendung verwendet werden.

1 CEN ISO/TS 12025 [2] bietet eine allgemeine Methodik für die Quantifizierung der Freisetzung von Nanoobjekten aus Pulvern als Ergebnis von deren Behandlung, von der Handhabung bis zur Dispersion unter hoher Energiezufuhr, durch die Messung der nach einem festgelegten Zerstäubungsverfahren freigesetzten Aerosole. Das Dokument legt jedoch keine Prüfverfahren fest.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument stellt die Methodik für die Messung und Charakterisierung des Staubungsverhaltens eines Schüttguts bereit, das alveolengängige NOAA oder andere Partikel enthält oder freisetzt. Darüber hinaus legt das Dokument die Umgebungsbedingungen, das Verfahren zur Handhabung der Proben und das Verfahren zur Berechnung und Darstellung der Ergebnisse fest. Des Weiteren wird eine Anleitung für die Auswahl des anzuwendenden Verfahrens gegeben.

Die in diesem Dokument festgelegte Methodik ermöglicht

- a) die Quantifizierung des Staubungsverhaltens im Hinblick auf gesundheitsrelevante Massenanteile an Staub,
- b) die Quantifizierung des Staubungsverhaltens im Hinblick auf einen anzahlbasierten Staubungsindex und eine anzahlbasierte Emissionsrate und
- c) die Charakterisierung des Aerosols auf der Grundlage von dessen Partikelgrößenverteilung und der Morphologie und chemischen Zusammensetzung seiner Partikel.

ANMERKUNG 1 Bisher wurde noch kein anzahlbasiertes Klassifizierungsschema im Hinblick auf die Partikelanzahl für die Freisetzung von Partikelstaub entwickelt. Liegt erst einmal eine ausreichend große Anzahl an Messdaten vor, sind eine Überarbeitung dieses Dokuments und die Einführung eines anzahlbasierten Klassifizierungsschemas vorgesehen.

Dieses Dokument gilt für alle Schüttgüter einschließlich Pulvern, Granulaten oder Pellets, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen.

ANMERKUNG 2 Das in Teil 5 dieser Normenreihe festgelegte Verfahren mit Vortex-Schüttler wurde noch nicht für Pellets und Granulate beurteilt.

ANMERKUNG 3 Die Verfahren mit rotierender Trommel und mit kontinuierlichem Fall wurden noch nicht für Nanofasern und Nanoplättchen beurteilt.

Dieses Dokument liefert keine Verfahren für die Beurteilung der Freisetzung von Partikeln während der Handhabung oder mechanischen Zerkleinerung von Nanoverbundstoffen durch maschinelle Bearbeitung (z. B. Zerkleinern, Schneiden, Schleifen, Sägen).

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 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 15051-2, *Exposition am Arbeitsplatz — Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern — Teil 2: Verfahren mit rotierender Trommel*

EN 15051-3, *Exposition am Arbeitsplatz — Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern — Teil 3: Verfahren mit kontinuierlichem Fall*

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

EN 17199-2, *Exposition am Arbeitsplatz — Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen — Teil 2: Verfahren mit rotierender Trommel*

EN 17199-3, *Exposition am Arbeitsplatz — Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen — Teil 3: Verfahren mit kontinuierlichem Fall*

EN 17199-4, *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*

EN 17199-5, *Exposition am Arbeitsplatz — Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen — Teil 5: Verfahren mit Vortex-Schüttler*

ISO 15900, *Determination of particle size distribution — Differential electrical mobility analysis for aerosol particles*

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 und CEN ISO/TS 80004-2 und die folgenden Begriffe.

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>

3.1

Hintergrundpartikel

aus dem Labor infiltrierte Partikel

3.2

Schüttgut

jeder Feststoff, der entweder mechanisch oder per Hand gekippt, gemischt, geschaufelt o. Ä. werden kann, einschließlich Pulver, Granulaten oder Pellets, die Nanoobjekte oder Partikel im Submikrometerbereich in ungebundener, in gebundener unbeschichteter und in beschichteter Form enthalten oder freisetzen

3.3

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 [4]]