

DIN EN 17199-5:2026-07 (D)

Exposition am Arbeitsplatz - Messung des Staubungsverhaltens von Schüttgütern, die alveolengängige NOAA oder andere alveolengängige Partikel enthalten oder freisetzen - Teil 5: Verfahren mit Vortex-Schüttler; Deutsche Fassung EN 17199-5:2025

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Kurzbeschreibung.....	11
6 Ausrüstung	13
6.1 Allgemeines.....	13
6.2 Prüfgerät	15
6.2.1 Vortex-Schüttler	15
6.2.2 Zylindrisches Behältnis	15
6.2.3 Befeuchtungssystem für Einlass- und Verdünnungsluft.....	18
6.2.4 Probenahmeleitung für die Messung des Massenanteils an alveolengängigem Staub.....	19
6.2.5 Probenahmeleitung für andere Messungen	20
6.2.6 Leitfähiger Schlauch, kohlenstoffimprägniert.....	22
6.2.7 Abscheider für die alveolengängige Staubfraktion, aus Edelstahl	22
6.2.8 Luftprobenahmekassette.....	23
6.2.9 Kondensationspartikelzähler (CPC), mit Alkohol als Arbeitsflüssigkeit	23
6.2.10 Zeit- und größenauflösendes Aerosol-Messgerät.....	23
6.2.11 Aerosolsammler für die analytische Elektronenmikroskopie-Analyse	24
6.2.12 Analysenwaage, die in der Lage ist, auf 10 µg zu wägen.....	24
6.2.13 Mikrowaage, die in der Lage ist, auf 1 µg zu wägen.....	24
6.2.14 Filter für die gravimetrische Analyse	25
6.2.15 Mikrozentrifugenröhrchen	25
7 Anforderungen.....	25
7.1 Allgemeines.....	25
7.2 Technische Kontrollmaßnahmen	25
7.3 Konditionierung des Prüfmaterials	25
7.3.1 Allgemeines.....	25
7.3.2 Festgelegte Bedingungen	25
7.3.3 Anlieferungszustand	25
7.4 Konditionierung der Prüfeinrichtung	26
8 Vorbereitung.....	26
8.1 Prüfprobe.....	26
8.2 Feuchtigkeitsgehalt („Gutfeuchte“) des Prüfmaterials	26
8.3 Schüttdichte des Prüfmaterials	27
8.4 Vorbereitung der Prüfeinrichtung.....	27
8.5 Aerosol-Messgeräte und Aerosolsammler	27
9 Prüfverfahren.....	27
10 Auswertung der Daten.....	30
10.1 Massenanteil an alveolengängigem Staub	30

10.2	Anzahlbasierter Staubungsindex, anzahlbasierte Emissionsrate und modale aerodynamische Äquivalentdurchmesser der Partikelgrößenverteilung.....	31
10.2.1	Allgemeines.....	31
10.2.2	Anzahlbasierter Staubungsindex.....	31
10.2.3	Anzahlbasierte Emissionsrate	31
10.2.4	Modale aerodynamische Äquivalentdurchmesser der anzahlbasierten Partikelgrößenverteilung	32
10.3	Morphologische und chemische Charakterisierung der Partikel	33
11	Prüfbericht.....	33
Anhang A (informativ) Bilder zur Veranschaulichung einiger Ausrüstungsgegenstände des Verfahrens.....		35
Anhang B (informativ) Beispiele für mit dem Vortex-Schüttler-Verfahren erhaltene TEM-Bilder		37
Anhang C (informativ) Beweggründe für die Entwicklung des Verfahrens mit dem Vortex-Schüttler		38
Literaturhinweise.....		39
Bilder		
Bild 1 — Übersicht des Versuchsaufbaus des Vortex-Schüttler-Prüfstands.....		14
Bild 2 — Merkmale des für das Verfahren mit dem Vortex-Schüttler verwendeten zylindrischen Behältnisses		16
Bild 3 — Merkmale der drei für den Zusammenbau des zylindrischen Behältnisses herzustellenden Elemente.....		17
Bild 4 — Merkmale der mit dem zylindrischen Behältnis verschraubten Einlass-/Auslassrohre.....		18
Bild 5 — Konfiguration A des Versuchsaufbaus für das Verfahren mit Vortex-Schüttler		20
Bild 6 — Konfiguration B des Versuchsaufbaus für das Verfahren mit Vortex-Schüttler		22
Bild 7 — Ablaufdiagramm der verschiedenen Phasen des Prüfprotokolls für Konfiguration A		28
Bild 8 — Ablaufdiagramm der verschiedenen Phasen des Prüfprotokolls für Konfiguration B		29
Bild A.1 — Außen- und Innenansicht von zwei zylindrischen Behältnissen (6.2.2)		35
Bild A.2 — Am Vortex-Schüttler positioniertes zylindrisches Behältnis (6.2.2), das mit dem leitfähigen flexiblen Schlauch für Einlassluft (links) und freigesetztes Aerosol (rechts) verbunden ist.....		35
Bild A.3 — Mikrozentrifugenröhrchen (6.2.15) zur Vorbereitung der 0,5 cm ³ -Prüfprobe		36
Bild A.4 — Vorgang, bei dem die Prüfprobe in die zylindrische Röhre eingebracht wird		36
Bild B.1 — TEM-Bilder von luftgetragenen Kohlenstoff-Nanoröhrchen, deren Probenahme während der Prüfung des Staubungsverhaltens mit mehrwandigen Kohlenstoff-Nanoröhrchen erfolgt ist. Probenahmedauer von 10 s, TEM-Gitterhalter versehen mit 400-Mesh-Holey-Kohlenstofffilm-TEM-Gittern. Bilder von ©LAFP, aus [10]		37
Tabellen		
Tabelle 1 — Messgrößen, Aerosol-Messgeräte/Probenahmeeinrichtungen und damit verbundene Empfehlungen für das Verfahren mit dem Vortex-Schüttler		12
Tabelle 2 — Zusammenfassung der Prüfverfahrensabfolgen		30