

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Wirkungen von Partikeln auf technische Produkte  
Eigenschaften von Prüfstäuben  
zur Produktqualifikation  
Grundlagen  
Effects of particles on technical products  
Characteristics of test dusts for product qualification  
Fundamentals

VDI 3954  
Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.*

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).*

*The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung.....	2
Einleitung.....	2
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Anwendungsbereiche von Prüfstäuben.....</b>	<b>5</b>
3.1 Verwendung von Prüfstäuben.....	5
3.2 Anwendungsgebiete in der Produktqualifikation.....	6
3.3 Anwendung von Prüfstäuben in der Prüftechnik.....	6
<b>4 Partikeleigenschaften.....</b>	<b>6</b>
4.1 Partikelgrößenverteilung.....	15
4.2 Brechungsindex.....	17
4.3 Spezifische Oberfläche.....	18
4.4 Partikeldichte/Schüttdichte.....	19
4.5 Partikelform/Morphologie.....	21
4.6 Chemische Eigenschaften.....	23
4.7 Wassergehalt eines Partikelkollektivs.....	23
4.8 Agglomerationsverhalten.....	25
4.9 Fließ-, Rieselfähigkeit.....	26
4.10 Dispergieren von Partikelkollektiven.....	26
4.11 Materialhärte, Abrasivität, Verschleiß.....	28
4.12 Elektrische Eigenschaften.....	29
4.13 Spezielle Eigenschaften biogener Prüfstoffe.....	31
<b>5 Spezifikationsüberprüfung von Prüfstäuben.....</b>	<b>31</b>
5.1 Anforderungen an Spezifikationen für Prüfstäube.....	31
5.2 Ermittlung von Partikelgrößenverteilungen – Messverfahren.....	32
<b>6 Gesundheit, Sicherheit und Umwelt (GSU).....</b>	<b>33</b>
6.1 Gesundheit.....	33
6.2 Sicherheit beim Umgang mit Prüfstäuben.....	35
6.3 Umwelt/Entsorgung.....	38
Schrifttum.....	39

Contents	Page
Preliminary note.....	2
Introduction.....	2
<b>1 Scope.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Terms and definitions.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Applications of test dusts.....</b>	<b>5</b>
3.1 Use of test dusts.....	5
3.2 Applications in product qualification.....	6
3.3 Applications of test dusts in test engineering.....	6
<b>4 Particle characteristics.....</b>	<b>6</b>
4.1 Particle size distribution.....	15
4.2 Refractive index.....	17
4.3 Specific surface.....	18
4.4 Particle density/bulk density.....	19
4.5 Particle shape/morphology.....	21
4.6 Chemical properties.....	23
4.7 Water content of a particle population.....	23
4.8 Agglomeration behaviour.....	25
4.9 Flowability, pourability.....	26
4.10 Dispersion of particle populations.....	26
4.11 Material hardness, abrasiveness, wear.....	28
4.12 Electric properties.....	29
4.13 Special characteristics of biogenic test substances.....	31
<b>5 Verifying specifications of test dusts.....</b>	<b>31</b>
5.1 Requirements for test dust specifications.....	31
5.2 Determining particle size distributions – measurement methods.....	32
<b>6 Health, safety, and environment.....</b>	<b>33</b>
6.1 Health.....	33
6.2 Safety when dealing with test dusts.....	35
6.3 Environment/waste disposal.....	38
Bibliography.....	39

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss  
Fachbereich Umweltqualität

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b: Umweltmeteorologie

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3954](http://www.vdi.de/3954).

## Einleitung

In dieser Richtlinienreihe werden die Eigenschaften von Prüfstäuben zum Einsatz in technischen Produktprüfungen aussagekräftig beschrieben. Zur Ermittlung der Wirkungen von Stäuben auf technische Produkte sind umfassende Kenntnisse des Eigenschaftsprofils dieser Partikelfractionen dringend erforderlich. Die hier besprochenen Prüfstäube werden insbesondere zur Filterprüfung und zur Produktqualifikation in der Umweltsimulation eingesetzt. Die bei diesen Prüfungen/Untersuchungen betrachteten Wirkungen sind z.B. der Abscheidegrad eines Filters, die Abscheideleistung eines Filtermediums, das Filtrationsverhalten inklusive Abreinigung, die Lebensdauer und Funktionalität von technischen Produkten, die Dichtigkeit von Gehäusen und beispielsweise elektronischen Geräten, die Abrasivität oder grundsätzlich der Einfluss von Partikeln auf die Wirkungsweise von technischen Produkten.

Um solche Prüfungen mit reproduzierbaren und wiederholbaren Ergebnissen durchführen zu können, müssen die Prüfstäube ein eindeutiges Eigenschaftsprofil aufweisen und bestimmte Qualitätskriterien erfüllen. Wichtige Eigenschaften der Prüfstäube sind unter anderem die Partikelgrößenverteilung, die Dichte, die spezifische Oberfläche, die elektrische Widerstandsfähigkeit, die Härte, die Morphologie, die Hygroskopie, die Agglomerationsneigung und das Staubungsverhalten.

Im Bereich der Prüf- und Simulationstechnik haben sich wenige Prüfstäube in diversen Normen historisch etabliert, die oft nicht ausreichend dargestellt und in vielen Fällen nur für spezielle Anwendungen geeignet sind. In diesen Prüfnormen sind meist nur

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/3954](http://www.vdi.de/3954).

## Introduction

This series of standards provides informative descriptions of the characteristics of test dusts used in technical product testing. For ascertaining the effects of dusts on technical products, it is imperative to have extensive knowledge about the characteristics profile of these particle fractions. The test dusts discussed here are used in particular for filter testing and for product qualification in environmental simulations. The effects considered in these tests or investigations include, e.g., the separation efficiency of a filter, the separation performance of a filter medium, the filtration behaviour including cleaning, the service life and functionality of technical products, the tightness against leaks of housings and electronic instruments, the abrasiveness, or in principle the effect of particles on the mode of operation of technical products.

To be able to perform such tests with reproducible and repeatable results, the test dusts have to exhibit an unambiguous characteristics profile and meet certain quality criteria. The important characteristics of test dusts include inter alia their particle size distribution, density, specific surface, electric resistivity, hardness, morphology, hygroscopic properties, agglomeration tendency, and dust-raising behaviour.

In the field of testing and simulation engineering, a few test dusts have established themselves historically in a variety of standards, often inadequately described and in many cases suitable only for special applications. Usually, these test standards list

die Partikelgrößenverteilung und/oder die chemische Zusammensetzung aufgeführt. Für die eindeutige Beurteilung von Wirkungen auf technische Produkte sind aber deutlich mehr Informationen erforderlich. Diese werden in dieser Richtlinienreihe vorgestellt.

Die prüfstaubspezifischen Eigenschaften, also auch die daraus entstehenden Wirkungen der Prüfstäube, werden in dieser Richtlinie grundlegend dargestellt. In den nachfolgenden Richtlinienblättern werden spezielle Arten von Prüfstäuben im Detail hinsichtlich spezieller Wirkungen dieser Stäube und ihren Eigenschaften beschrieben. Ebenso werden sicherheits- oder gesundheitskritische Gesichtspunkte thematisiert. Diese Richtlinienreihe soll ermöglichen, bestimmten Prüfstaubeeigenschaften definierte Wirkungen auf das jeweilige Produkt und die damit verbundenen Anwendungsmöglichkeiten zuzuordnen.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinienreihe beschreibt die Eigenschaften von Prüfstäuben für die Produktprüfung, wobei die verwendeten Partikel detailliert charakterisiert werden. In der Produktqualifikation werden verschiedene Prüfstäube eingesetzt. Beispielhafte Anwendungsgebiete sind:

- Funktions- und Lebensdauerprüfung
- Dichtheitsprüfungen
- Sicherheitsbeurteilungen
- Leistungsprüfungen von Filtern/Abscheidern

Die Eigenschaften von Prüfstäuben sind im Wesentlichen charakterisiert durch:

- Partikelgrößenverteilung
- chemische Zusammensetzung
- Morphologie

In dieser Richtlinie werden insbesondere weitere Eigenschaften beschrieben, um verlässliche und reproduzierbare Aussagen zur Funktionssicherheit und der Lebensdauer von technischen Produkten geben zu können. Diese technische Regel wendet sich an Prüflabore, Prüfanlagenhersteller, Entwickler, Konstrukteure, Qualitätssicherer und Sicherheitsabteilungen (Gesundheit, Sicherheit und Umwelt).

only the particle size distribution and/or the chemical composition. An unambiguous assessment of effects on technical products, however, requires significantly more data. These are presented in this series of standards.

The fundamental test dust-specific characteristics, i.e. including the resulting effects of the test dusts, are discussed in this standard. The subsequent standards in the series describe in detail special types of test dusts in terms of the special effects of these dusts and their characteristics. Health- and safety-critical aspects are also addressed. This series of standards is intended to allow certain test dust characteristics to be correlated with defined effects on the relevant product and with the associated potential applications.

## 1 Scope

This series of standards describes the characteristics of test dusts used for product testing, with the utilised particles characterised in detail. Various test dusts are used in product qualification. Examples of applications include:

- functional and service life testing
- leak tests
- safety assessments
- performance tests of filters/separators

The properties of test dusts are characterised essentially by:

- particle size distribution
- chemical composition
- morphology

This standard describes, in particular, further characteristics, in order to be able to provide reliable and reproducible information on the functional reliability and service life of technical products. This technical rule is intended for test labs, test facility manufacturers, system developers, design engineers, quality assurance engineers, and safety departments (health, safety, and the environment).