

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Staubbrände und Staubexplosionen  
Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen  
Sicherheitstechnische Kenngrößen von Schüttgütern

VDI 2263  
Blatt 1 / Part 1

Dust fires and dust explosions  
Hazards – assessment – safety measures  
Safety-related parameters of bulk goods

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

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

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	3	Preliminary note.....	3
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>3</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Normative Verweise</b> .....	<b>6</b>	<b>2 Normative references</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>6</b>	<b>3 Terms and definitions</b> .....	<b>6</b>
<b>4 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	<b>6</b>	<b>4 Symbols and abbreviations</b> .....	<b>6</b>
<b>5 Probenahme und -vorbereitung</b> .....	<b>7</b>	<b>5 Sampling and sample preparation</b> .....	<b>7</b>
<b>6 Untersuchungen am abgelagerten Staub</b> .....	<b>8</b>	<b>6 Testing of dust layers</b> .....	<b>8</b>
6.1 Einfache Prüfung auf Zündfähigkeit.....	8	6.1 Simple ignitability test.....	8
6.2 Brennverhalten.....	8	6.2 Fire behaviour.....	8
6.3 MZT von Staubschichten (Glimmtemperatur) .....	10	6.3 MIT of dust layers (smouldering temperature).....	10
6.4 Selbstentzündung .....	12	6.4 Self-ignition .....	12
6.5 Exotherme Zersetzung .....	18	6.5 Exothermic decomposition .....	18
6.6 Deflagration .....	24	6.6 Deflagration .....	24
6.7 Schlagempfindlichkeit .....	26	6.7 Impact sensitivity.....	26
6.8 Spezifischer elektrischer Widerstand einer Staubschüttung.....	26	6.8 Electrical resistivity of a dust pile.....	26
6.9 Spezielle Prüfungen nach Verordnung EG 1272/2008 (GHS/CLP) bzw. nach Gefahrgut-Transportverordnung .....	26	6.9 Special tests according to Regulation (EC) No 1272/2008 (GHS/CLP) and regulations on the transport of dangerous goods .....	26
<b>7 Staub im quasistationären Zustand</b> .....	<b>30</b>	<b>7 Dust in quasi-stationary state</b> .....	<b>30</b>
<b>8 Untersuchungen am aufgewirbelten Staub</b> ....	<b>30</b>	<b>8 Testing of dust clouds</b> .....	<b>30</b>
8.1 Staubexplosionsfähigkeit.....	30	8.1 Dust explosibility.....	30
8.2 Maximaler Explosionsdruck und maximaler zeitlicher Druckanstieg bzw. $K_{St}$ -Wert (DIN EN 14034-1, DIN EN 14034-2).....	35	8.2 Maximum explosion pressure, maximum rate of pressure rise, and $K_{St}$ - value (DIN EN 14034-1, DIN EN 14034-2).....	35
8.3 UEG (DIN EN 14034-3).....	37	8.3 LEL (DIN EN 14034-3).....	37
8.4 Sauerstoffgrenzkonzentration (DIN EN 14034-4) .....	38	8.4 Limiting oxygen concentration (DIN EN 14034-4).....	38
8.5 MZE (DIN EN ISO/IEC 80079-20-2).....	38	8.5 MIE (DIN EN ISO/IEC 80079-20-2).....	38
8.6 MZT einer Staubwolke (DIN EN ISO/ IEC 80079-20-2) .....	40	8.6 MIT of a dust cloud (DIN EN ISO/ IEC 80079-20-2).....	40

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Betriebliches Sicherheitsmanagement

VDI-Handbuch Management und Sicherheit in der Umwelttechnik  
VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 6: Abgasreinigung – Staubtechnik  
VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Band 4: Arbeitsschutz

Inhalt	Seite
<b>9 Schwelgase</b> .....	41
9.1 Brennbarkeit, Explosionsfähigkeit .....	41
9.2 Schwelppunkt.....	42
<b>10 Einflüsse auf Ausbildung und Verhalten explosionsfähiger Staub-Luft-Gemische</b> .....	42
10.1 Korngröße und Feuchte.....	42
10.2 Turbulenz .....	43
10.3 Staubungsneigung .....	47
10.4 Fließfähigkeit .....	48
10.5 Nanoskalige Stäube.....	50
<b>11 Kenngrößen unter nicht atmosphärischen Bedingungen</b> .....	51
11.1 Abhängigkeit der MZE von der Umgebungstemperatur .....	55
11.2 Abhängigkeit des maximalen Explosionsdrucks und des $K_{St}$ -Werts vom Anfangsdruck.....	56
11.3 Zusammenfassung.....	57
<b>Anhang A</b> Brennverhalten im quasistationären Zustand .....	58
<b>Anhang B</b> Aerated-Cell-Test .....	61
<b>Anhang C</b> Diffusion-Cell-Test (Bulk-Powder-Test).....	63
Schrifttum .....	65

Contents	Page
<b>9 Smouldering gases</b> .....	41
9.1 Flammability, explosibility .....	41
9.2 Smouldering point .....	42
<b>10 Criteria influencing the formation and behaviour of explosible dust/air mixtures</b> ....	42
10.1 Particle size and moisture .....	42
10.2 Turbulence .....	43
10.3 Tendency to form dust clouds.....	47
10.4 Flowability .....	48
10.5 Nanoscale dusts .....	50
<b>11 Characteristics in non-atmospheric conditions</b> .....	51
11.1 Dependence of MIE on ambient temperature .....	55
11.2 Dependence of maximum explosion pressure and $K_{St}$ -value on initial pressure.....	56
11.3 Summary.....	57
<b>Annex A</b> Combustion behaviour in quasi-stationary state conditions .....	58
<b>Annex B</b> Aerated cell test.....	61
<b>Annex C</b> Diffusion cell test (bulk powder test) .....	63
Bibliography .....	65

## 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 und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2263](http://www.vdi.de/2263).

## 1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie gilt für die Beurteilung von Gefahren und für Maßnahmen zur Verhütung von Staubbränden und Staubexplosionen einschließlich ihrer gefährlichen Auswirkungen.

Der verlässlichste Weg, sich über die Brand- und Explosionseigenschaften eines Staubs zu unterrichten, besteht darin, eine Probe zu untersuchen und die gefährlichen Eigenschaften durch sicherheitstechnische Kenngrößen zu beschreiben (DGUV-Information 213-065). Der Umfang der durchzuführenden Untersuchungen orientiert sich – in konsequenter Zusammenarbeit zwischen dem Prüfer und dem Anwender – an der Problemstellung und damit an dem Schutzziel bzw. den zutreffenden Schutzmaßnahmen gegen das Entstehen von Bränden und Explosionen bzw. gegen Explosionsauswirkungen.

Das Brand- und Explosionsverhalten von Stäuben kann nach dem Schema in Bild 1 umfassend untersucht werden, wobei Informationen über die Art des Staubs (chemische Zusammensetzung), die mögliche Toxizität und die Explosionsgefährlichkeit im Sinne des Sprengstoffgesetzes vorliegen sollten. Bei der Prüfung ist zu beachten, dass auch die Reaktionsprodukte toxisch sein können.

Im Allgemeinen erfolgen die Prüfungen unter Atmosphärendruck und bei Raumtemperatur. Aus betrieblichen Gründen kann es notwendig sein, hiervon abzuweichen.

Die Richtlinie wendet sich an Führungskräfte und Fachleute aus Industrie und Gewerbe, die sich einen Überblick über Prüfmethoden und technische Regeln verschaffen wollen.

## 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 and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2263](http://www.vdi.de/2263).

## 1 Scope

This standard applies to the assessment of hazards and to measures for preventing dust fires and dust explosions including their dangerous effects.

The most reliable way to obtain information about the fire and explosion properties of a dust is to test a sample and describe the hazardous properties in terms of safety characteristics (DGUV-Information 213-065). The scope of the tests to be conducted is determined, in strict cooperation between the tester and the user, on the basis of the problem definition and thus on the protection goal or the applicable protective measures against the occurrence of fires and explosions or against the effects of an explosion.

The fire and explosion behaviour of dusts can be comprehensively tested according to the flow chart in Figure 1. However, information about the type of dust (chemical composition), the possible toxicity, and the explosion hazard as defined by the Explosives Act should be available. During testing, it shall be borne in mind that the reaction products can also be toxic.

In general, the tests are conducted under atmospheric pressure and at room temperature. For operational reasons, it can be necessary to deviate from these conditions.

The standard is intended for executive staff and experts from trade and industry who wish to obtain an overview of test methods and technical rules.

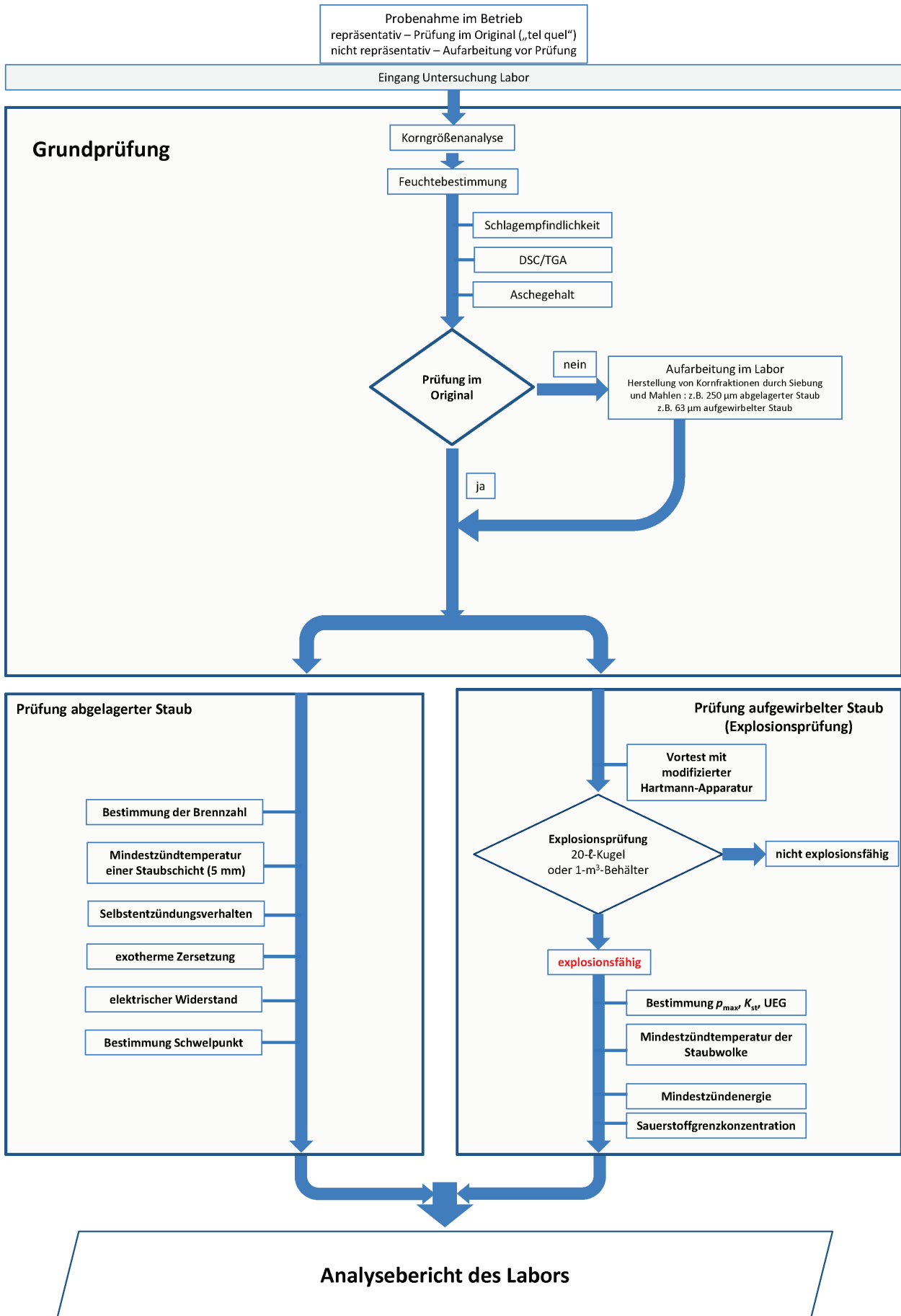


Bild 1. Prüfung von abgelagerterem und aufgewirbeltem Staub

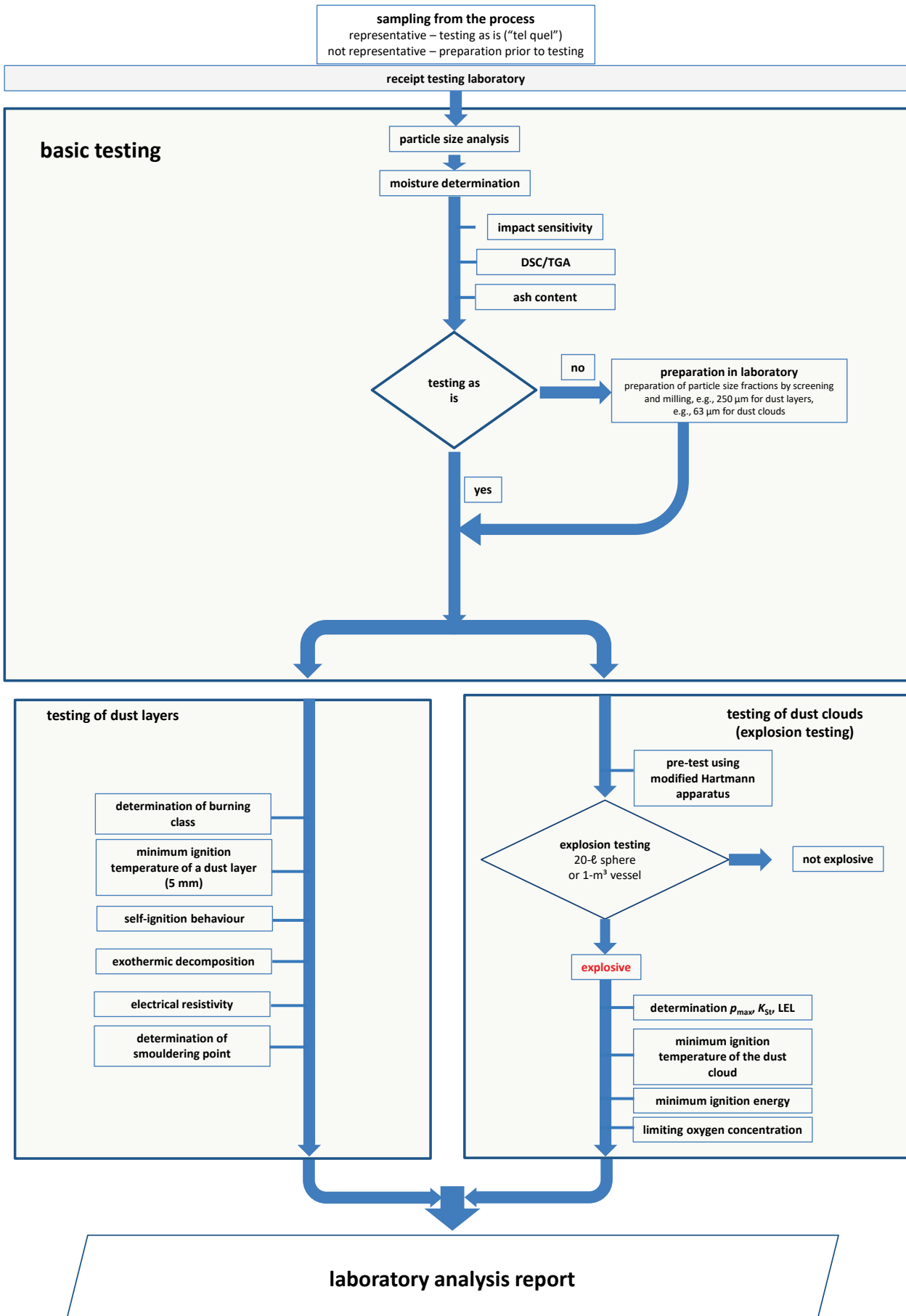


Figure 1. Testing of dust layers and dust clouds

**Anmerkung:** Für eine Vielzahl der nachfolgend beschriebenen Prüfmethoden existieren entsprechende Normen (DIN, EN, ISO, IEC). Diese Normen, die sich zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Richtlinie auf dem aktuellen Stand befanden, sind bei der jeweiligen sicherheitstechnischen Kenngröße in eckigen Klammern angegeben. Sie sollten bezüglich der Details sowie der Aktualität stets beachtet werden.

**Note:** Standards (DIN, EN, ISO, IEC) exist for many of the test methods described below. These standards, which were up to date at the time of publication of this standard, are indicated in square brackets for the respective safety characteristic. They should always be observed with regard to the details and up-to-dateness.