

ICS 17.060; 55.130; 87.040

**Charakterisierung von Lacksprays –
Bestimmung von Tropfengrößen und -geschwindigkeiten in Lacksprays;
Text Deutsch und Englisch**

Characterization of paint sprays –
Characterization of the droplet size and velocity in (lacquer) paint sprays;
Text in German and English

Caractérisation des peintures en aérosol –
Caractérisation de la taille et de la vitesse des gouttelettes dans les peintures en aérosol;
Texte en allemand et anglais

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer PAS erstellt.

Gesamtumfang 42 Seiten

Dieses Dokument wurde durch die im Vorwort genannten Verfasser erarbeitet und verabschiedet.

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Anforderungen	7
4.1 Anforderungen an die Messtechnik.....	7
4.2 Anforderungen an das Spray	7
5 Durchführung der Messung	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Definition der Messrasterebenen.....	8
5.3 Ausrichtung des Messgerätes.....	8
5.4 Angabe der Messunsicherheit.....	9
5.5 Überprüfung des Messgerätes	9
5.6 Zerstäubung und Messumgebung.....	9
5.6.1 Mögliche Umgebungseinflüsse	9
5.6.2 Substrat	10
5.6.3 Elektrostatik.....	10
6 Datenauswertung	10
7 Messprotokoll	11
Anhang A (informativ) Schematische Darstellung hinsichtlich der Einteilung von Spritzkabinen mit Umgebungseinflüssen auf das Spray	13
Anhang B (informativ) Beispiele für die Positionierung des Koordinatensystems bei unterschiedlichen Zerstäubern.....	17
Literaturhinweise.....	21

Vorwort

Diese DIN SPEC wurde nach dem PAS-Verfahren erarbeitet. Die Erarbeitung von DIN SPEC nach dem PAS-Verfahren erfolgt in Workshops und nicht zwingend unter Einbeziehung aller interessierten Kreise.

Die vorliegende DIN SPEC (PAS) ging aus dem Projekt „Charakterisierung der Größe und Geschwindigkeit des Volumendurchflusses und der Konzentration von Tropfen in Sprays“ im Rahmen der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Initiative „Innovation mit Normen und Standards (INS)“ hervor.

Die Erarbeitung und Verabschiedung des Dokuments erfolgten durch die nachfolgend genannten Initiator(en) und Verfasser:

- AOM-Systems GmbH
Aaron Oberthür, Dr. Meiko Hecker
- BASF Coatings GmbH
Dr. Daniel Briesenick, Kai Schäfer
- BETE Deutschland GmbH
Oliver Kalweit
- Dr. Felix Brinckmann
- Hochschule Esslingen (University of Applied Sciences)
Prof. Joachim Domnick
- Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)
Dr. Oliver Tiedje
- Technische Universität Darmstadt (Fachgebiet Strömungslehre und Aerodynamik)
Prof. Cameron Tropea
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Göttingen (DLR)
Dr. Robert Konrath, Tobias Tjaden

Für dieses Thema bestehen derzeit keine Normen.

DIN SPEC sind nicht Teil des Deutschen Normenwerks.

Für diese DIN SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Trotz großer Anstrengungen zur Sicherstellung der Korrektheit, Verlässlichkeit und Präzision technischer und nicht-technischer Beschreibungen kann der Workshop weder eine explizite noch eine implizite Gewährleistung für die Korrektheit des Dokuments übernehmen. Die Benutzung dieses Dokuments geschieht in dem Bewusstsein, dass der Workshop für Schäden oder Verluste jeglicher Art nicht haftbar gemacht werden kann. Die Anwendung der vorliegenden DIN SPEC entbindet den Nutzer nicht von der Verantwortung für eigenes Handeln und geschieht damit auf eigene Gefahr.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Einleitung

Die Charakterisierung von Lacksprays, insbesondere die Bestimmung von Tropfengrößenverteilungen und Geschwindigkeitsverteilungen, steht im Zentrum verfahrenstechnischer Aufgaben rund um den Lackierprozess. Hierbei handelt es sich um eine anwendungsspezifische Spezifikation, ergänzend zu der bereichsübergreifenden DIN SPEC 91325. Diese ergänzende Spezifikation geht auf die Besonderheiten für die Beschichtung mit nicht-transparenten Flüssigkeiten ein. Hierzu gehören zum Beispiel Suspensionen oder Emulsionen, wodurch auch alle Buntlacke eingeschlossen sind.

Durch einen Standard zur Charakterisierung von zerstäubten Beschichtungsstoffen wird der Lackierindustrie eine deutliche bessere F&E-Tätigkeit, Prozessüberwachung und Qualitätskontrolle ermöglicht. Gerade in dieser hochreglementierten Branche besteht seitens der Industrie ein großer Bedarf an verlässlichen, quantitativen Messergebnissen und an hoher Transparenz im Hinblick auf Produktionsprozesse und Produkte.

1 Anwendungsbereich

Diese DIN SPEC legt ein Verfahren zur Charakterisierung zerstäubter Beschichtungsstoffe wie zum Beispiel technischer Lacksprays bzw. Tropfen oder benetzter Partikel aus dem sich das Lackspray zusammensetzt fest. Die DIN SPEC definiert Leitlinien zur Messung der Größe nahezu sphärischer Tropfen innerhalb des Zerstäubungsprozesses und legt Anforderungen fest an die Umgebungsparameter innerhalb der Beschichtungsanwendung bzgl. der potenziellen Einflüsse eines Messsystems auf eine zerstäubende Beschichtungsanlage sowie an die räumliche Auflösung des Verfahrens. Weiterhin werden Richtlinien für die Erfassung der Tropfengeschwindigkeiten und der damit verbundenen Massenstromdichte des Sprays vorgegeben und Empfehlungen für die zulässige Messunsicherheit des Verfahrens geliefert.

Die DIN SPEC gilt für Anwendungen mit Tropfendurchmessern zwischen 5 µm und 500 µm. Um die gängigsten Lacksprays abzudecken werden auch Anwendungen in explosionsgefährdeten Bereichen, in Hochspannungsapplikationen und unter der Bedingung der LABS-Freiheit betrachtet.

Diese Spezifikation definiert Richtlinien für die Erfassung von Tropfen, deren Durchmesser oder Geschwindigkeit stark von den mittleren oder charakteristischen Werten des gesamten Sprays abweichen, sogenannte „Ausreißer“.

ANMERKUNG Eine besonders interessante Größe für den beschichtenden Anwender ist der Auftragungswirkungsgrad (siehe auch DIN EN 13966-1). Um diesen zu erfassen, ist in der Regel die Messung des Lackiervorgangs mit Substrat nötig. Diese DIN SPEC beschreibt die Charakterisierung des zerstäubten Stoffes ohne Substrat. Mit Kenntnis des reinen Zerstäubungsprozesses (der lokalen Volumenstrommessung im Spray, siehe auch DIN SPEC 91342) können später Rückschlüsse auf die beschichtete Oberfläche (Spritzbilder auf Substrat) gezogen werden, z. B. mit numerischen Simulationen. Es wird ein zerstäubter Strahl betrachtet, der sich ungehindert im Raum ausbreiten kann.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

DIN EN 1953, *Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe — Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 50050-1, *Elektrostatische Handsprüheinrichtungen — Sicherheitsanforderungen — Teil 1: Handsprüheinrichtungen für entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe*

DIN EN 50059, *Elektrostatische Handsprüheinrichtungen — Sicherheitsanforderungen — Handsprüheinrichtungen für nichtentzündbare Beschichtungsstoffe*

DIN EN 50176, *Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen — Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 50348, *Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit nichtentzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen — Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 60079-28, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 28: Schutz von Geräten und Übertragungssystemen, die mit optischer Strahlung arbeiten*

DIN EN 60079-29-1, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 29-1: Gasmessgeräte — Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten für die Messung brennbarer Gase*

DIN ISO 9276-1, *Darstellung der Ergebnisse von Partikelgrößenanalysen — Teil 1: Grafische Darstellung*

DIN ISO 9276-2, *Darstellung der Ergebnisse von Partikelgrößenanalysen — Teil 2: Berechnung von mittleren Partikelgrößen/-durchmessern und Momenten aus Partikelgrößenverteilungen*

DIN SPEC 91325, *Charakterisierung von Sprays und Sprühprozessen durch die Messung der Größe und der Geschwindigkeit nicht-transparenter Tropfen*

DIN SPEC 91342, *Charakterisierung von zerstäubten Flüssigkeiten — Bestimmung der relativen Volumenstromdichteverteilung im Spray*

ASTM E 799, *Untersuchung der Tropfengröße und der Tropfengrößenverteilung bei Flüssigkeiten*

ASTM E 1260, *Prüfverfahren und Bestimmung der Teilchenkenngöße in einem Spray mit Hilfe optischer nichtabbildender Streulichtmeßgeräte*

ASTM E 1620, *Terminologie in Zusammenhang mit Flüssigkeitsteilchen und Zerstäubung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ASTM E 1620 und DIN SPEC 91325 und die folgenden Begriffe.

3.1

Lackspray

in einem Gas (zumeist Luft) zerstäubter Beschichtungsstoff

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Beschichtungsstoff (flüssig/flüssig und fest) bildet mit dem Gas (gasförmig) eine Mehrphasenströmung. Der Beschichtungsstoff kann neben der flüssigen Phase auch eine feste Phase (Festkörperanteil beziehungsweise nicht flüchtige Phase, zum Beispiel Pigmente, Füllstoffe und weitere) enthalten. Die flüssige Phase des Beschichtungsstoffs ist in der Regel ein Gemisch aus verschiedenen Stoffen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Lackspray kann mit unterschiedlichen Spritzverfahren erzeugt werden. Ziel des Zerstäubungsprozesses ist das Niederschlagen des Lacksprays auf dem Substrat zur Erzeugung eines Beschichtungsfilms.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei der Zerstäubung für Beschichtungszwecke liegt der Durchmesser der für die Beschichtungsanwendung relevanten (da volumetrisch ausschlaggebend) zerstäubten Beschichtungsstofftropfen in der Regel zwischen 5 µm und 500 µm.

3.2

LABS-Freiheit

Lackverträglichkeit

Freiheit von lackbenetzungsstörenden Substanzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Freiheit von oberflächenaktiven Substanzen, die während des Beschichtungsprozesses zu Oberflächendefekten/-störungen führen. Dazu können, je nach Prozess und Lacksystem, grobe Verunreinigungen, Öle, Fette, Silikone, flüssiges Wasser und kondensationsfähige Dampfphasen gehören.

3.3

Sekundärströmung

Strömung in einem Fluid, die zusätzlich zur Hauptströmung besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispielsweise Wirbel oder Querströmungen.

4 Anforderungen

4.1 Anforderungen an die Messtechnik

Die eingesetzte Messtechnik muss nach DIN SPEC 91325 unter anderem:

- nicht-invasiv arbeiten;
- während des Sprühprozesses anwendbar sein;
- auf einem Zählverfahren basieren;
- orts aufgelöst arbeiten.

Zusätzliche Anforderungen an das Messgerät in Lackierungsprozessen:

- Es ist auf die Lackverträglichkeit, auch LABS-Freiheit genannt, zu achten. Es gibt drei Nachweisarten der LABS-Freiheit: NMR-, Schüttel- und Sprühtest. Zu diesem Thema gibt es bisher keine öffentlichen Vorschriften. Automobilhersteller führen oft eigene Prüfvorschriften.
- Bei Verwendung von Hochspannung ist auf Hochspannungsfestigkeit zu achten.
- Die Messtechnik darf das Spray nach DIN EN 60079-28 und DIN EN 60079-29-1 nicht entzünden. Es ist auf die Brand- und Explosionsschutz-Klassen zu achten. Insbesondere wenn Lichtquellen hoher Intensitäten (beispielsweise Laser) eingesetzt werden.

ANMERKUNG Als grobe Richtwerte für optische Strahlung im Dauerbetrieb von Geräten der Explosionsgruppen I bis IIC und der Temperaturklassen T1 bis T4 werden in der Literatur häufig eine Intensitäts-Höchstgrenze von 5 mW/mm² und eine Leistungshöchstgrenze von 35 mW genannt [1].

4.2 Anforderungen an das Spray

Bei optischen Messverfahren führt der Effekt der Abschattung und Mehrfachreflektion von der Vielzahl der Tropfen eines Sprays zu fehlerhaften Messergebnissen und muss soweit ausgeschlossen werden, dass auswertbare Signale vorliegen.

Die Definition eines auswertbaren Signals setzt in der Regel bei einem Messverfahren eine Beurteilung der Signalgröße (z. B. durch Messung eines Signal-Rausch-Verhältnisses) voraus. Liegt keine ausreichende Signalgüte vor, so müssen die Messungen entweder an einem Ort niedrigerer Tropfenzahldichte oder unter anderen parametrischen Bedingungen durchgeführt werden.

Der gewählte Prozess und das Spray müssen so gewählt werden, dass das Spray sich nicht selbst entzünden kann und sich nach DIN EN 1953 auch keine entzündliche Atmosphäre bilden kann.

Einteilung der Lacke nach Entzündbarkeit [2]:

- Nicht brennbare Lacke: Gew% H₂O > 63/37 Gew% LM (flüssige organische Phase) + 49/51 Gew% ORG (feste organische Phase). Solche Stoffe verhalten sich in flüssiger oder versprühter Form wie Wasser. Erst trocknende Schichten werden brennbar. Es gelten die Anforderungen nach DIN EN 50348 und DIN EN 50059.
- Schwer entzündbare Lacke: Gew% H₂O > 60/40 Gew% LM + 33/67 Gew% ORG. Bei Einhalten der Formel ist ein Explosionsschutz im Sprühbereich nicht erforderlich.
- Entzündbare Lacke: Alle anderen Lacke, die nicht zu „Nicht brennbare Lacke“ oder „schwer entzündbare Lacke“ gehören. Sie machen den vollen Explosionsschutz beim elektrostatischen Lackieren nach DIN EN 50050-1 nötig, bzw. es gelten die Anforderungen nach DIN EN 50176.

5 Durchführung der Messung

5.1 Allgemeines

Die Messung muss in einem anwendungsnahen Betriebspunkt durchgeführt werden.

Die Durchführung der Messung von Tropfengrößen und Geschwindigkeiten in zerstäubten Flüssigkeiten muss nach DIN SPEC 91325 erfolgen.

Die Annahme einer Symmetrie eines Sprays (z B. zur Reduzierung der Anzahl der Messpunkte) muss durch einen Nachweis bestätigt werden.

5.2 Definition der Messrasterebenen

DIN SPEC 91325 definiert hier:

- Ein Spray wird in einer oder mehreren Ebenen charakterisiert, in denen die Messpunkte liegen.
- Die Messebenen sollten senkrecht zur Symmetrie- oder Hauptachse des Zerstäubers liegen.
- Die Messebenen sind durch Ihren Abstand zur Austrittsöffnung des Zerstäubers zu beschreiben und in einem definierten Koordinatensystem anzugeben. Siehe dazu auch Anhang B dieser Spezifikation.
- Der minimale Messabstand ist anhand der Zerfallslänge der Flüssigkeit beim Austritt aus dem Zerstäuber zu bemessen.

Es existiert ein maximaler Messabstand zwischen Messpunkt und Düse, ab dem der zerstäubte Strahl durch die Umgebung nachweislich beeinflusst wird, beispielsweise durch Luftströmungen, durch Verdunstung, durch die Schwerkraft aber auch durch die Nähe zu Wänden an denen sich Sekundärströmungen ausbilden können. Es muss nachgewiesen werden, dass an der äußersten Stelle der Messung keine Beeinflussung durch die Umgebung vorliegt. Somit können Ergebnisse verschiedener Messungen an unterschiedlichen Orten potentiell miteinander verglichen werden. Da unterschiedliche Zerstäuber-Arten und -Einrichtungen unterschiedliche Beeinflussungen aufweisen (siehe dazu auch Bild 1 sowie Anhang A), kann hier kein bestimmter Abstand zwischen Messpunkt und Zerstäuber vorgegeben werden.

5.3 Ausrichtung des Messgerätes

Nach DIN SPEC 91325 sind hierzu unter anderem folgende Anforderungen einzuhalten:

- Es müssen die einwandfreie Funktion und konstante Betriebsparameter des Zerstäubers gewährleistet sein.
- Umgebungsbedingungen sind zu dokumentieren (Objekte im Spritzbereich evtl. vorhandene Luftströmungen).
- Bereitstellung der Messdaten.
- Überprüfung des Messgerätes.

Des Weiteren wird in DIN SPEC 91325 empfohlen, Sprays nicht nur von einer Seite zu vermessen. Grund ist die Abschwächung der Messsignale durch Mehrfachstreuung von anderen Tropfen im Spray.

Bei der praktischen Anwendung stellt sich oft die Frage wie viele Geschwindigkeitskomponenten erfasst werden sollten. Nach DIN SPEC 91325 muss mindestens die Geschwindigkeitskomponente senkrecht zu der definierten Messebene erfasst werden. So kann die Flussdichte durch die Messebene bestimmt werden.

ANMERKUNG Dieses Vorgehen ist vor allem dann zulässig, wenn die Unterschiede von Größe und Richtung der Geschwindigkeitsvektoren der Tropfen sehr gering sind.

ANMERKUNG Jede weitere Geschwindigkeitskomponente erhöht die Genauigkeit einer Messung.

Gibt es keine dominierende Geschwindigkeitskomponente müssen alle drei Geschwindigkeitskomponenten erfasst werden.

5.4 Angabe der Messunsicherheit

Nach DIN SPEC 91325 muss die Messunsicherheit angegeben werden.

BEISPIEL Die Messunsicherheit der Mittelwerte kann in Übereinstimmung mit DIN 1319 angegeben werden.

Nach DIN SPEC 91342 müssen auch folgende Messfehler berücksichtigt werden, die speziell bei der Tropfengrößenmessung mit optischen Messverfahren auftreten:

- Abhängigkeit der Messfläche von der Teilchengröße;
- Abhängigkeit der Messfläche von der Flugrichtung der Teilchen;

5.5 Überprüfung des Messgerätes

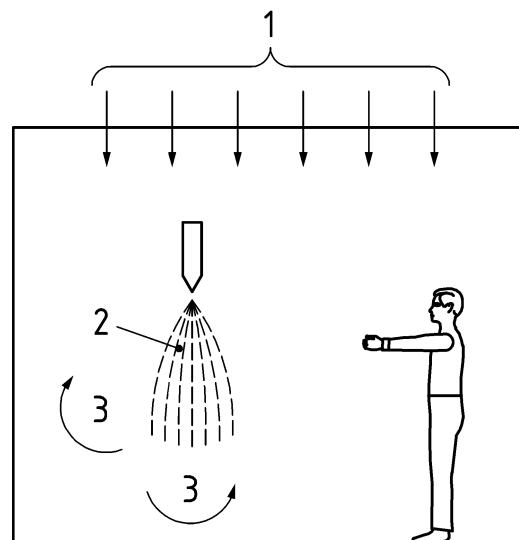
DIN SPEC 91325 beschreibt hier die Überprüfung der Funktionalität des Messgerätes für flüssige Tropfen und den Ausschluss von systematischen Fehlern mittels eines monodispersen Tropfengenerators oder sphärischen Glaspartikeln in Übereinstimmung mit ASTM E 1260.

5.6 Zerstäubung und Messumgebung

5.6.1 Mögliche Umgebungseinflüsse

Ziel ist immer eine von Umgebungseinflüssen unabhängige Messung.

Im Folgenden werden die Einflüsse der Umgebung auf den Spritzprozess am Beispiel einer Einstoffdüse in einer Spritzkabine aufgezeigt, siehe Bild 1.



Legende

- 1 Zuluft
- 2 Lackspray
- 3 Wandwirbel/Bodenwirbel

Bild 1 — Spritzkabine mit vertikaler Lüftungsrichtung, vertikaler Sprayausbreitungsrichtung einer Einstoffdüse und Umgebungseinflüssen

Einfluss der Schwerkraft: Die Beschleunigung der Tropfen in vertikaler Richtung kann rechnerisch abgeschätzt und ins Verhältnis zur Tropfengröße gebracht werden.

Einfluss der Kabinenluft: Um den Einfluss der Luftströmungen in der Kabine auf das Spray abzuschätzen, kann erstens direkt das Geschwindigkeitsfeld in der Kabine vermessen und rechnerisch der Einfluss auf das Spray abgeschätzt werden. Zweitens bietet sich eine Vergleichsmessung zwischen einer Messung mit aktivierter Luftströmung (z. B. Absaugung) und einer Messung ohne künstlich erzeugte Luftströmung an.

ANMERKUNG In Spritzkabinen ohne Absaugung kann sich explosionsfähige Atmosphäre bilden.

Einfluss der Wandwirbel und Bodenwirbel: Um den Einfluss der durch Hindernisse wie Wände und Boden erzeugten Sekundärströmungen zu erfassen, kann ebenfalls aus dem gemessenen Geschwindigkeitsfeld rechnerisch auf den Einfluss geschlossen werden. Alternativ besteht auch hier die Möglichkeit einer Vergleichsmessung zwischen dem durch Sekundärströmung beeinflussten Spray und einer Messung des Sprays ohne Hindernisse und damit auch ohne Sekundärströmung.

BEISPIEL Schematische Darstellungen hinsichtlich der Einteilung von Spritzkabinen mit Umgebungseinflüssen auf das Spray sind in Anhang A zu finden. Siehe dazu auch DIN EN 12215.

ANMERKUNG Geschwindigkeitsmessungen der Umgebungsluft können mit Anemometern oder Rauchröhrchen durchgeführt werden.

5.6.2 Substrat

Das Substrat bezeichnet vor allem in Beschichtungsprozessen den zu beschichtenden Gegenstand. Da dieser die Umgebungsbedingungen beeinflusst, wird sich das Spray zumindest im Nahfeld des Substrates ebenfalls anders verhalten. Wie bereits in Abschnitt 1 erwähnt, werden in der vorliegenden Spezifikation nur Sprays betrachtet, die sich ungehindert im Raum ausbreiten können. Nur so ist es möglich reproduzierbare Messergebnisse zu erhalten, deren Qualität zudem ausreicht, um als Basis für numerische oder analytische Berechnungen des Beschichtungsprozesses zu dienen.

5.6.3 Elektrostatik

Ein besonderer Fall stellt das elektrostatische Lackieren dar, denn bei Messungen mit Elektrostatik muss das Substrat – entgegen der bisher beschriebenen Vorgehensweise – in den Beschichtungsprozess eingebracht werden. Andernfalls verhält sich der Prozess grundlegend anders.

In diesem Fall muss der Elektrostatik-Aufbau zusätzlich dokumentiert werden. Dazu gehört auch eine Abschätzung des Einflusses des Messgerätes auf die elektrischen Felder des Prozesses.

6 Datenauswertung

Nach DIN SPEC 91325 sind folgende Größen für die Auswertung zu berücksichtigen:

- Mittlere Tropfengröße nach DIN ISO 9276-2;
- Berechnung von charakteristischen Tropfengrößen nach ASTM E 799;
- Berechnung der Verteilungsbreite nach ASTM E 799;
- Grafische Darstellung der Tropfengröße nach DIN ISO 9276-1;
- Globale mittlere Tropfengrößen nach DIN ISO 9276-2;
- Globale charakteristische Tropfengrößen nach ASTM E 799;
- Volumenverteilung und Flussdichteverteilung.

Um verschiedene Messungen vergleichbar zu gestalten, sollten mindestens die statistischen Größen $DV_{0,5}$, D_{32} , $DV_{0,1}$ und $DV_{0,9}$ angegeben werden [3]:

— Volumenbezogener Median $DV_{0,5}$

Je 50 % des Gesamtvolumens besteht aus Tropfen kleiner und größer als $DV_{0,5}$, nicht jedoch 50 % der Gesamtanzahl der Tropfen.

— Mittlerer Sauter Durchmesser D_{32}

Wird allgemein für Sprays und poröse Feststoffe verwendet, da er das Verhältnis von Volumen zu Oberfläche darstellt.

BEISPIEL Diese Größe wird zur Berechnung von Stoff- und Wärmeübergangsprozessen benutzt.

— Volumengewichteter Durchmesser $DV_{0,9}$

90 % des Gesamtvolumens besteht aus Tropfen kleiner $DV_{0,9}$.

BEISPIEL Anwendungsbeispiele: Verdampfungsprozesse und Kühlungsprozesse.

— Volumengewichteter Durchmesser $DV_{0,1}$

10 % des Gesamtvolumens besteht aus Tropfen kleiner $DV_{0,1}$.

BEISPIEL Entscheidungskriterium, ob Tropfen, von einer bestimmten Größe, von einem Gasstrom mitgerissen werden.

BEISPIEL Bei der Auswahl von Tropfenabscheidern.

7 Messprotokoll

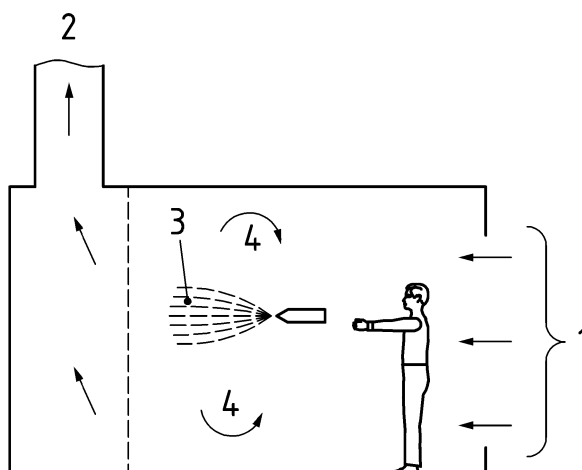
Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Messungen müssen die Randbedingungen einer Messung protokolliert werden. Nach DIN SPEC 91325 muss das Messprotokoll mindestens folgende Angaben enthalten, ergänzt um die zusätzlich aufgeführten Punkte:

- a) Datum und Uhrzeit der Messung;
- b) Hersteller, Typ und Art des eingesetzten Messgerätes;
- c) Bezeichnung der zerstäubten Flüssigkeit
- d) *Zusätzlicher Punkt zu DIN SPEC 91325:* Eindeutige Bezeichnung und der Aufbau der Flüssigkeit;
- e) Versuchsbedingungen und Versuchsanordnung (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, usw.)
- f) *Zusätzlicher Punkt zu DIN SPEC 91325:* Umgebungsluftströmung am Messort ohne Sprühkegel, Abstand zu Hindernissen wie Boden, Decke, Wände und Substrat;
- g) Parametrierung des Zerstäubers
- h) *Zusätzlicher Punkt zu DIN SPEC 91325:* Betriebspunkt bezüglich Durchsatz und Druck der Massenströme Luft und Wasser sowie die Anzahl der Düsen und deren Sprühwinkel, Hochspannung an/aus;
- i) Positionen der Messebenen und Messpositionen und Definition des Koordinatensystems;

- j) Anzahl der ausgewerteten Tropfen je Messposition;
- k) Empfohlen wird mindestens ein globaler mittlerer oder charakteristischer Durchmesser;
- l) Empfohlen wird mindestens eine grafische Darstellung einer globalen Tropfengrößenverteilung;
- m) Art der dargestellten Verteilungen (Volumenverteilung oder Flussdichteverteilung);
- n) Besonderheiten und Auffälligkeiten, falls zutreffend;
- o) *Zusätzlicher Punkt zu DIN SPEC 91325:* Verweis auf DIN SPEC 91343.

Anhang A (informativ)

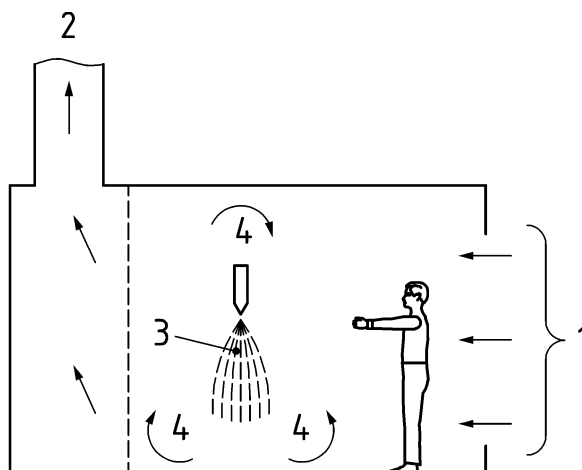
Schematische Darstellung hinsichtlich der Einteilung von Spritzkabinen mit Umgebungseinflüssen auf das Spray



Legende

- 1 Zuluft
- 2 Abluft
- 3 Lackspray
- 4 Wandwirbel/Bodenwirbel

**Bild A.1 — Offener Spritzstand - Horizontale Lüftungsrichtung, horizontale
Sprayausbreitungsrichtung**



Legende

- 1 Zuluft
- 2 Abluft
- 3 Lackspray
- 4 Wandwirbel/Bodenwirbel

Bild A.2 — Offener Spritzstand - Horizontale Lüftungsrichtung, vertikale Sprayausbreitungsrichtung