

764

BGI 764



BG-Information

Elektrostatisches Beschichten

Impressum

Herausgeber

Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Wilhelm-Theodor-Römheld Straße 15
55130 Mainz

Telefon: 0800 9990080-0
Fax: 06131 802-20800
E-Mail: servicehotline@bghm.de
Internet: www.bghm.de

Servicehotline bei Fragen zum Arbeitsschutz: 0800 9990080-2
Medien Online: bestellung@bghm.de

Ausgabe: Oktober 2009/Redaktioneller Stand Februar 2014

Elektrostatishes Beschichten

Inhaltsverzeichnis

1. Anwendungsbereich	7
2. Was ist elektrostatisches Beschichten?	9
2.1 Allgemein	9
2.2 Elektrostatisches Beschichten mit Flüssiglack.....	9
2.3 Elektrostatisches Beschichten mit Pulverlack.....	9
2.4 Elektrostatisches Beschichten mit Flock.....	9
3. Begriffsbestimmungen	10
3.1 Sprüh-/Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe	10
3.2 Pulverbeschichtungskabinen.....	10
3.3 Flockkabinen und Flockstände.....	10
3.4 Spritz- und Sprühgeräte/Sprühvorrichtungen.....	10
3.5 Elektrostatische Handsprüheinrichtungen	10
3.6 Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten.....	11
3.7 Beschichtungsstoffe	11
3.8 Entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe	12
3.9 Schwer entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe	12
3.10 Nicht entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe	12
3.11 Entzündbare Beschichtungspulver.....	12
3.12 Entzündbarer Flock.....	12
3.13 Prüfungen.....	12
3.14 Ständige Überwachung.....	13
3.15 Instandhaltungen	13
3.16 Feuergefährdete Räume und Bereiche.....	13
3.17 Explosionsfähige Atmosphäre.....	13
3.18 Explosionsgefährdete Bereiche.....	13
3.19 Befähigte Person	13
3.20 Unterwiesene Person.....	14
3.21 Elektrofachkraft	14
3.22 Elektrotechnisch unterwiesene Person.....	14
3.23 Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche.....	14
4. Beschaffenheitsanforderungen	15
5. Betrieb	16
6. Prüfungen	21

7. Anhang A	31
Verarbeitungsbeispiele mit Festlegung der feuer- und explosionsgefährdeten Bereiche und Zoneneinteilung..	31
8. Anhang B	40
Berechnung der Konzentration brennbarer Stoffe.....	40
9. Anhang C	47
Muster-Betriebs- und Prüfanweisung für „Elektrostatisches Beschichten“	47
10. Anhang D	52
Anwendungen von elektrostatischem Beschichten (Bildbeispiele aus der Praxis).....	52
11. Anhang E	59
Vorschriften und Regeln.....	59
12. Anhang F	68
Besondere Prüfanforderung für stationäre elektrostatische Sprühsysteme der Kategorie 2G und 2D	68
13. Anhang G	69
Entzündbarkeit von Wasserlacken	69
14. Abbildungsverzeichnis	70

Hinweis: Diese Nachdruckfassung enthält redaktionelle Änderungen, wurde aber inhaltlich nicht aktualisiert.

1. Anwendungsbereich

Diese BG-Information erläutert die zur sicheren Anwendung elektrostatisch unterstützter Beschichtungsverfahren notwendigen Schutzmaßnahmen.

Die Besonderheit des elektrostatischen Beschichtungsverfahrens liegt in der Anwendung von Hochspannung, die im Allgemeinen mehrere zehntausend Volt beträgt, und gleichzeitigem Erzeugen von explosionsfähigen Lösemittel/Dampf-Luftgemischen oder Staub-Luftgemischen.

Dieses Zusammentreffen führt zu besonderen Anforderungen hinsichtlich der Gefährdungen durch:

- brennbare Beschichtungsstoffe
- explosionsfähige Atmosphäre
- zündfähige Energien
- elektrischen Schlag
- Gesundheitsgefahren durch Gefahrstoffe

Diese BG-Information soll den Anwendern des elektrostatischen Beschichtens Hinweise geben, wie durch Beachtung der diversen EN-Normen durch den Hersteller und in Übereinstimmung mit der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) sowie der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 3) sicher und gesund gearbeitet werden kann.

Insbesondere legt diese BG-Information Anforderungen für den Betrieb (einschließlich Wartung, Instandhaltung und Prüfung) elektrostatischer Sprühanlagen und -einrichtungen fest, die nach den folgenden Normen in Verkehr gebracht wurden:

- prEN 50050:2009
- prEN 50059:2009

- EN 50176:2009
- EN 50177:2009
- EN 50223:2009
- EN 50348:2009

Für Anlagen, die vor Erscheinen dieser Norm in Verkehr gebracht wurden, gilt die BGI 764:2000

Der Unternehmer kann bei Beachtung der in dieser BG-Information enthaltenen Empfehlungen davon ausgehen, dass er die Anforderungen der Betriebsicherheitsverordnung im Hinblick auf den sicheren Betrieb (einschließlich Wartung, Instandhaltung und Prüfung) elektrostatischer Sprühanlagen und -einrichtungen einhält.

Schließlich soll diese BG-Information eine Hilfestellung für die Erarbeitung von Betriebsanweisungen und für eine effiziente Unterweisung am Arbeitsplatz geben.

Dabei sind die folgenden Grundsätze für die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit von Mitarbeitern zu berücksichtigen:

- Verwendung sicherheitstechnisch und ergonomisch optimierter elektrostatischer Sprüheinrichtungen, -anlagen, und -kabinen
- Schaffung einer Arbeitsumgebung, die für die Gesundheit der Mitarbeiter nicht abträglich ist
- Organisation von Arbeitsbedingungen, die die Mitarbeiter als zumutbar empfinden

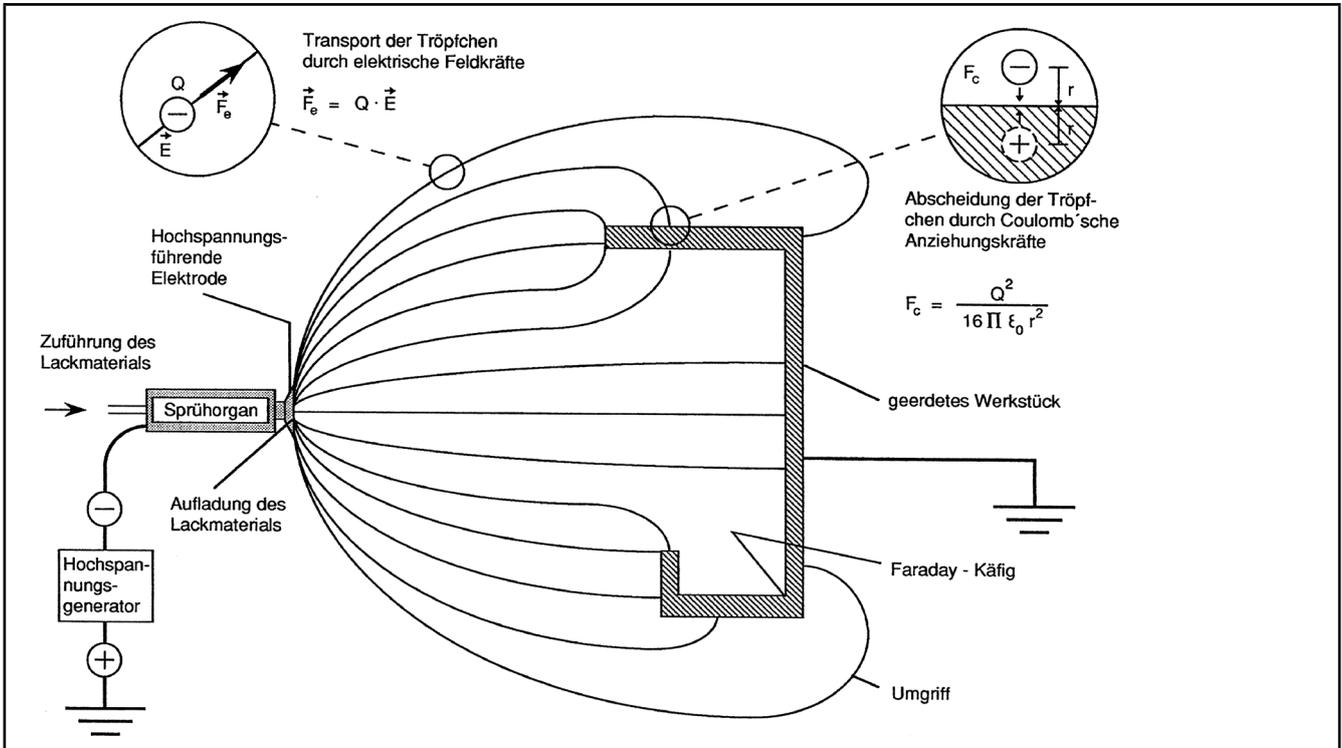


Bild 1-1: Grundprinzip des elektrostatischen Lackierens (vereinfachte Darstellung)

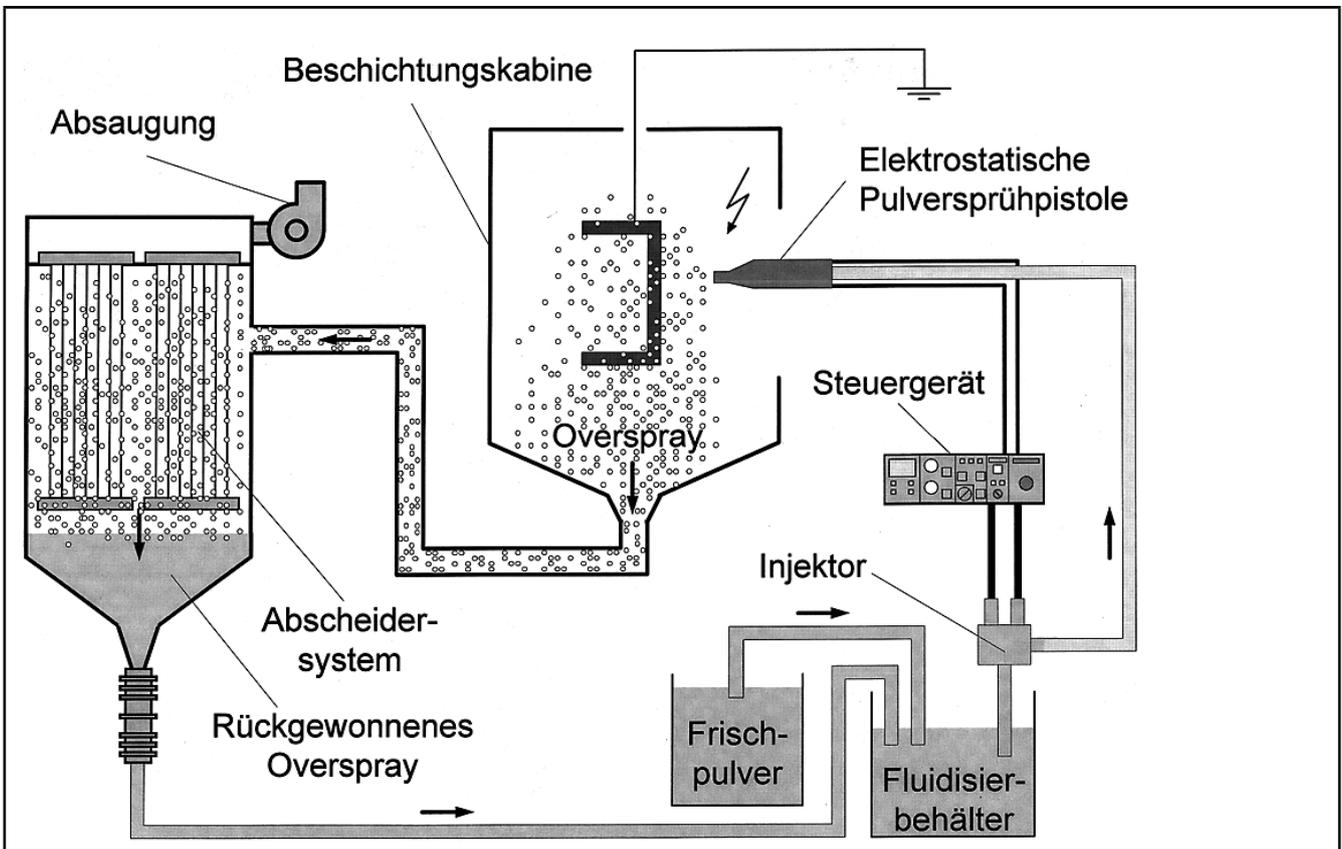


Bild 1-2: Prinzip einer elektrostatischen Pulversprühanlage

2. Was ist elektrostatisches Beschichten ?

2.1 Allgemein

Elektrostatisches Beschichten ist der Sammelbegriff für alle elektrostatischen Auftragsverfahren. Das sind Beschichtungsverfahren, bei denen der versprühte Beschichtungsstoff (hier: flüssige organische Beschichtungsstoffe, Pulverlack oder Flock) unter gleichzeitiger elektrostatischer Aufladung (mittels Hochspannung oder bei triboelektrischen Pulversprühsystemen auch durch Reibungselektrizität) von dem geerdeten Werkstück angezogen und auf diesem aufgetragen wird.

Anmerkung

Synonym zum „Elektrostatischen Beschichten“ werden auch die Begriffe „Sprühverfahren“, „Elektrostatisches Sprühverfahren“ oder „Elektrostatisches Spritzverfahren“ verwendet.

2.2 Elektrostatisches Beschichten mit Flüssiglack

Beim elektrostatischen Lackieren mit Flüssiglack wird der flüssige Beschichtungsstoff in einen Nebel von Lacktröpfchen umgewandelt und mit Hilfe der Kräfte des elektrischen Feldes auf dem Werkstück niedergeschlagen.

Hierfür werden die Tröpfchen mittels Hochspannung der Größenordnung von einigen 10 Kilovolt aufgeladen, sodass sie von dem geerdeten Werkstück angezogen werden.

Der Beschichtungsstoff kann entweder durch Druckluft, Flüssigkeitsdruck oder durch eine Kombination der genannten Verfahren und andere Zentrifugalkräfte versprüht werden.

Nicht auf dem Werkstück niedergeschlagener Flüssiglack (Overspray) wird mit Hilfe der technischen Lüftung abgeführt. Anschließend wird die Beschichtung bei Raumtemperatur oder durch zusätzliche Erwärmung (im Lackrockner) getrocknet oder gehärtet.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen bei der Verarbeitung von Flüssiglack hängen wesentlich ab von der Entzündbarkeit des Beschichtungsstoffes in fein versprühtem Zustand.

Hierbei wird unterschieden zwischen „entzündbar“, „schwer entzündbar“ und „nicht entzündbar“.
Siehe auch 3.8 bis 3.10 und Anhang G.

2.3 Elektrostatisches Beschichten mit Pulverlack

Beim Verfahren der elektrostatischen Pulverbeschichtung wird Pulver (Sprühstoff) mit Hilfe eines Luftstromes von einem Pulverbehälter zu einem elektrostatischen Sprühsystem hingeführt. Die durch das Sprühsystem strömenden Pulverteilchen

werden mittels einer Hochspannung von einigen 10 Kilovolt, die im Allgemeinen von einem Hochspannungserzeuger geliefert wird, aufgeladen.

Bei triboelektrischen Pulversprühsystemen wird die Aufladung des Pulvers durch die Reibungselektrizität erzeugt, die durch das Strömen des Pulver/Luft-Gemisches innerhalb der Sprühpistole entsteht.

Es gibt auch Kombinationen der beiden vorgenannten Systeme.

Die Pulverteilchen werden von dem geerdeten Werkstück angezogen und auf diesem niedergeschlagen. Der Niederschlag des Pulvers auf dem geerdeten Werkstück hält so lange an, bis es bei einer bestimmten Schichtdicke als Isolator wirkt und weiteren Niederschlag von Pulver verhindert.

Nicht auf dem Werkstück niedergeschlagenes Pulver (Overspray) wird z. B. mittels technischer Lüftung in die Pulver-Rückgewinnungsanlage gefördert. Die mit Pulver beschichteten Werkstücke kommen dann in einen „Einbrennofen“, wo das Pulver geschmolzen und in eine zusammenhängende Schicht umgewandelt wird.

„Einbrennöfen“ müssen den besonderen Bedingungen der Pulverbeschichtung und der möglichen Schwelgasbildung Rechnung tragen (siehe EN 1539).

2.4 Elektrostatisches Beschichten mit Flock

Beim elektrostatischen Beflocken werden kurzstapelige Fasern (Flock) aus einem Vorratsbehälter durch ein elektrisches Feld transportiert. Der Flock wird im elektrischen Feld ausgerichtet und auf mit Klebstoff beschichtete, geerdete Oberflächen aufgebracht.

Die Flock-Teilchen haben eine definierte Leitfähigkeit und werden von der elektrostatischen Flockvorrichtung mittels Hochspannung von einigen 10 Kilovolt aufgeladen, bilden Dipole und werden entsprechend der Kraft der Ladungen in Form einer Wolke von dem geerdeten Werkstück bzw. von der zu beflockenden Fläche angezogen und haften auf den mit Klebstoff versehenen Flächen.

Anschließend wird der Klebstoff bei Raumtemperatur oder durch zusätzliche Erwärmung getrocknet, gehärtet oder geliert.

Flock-Teilchen, die nicht auf dem Werkstück haften (Overspray), werden durch Absaugung oder andere Einrichtungen entfernt und in die Flock-Rückgewinnungsanlage gefördert.

3. Begriffsbestimmungen

3.1 Sprüh-/Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe

Einrichtungen, in denen flüssige organische Beschichtungsstoffe durch Sprühverfahren aufgetragen werden. Es handelt sich dabei um teilweise oder vollständig umschlossene räumliche Bereiche, getrennt von Wänden des Fabrikationsgebäudes und ausgerüstet mit einer technischen Lüftung (siehe EN 12215).

Anmerkung

Eine Spritz-/Sprühkabine umfasst folgende Ausrüstung:

- Technische Lüftung durch einen oder mehrere Ventilator(en)
- Trockenluftfilter- und/oder Luft-Nassreinigungssystem
- Steuer- und Regelungseinrichtungen
- (z. B. Verriegelung der technischen Lüftung mit Sprüh-/Spritzeinrichtung)
- Heizsystem für die technische Lüftung (z. B. Brenner)
- Automatische Feuerlöscheinrichtungen
- Warneinrichtungen
- Elektrische Einrichtung

3.2 Pulverbeschichtungskabinen

Einrichtungen, in denen Pulverlacke durch Sprühverfahren aufgetragen werden. Es handelt sich dabei um teilweise oder vollständig geschlossene Bereiche, getrennt von Wänden des Fabrikationsgebäudes, und ausgerüstet mit einer technischen Lüftung (siehe EN 12981).

Anmerkung

Eine Pulverbeschichtungskabine umfasst z. B. folgende Ausrüstung:

- Technische Lüftung durch einen oder mehrere Ventilator(en)
- Luftfilter und Pulverlack-Rückgewinnungssystem
- Rückführsystem für Pulverlack
- Steuer- und Regelungseinrichtungen
- Brandmeldesystem und Verriegelungseinrichtungen
- Explosionsschutz-System
- Automatisches Reinigungssystem
- Klimaanlage
- Warneinrichtungen
- Elektrische Einrichtung

3.3 Flockkabinen und Flockstände

Einrichtungen, in denen Flock durch Sprühverfahren aufgetragen wird. Es handelt sich dabei um teilweise (Flockstand) oder vollständig (Flockkabine) umschlossene räumliche Bereiche,

getrennt von Wänden des Fabrikationsgebäudes, die technisch belüftet werden.

Anmerkung

Eine Flockkabine umfasst z. B. folgende Ausrüstung:

- Technische Lüftung durch einen oder mehrere Ventilator(en)
- Luftfilter und Flock-Rückgewinnungssystem
- Rückführsystem für Flock
- Steuer- und Regeleinrichtungen
- Brandmeldesystem und Verriegelungseinrichtungen
- Explosionsschutz-System
- Automatisches Reinigungssystem
- Klimaanlage
- Warneinrichtungen
- Elektrische Einrichtung

3.4 Spritz- und Sprühgeräte/Sprühvorrichtungen

Geräte zum Auftragen von Beschichtungsstoffen. Die Zerstäubung kann erzielt werden durch Luft, hydromechanisch (airless, luftlos) mit oder ohne Luftunterstützung oder durch Zentrifugalkräfte, wie Zerstäuberglocken oder -scheiben (siehe EN 1953).

Anmerkung

Spritz- und Sprühgeräte bestehen im Allgemeinen aus folgenden Teilen:

- Gehäuse
- Ventil zur Steuerung der Abgabe der Beschichtungsstoffe
- Auslösemechanismus, der das Ventil steuert

3.5 Elektrostatische Handsprüheinrichtungen

Einrichtungen zum Erzeugen, Aufladen und Niederschlagen schwebender Teilchen mit Hilfe elektrischer Felder.

Bei pulverförmigen Beschichtungsstoffen kann die elektrostatische Aufladung auch allein durch Reibungselektrizität (Tribaufladung) erfolgen.

Anmerkung

Elektrostatische Handsprüheinrichtungen bestehen im Allgemeinen aus folgenden Teilen:

- Sprühpistole
- Hochspannungserzeuger
- Verbindungskabel
- Sprühstoffversorgung

- Handsprüheinrichtungen für Flüssiglack, Pulver oder Flock (EN 50050)
- Handsprüheinrichtungen für nicht brennbare Sprühstoffe (EN 50059)
- Spritz- und Sprüheinrichtungen (EN 1953)

3.6 Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten

Anlagen (Systeme), in denen die elektrostatischen Sprühvorrichtungen entweder ortsfest angebracht sind oder durch Bewegungsautomaten (z. B. Roboter) geführt werden.

Bei pulverförmigen Beschichtungsstoffen kann die elektrostatische Aufladung auch allein durch Reibungselektrizität (Tribaufladung) erfolgen.

Siehe auch: Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen (EN 50176:2009)

Anmerkung 1

Die Ausrüstungen bestehen im Allgemeinen aus:

- Sprühkabine
- Sprühbereich
- Sprühsystem
- Werkstückaufnahmen
- Transporteinrichtungen
- Erdungseinrichtungen
- Technische Lüftung
- Brandschutzeinrichtungen

Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren Beschichtungspulvern (EN 50177:2009)

Anmerkung 2

Die Ausrüstungen bestehen im Allgemeinen aus:

- Pulverbeschichtungskabine
- Sprühbereich
- Sprühsystem
- Pulverrückgewinnungsanlage
- Werkstückaufnahmen
- Transporteinrichtungen
- Erdungseinrichtungen
- Technische Lüftung
- Brandschutzeinrichtungen

Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbarem Flock (EN 50223:2009)

Anmerkung 3

Die Ausrüstungen bestehen im Allgemeinen aus:

- Flockkabine

- Flockbereich
- Flocksysteem
- Flockrückgewinnungsanlage
- Werkstückaufnahmen
- Transporteinrichtungen
- Erdungseinrichtungen
- Technische Lüftung
- Brandschutzeinrichtungen
- Explosionsschutzeinrichtungen

Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit nicht entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen (EN 50348:2009)

Anmerkung 4

Die Ausrüstungen bestehen im Allgemeinen aus:

- Sprühkabine
- Sprühbereich
- Sprühsystem
- Werkstückaufnahmen
- Transporteinrichtungen
- Erdungseinrichtungen
- Technische Lüftung

Anmerkung 5

Automatische Spritz- und Sprühgeräte können entweder fest installiert sein oder an Bewegungseinrichtungen, wie Roboter, linearen Bewegungseinrichtungen oder sich drehenden Maschinen, befestigt sein. Sie können entweder kontinuierlich sprühen oder in schnellen Intervallen, wobei sich entweder das Werkstück vorbeibewegt oder sie sich in der Nähe des Werkstückes bewegen.

3.7 Beschichtungsstoffe

Gemäß EN 971-1 flüssige, pastenförmige oder pulverförmige Produkte, die, auf einen Untergrund aufgetragen, eine Beschichtung mit schützenden, dekorativen und/oder anderen spezifischen Eigenschaften ergeben (gemäß 3.7 von EN 1953:1998).

Beschichtungsstoffe bestehen im Allgemeinen aus Bindemitteln, Pigmenten, Farbstoffen, Füllstoffen und anderen Zusätzen. Flüssige Beschichtungsstoffe enthalten darüber hinaus noch Lösemittel.

Beschichtungsstoffe sind z. B.:

- Lacke
- Pulverlacke
- Flock
- Klebstoffe
- Anstrichstoffe
- Kunstharze

- Spachtelmassen
- Füller
- Stoffe für Bodenbeschichtungen
- Dichtstoffe

Anmerkung

Siehe auch: Flüssige organische Beschichtungsstoffe (siehe 3.3 von EN 12215:2004), Pulverlacke (EN 971-1 [siehe 3.2 von EN 12981:2005]), Flock (siehe 3.8 von EN 50223:2009)

3.8 Entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe

Stoffe, die im versprühten Zustand bei der Verarbeitung in elektrostatischen Sprüheinrichtungen durch Zündquellen zur Entzündung gebracht werden können und nach Entfernen der Zündquelle weiterbrennen oder explosionsartig reagieren.

Anmerkung

Das Ergebnis der PTB-Untersuchungen für die Abschätzung der Entzündbarkeit der Sprühnebel wasserverdünnbarer Beschichtungsstoffe in Abhängigkeit der Massenanteile an Wasser, organischem Lösemittel, organischem oder anorganischem Feststoff ist in einer Zahlenwertgleichung beschrieben worden (siehe Anhang G).

3.9 Schwer entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe

Stoffe, die im versprühten Zustand bei der Verarbeitung in elektrostatischen Sprüheinrichtungen nur durch starke Zündquellen mit einem Energiegehalt von mehr als 2 J zur Entzündung gebracht werden können.

Anmerkung

siehe Anhang G

3.10 Nicht entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe

Stoffe, die im versprühten Zustand bei der Verarbeitung in elektrostatischen Sprüheinrichtungen auch durch starke Zündquellen von mehr als 2 J (z. B. offene Flammen) nicht zur Entzündung gebracht werden können.

Anmerkung

siehe Anhang G

3.11 Entzündbare Beschichtungspulver

Beschichtungspulver, die im aufgewirbelten Zustand durch Einwirkung einer Zündquelle entzündet werden können und nach Entfernen der Zündquelle weiterbrennen oder explosionsartig reagieren.

Anmerkung

siehe auch 3.8 von EN 50177:2009

3.12 Entzündbarer Flock

Flock, der im aufgewirbelten Zustand durch Einwirkung einer Zündquelle entzündet werden kann und nach Entfernen der Zündquelle weiterbrennt oder explosionsartig reagiert.

Anmerkung

siehe auch 5.5.1 von EN 50050:2001

3.13 Prüfungen

Prüfung ist die Ermittlung des Istzustandes

- eines Arbeitsmittels,
- einer überwachungsbedürftigen Anlage,
- eines Arbeitsplatzes in explosionsgefährdeten Bereichen nach Anhang 4 Abschnitt A Nr. 3.8 BetrSichV,

der Vergleich des Istzustandes mit dem Sollzustand sowie die Bewertung der Abweichung des Istzustandes vom Sollzustand.

Istzustand umfasst den durch die Prüfung festgestellten Zustand des Prüfgegenstandes.

Sollzustand ist bei Arbeitsmitteln der durch die Gefährdungsbeurteilung festgelegte sichere Zustand für die weitere Benutzung und bei überwachungsbedürftigen Anlagen der durch die sicherheitstechnische Bewertung festgelegte ordnungsgemäße Zustand für den weiteren Betrieb.

Es wird zwischen folgenden Prüfungen unterschieden:

- einfache Prüfungen nach § 3 Abs. 3 BetrSichV durch unterwiesene Personen, z. B. Vorhandensein von Erdungsmaßnahmen, Zustand der persönlichen Schutzausrüstungen und der Sprühpistole
- Prüfungen nach § 10 BetrSichV durch befähigte Personen, z. B. an elektrostatischen Sprüheinrichtungen,
- Überprüfungen des Explosionsschutzkonzeptes nach Anhang 4 Abschnitt A Nr. 3.8 BetrSichV, z. B. Zoneneinteilung, Vorhandensein von Schutzeinrichtungen, Lüftungsanlagen, Gaswarngeräten
- Prüfungen nach §§ 14, 15 BetrSichV an überwachungsbedürftigen Anlagen (siehe TRBS 1201 Teil 1), z. B. Gerä-

te im Sinne der RL 94/9/EG (Leuchten, Motoren, Ventilatoren, Rührwerke usw.)

siehe auch: TRBS 1201 und TRBS 1201 Teil 1

Anmerkung

Die Prüfanforderungen im Abschnitt G dieser BGI basieren auf den Prüfanforderungen der jeweils relevanten Europäischen Normen.

3.14 Ständige Überwachung

Die ständige Überwachung im Sinne dieses Regelwerkes ist die kontinuierliche Betreuung von elektrostatischen Beschichtungsanlagen durch qualifiziertes Personal zur Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes.

Die geforderten wiederkehrenden Prüfungen sind durch eine ständige Überwachung der Beschichtungsanlage nicht entbehrlich. Die ständige Überwachung ermöglicht jedoch, unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse, eine Anpassung der Prüfintervalle und des Prüfumfanges. Die ständige Überwachung erfordert eine Prüfung durch eine befähigte Person vor der ersten Inbetriebnahme.

Durch eine befähigte Person ist eine Dokumentation zu erstellen, in welcher der erforderliche Prüfumfang, die Prüfintervalle und die Qualifikation der Personen, welche die Prüfungen durchführen, festgelegt sind.

Die Dokumentation muss die Besonderheiten der stationären (automatischen) elektrostatischen Beschichtungsanlagen und die betrieblichen und örtlichen Verhältnisse berücksichtigen. Die durchgeführten Prüfungen sind zu dokumentieren und bei den wiederkehrenden Prüfungen zu kontrollieren.

3.15 Instandhaltungen

Eine Kombination aller Tätigkeiten, die ausgeführt werden, um einen Gegenstand in einem Zustand zu erhalten oder ihn wieder dahin zu bringen, der den Anforderungen der betreffenden Spezifikation entspricht und die Ausführung der geforderten Funktionen sicherstellt.

siehe auch: 3.1 von EN 60079-17:1998

3.16 Feuergefährdete Räume und Bereiche

Räume oder Bereiche, in denen brennbare Stoffe zu einer erhöhten Brandbelastung führen.

Anmerkung

Zur Ermittlung der Brandlast siehe DIN 18230-1.

3.17 Explosionsfähige Atmosphäre

Ein Gemisch von entzündbaren Stoffen in Form von Gasen, Dämpfen, Nebeln, Pulver oder Flock mit Luft unter atmosphärischen Bedingungen in solchen Mischungsverhältnissen, dass es durch wirksame Zündquellen, wie übermäßig hohe Temperatur, Lichtbögen oder Funken, gezündet werden kann (siehe EN 1127-1).

3.18 Explosionsgefährdete Bereiche

Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphäre in Gefahr drohender Menge vorhanden ist oder erwartet werden kann, sodass besondere Schutzmaßnahmen gegen Zündquellen erforderlich sind. Die explosionsgefährdeten Bereiche werden nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen eingeteilt (siehe EN 1127-1).

3.19 Befähigte Person

Befähigte Person im Sinne dieser BGI ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet des elektrostatischen Versprühens von flüssigen Beschichtungsstoffen, Pulverlacken oder Flock mit Sprühgeräten und automatischen (ortsfesten) Sprühanlagen hat und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z. B. DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, technische Regeln anderer EG-Mitgliedsstaaten) vertraut ist, sodass er den arbeitssicheren Zustand von Sprühgeräten und automatischen (ortsfesten) Sprühanlagen prüfen und gutachtlich beurteilen kann. Befähigte Personen müssen spezielle Kenntnisse über die beim elektrostatischen Beschichten auftretenden Explosionsgefährdungen besitzen.

Befähigte Personen unterliegen bei ihrer Prüftätigkeit keinen fachlichen Weisungen und dürfen wegen dieser nicht benachteiligt werden.

Der Arbeitgeber/Betreiber legt nach § 3 (3) BetrSichV eigenverantwortlich fest, wer für die überwachungsbedürftige Anlage mit explosionsgefährdeten Bereichen die Prüfungen als befähigte Person gemäß BetrSichV durchführt. Der Arbeitgeber/Betreiber muss die befähigte Person beauftragen.

Anmerkung

Die befähigte Person soll aus Gründen der Rechtssicherheit i.d.R. schriftlich benannt werden. Sie gibt durch ihre Unterschrift das Einverständnis zur Benennung. Der Arbeitgeber/Betreiber vergewissert sich über die Fähigkeiten der befähigten Person, die für die durchzuführenden Prüfungen erforderlich

sind. Die befähigte Person soll im Rahmen geeigneter Fortbildungsmaßnahmen auf dem Stand der Technik gehalten werden. Werden Prüfverpflichtungen/Prüfungen an eine externe Firma vergeben, so muss sich der Auftraggeber im Rahmen seiner Organisationsverantwortung über die Qualifikation der beauftragten Firma vergewissern. Die Verantwortung für die sachgerechte Auswahl der befähigten Person liegt stets beim Arbeitgeber/Betreiber.

Befähigte Personen können bei entsprechender Qualifikation gleichzeitig Elektrofachkräfte nach 3.19 sein.

Anforderungen an befähigte Personen sind auch der Technischen Regel „TRBS 1203“ zu entnehmen.

3.20 Unterwiesene Person

Unterwiesene Person ist, wer durch einen für die Anlage Verantwortlichen über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angelernt sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und -maßnahmen belehrt wurde.

3.21 Elektrofachkraft

Als Elektrofachkraft gilt, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann (siehe § 2 Abs. 3 BGV A 3)

Diese hat, soweit für die jeweilige Prüftätigkeit erforderlich, folgende Qualifikation: durch Ausbildung erworbene Kenntnisse auf dem Gebiet des Explosionsschutzes, dem Fachgebiet der elektrostatischen Prozesstechnik/Hochspannungstechnik, Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten, Kenntnisse der elektrischen Anlage, Kenntnis der Beanspruchung der elektrischen Anlage.

Elektrofachkräfte können bei entsprechender Qualifikation gleichzeitig befähigte Personen nach 3.16 sein.

3.22 Elektrotechnisch unterwiesene Person

Elektrotechnisch unterwiesene Person ist, wer durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angelernt sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde.

3.23 Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche

Zone 0 umfasst Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Anmerkung 1

Der Begriff „häufig“ ist im Sinne von „zeitlich überwiegend“ zu verwenden.

Anmerkung 2

Diese Bedingungen sind im Allgemeinen nur im Inneren von Behältern, Rohrleitungen, Apparaturen usw. anzutreffen.

Zone 1 umfasst Bereiche, in denen sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2 umfasst Bereiche, in denen bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder nur kurzzeitig auftritt.

Zone 20 umfasst Bereiche, in denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Anmerkung 1

Der Begriff „häufig“ ist im Sinne von „zeitlich überwiegend“ zu verwenden.

Anmerkung 2

Diese Bedingungen sind im Allgemeinen nur im Inneren von Behältern, Rohrleitungen, Apparaturen usw. anzutreffen.

Zone 21 umfasst Bereiche, in denen sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann.

Zone 22 umfasst Bereiche, in denen bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht oder nur kurzzeitig auftritt.

Anmerkung zu 3.23

Weiteres siehe: „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ (BGR 104)

4. Beschaffenheitsanforderungen

Lfd. Nr.	Regelwerk	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar	
4.1	EN 12215 „Beschichtungsanlagen - Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen“	M	X	X	X			
		A	X	X	X			
4.2	EN 12981 „Beschichtungsanlagen - Spritzkabinen für organische Pulverlacke – Sicherheitsanforderungen“	M				X		
		A				X		
4.3	EN 1953 „Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen“	M	X	X	X	X		in Überarbeitung
		A	X	X	X	X		
4.4	EN 50050 „Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Elektrostatische Handsprüheinrichtungen“	M	X			X	X	in Überarbeitung
		A						
4.5	EN 50059 „Bestimmungen für elektrostatische Handsprüheinrichtungen für nicht brennbare Sprühstoffe für Beschichtungen“	M		X	X			in Überarbeitung
		A						
4.6	EN 50176 „Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen – Sicherheitsanforderungen“	M						
		A	X	X				
4.7	EN 50177 „Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren Beschichtungspulvern – Sicherheitsanforderungen“	M						
		A				X		
4.8	EN 50223 „Stationäre elektrostatische Flockanlagen für entzündbaren Flock“	M						
		A					X	
4.9	EN 50348 „Stationäre automatische elektrostatische Sprüheinrichtungen für nicht brennbare flüssige Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen“	M						
		A			X			

Erläuterung

Die Tabellen im Abschnitt 4 geben einen Überblick über die zu beachtenden Hersteller-Normen. Sie geben dem Betreiber bereits in der Planungsphase die Möglichkeit, sich über die erforderlichen sicherheitstechnischen Anforderungen an Einrichtungen zum elektrostatischen Beschichten zu informieren, um damit die Bestellung beim Hersteller (Pflichtenheft) zu konkretisieren.

Beispiel

So ergibt sich aus obiger Tabelle bei Errichtung eines Spritzstandes mit manuellem elektrostatischem Beschichten (Sprühverfahren) mit brennbarem Flüssiglack, dass folgende Regelwerke der laufenden Nummern zu beachten sind: EN 12215, EN 1953 und EN 50050.

5. Betrieb

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar	
5.1 Allgemeine Anforderungen								
	Der Betreiber hat darauf zu achten, dass für die Einrichtungen zum elektrostatischen Beschichten die Bestimmungen zur Beschaffenheit (siehe Abschnitt 4) eingehalten sind, das heißt, dass dieses durch CE-Kennzeichnung, Konformitätserklärung oder Herstellererklärung (bei nicht verwendungsfertigen Einrichtungen) durch den Hersteller bestätigt worden ist.	M	X	X	X	X	X	Für nicht verwendungsfreie Einrichtungen gilt: Eine Herstellererklärung kann nur in Verbindung mit der Richtlinie 98/37/EG (Maschinenrichtlinie), nicht jedoch in Verbindung mit der Richtlinie 94/9/EG („ATEX 95“) abgegeben werden. Nach der ab Ende 2009 anzuwendenden neuen Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ist statt der Herstellererklärung eine Einbauerklärung und eine Montageanleitung mitzuliefern.
		A	X	X	X	X	X	
5.2 Erste Inbetriebnahme								
	Die erste Inbetriebnahme durch den Betreiber darf erst erfolgen, wenn eine Prüfung nach 6.2 erfolgreich durchgeführt worden ist.	M	X	X	X	X	X	
		A	X	X	X	X	X	
5.3 Betriebsanweisung								
5.3.1	Betriebsanweisung anhand der Betriebsanleitung des Herstellers oder Lieferers für einen gefahrlosen Betrieb der elektrostatischen Handsprüheinrichtung oder stationären elektrostatischen Beschichtungsanlage sowie deren Zubehör erstellen. Betriebsanweisung den Versicherten in geeigneter Sprache und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt machen.	M	X	X	X	X	X	Siehe auch Technische Regeln für Gefahrstoffe „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV“ (TRGS 555) sowie BG-Information „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“ (BGI 578) Muster-Betriebsanweisung siehe Anhang C
		A	X	X	X	X	X	
5.3.2	Die beim Umgang mit den verwendeten Beschichtungstoffen auftretenden Gesundheitsgefahren beurteilen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen (z. B. Atemschutzgeräte) treffen. Auf die getroffenen Maßnahmen muss in geeigneter Form hingewiesen werden.	M	X	X	X	X	X	Nach § 9 Abs. 1 und 2 GefStoffV muss der Arbeitgeber dafür sorgen, dass Gesundheitsgefährdungen der Beschäftigten durch die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Maßnahmen beseitigt oder auf ein Mindestmaß verringert werden. Dies kann z. B. erreicht werden, wenn wasserverdünnbare Lacke oder Pulverlacke anstatt konventioneller Lösemittel-Lacke eingesetzt oder emissionsärmere Verfahren verwendet werden. Weiteres siehe BGR 231, BGR 500 Kapitel 2.29 und TRGS 507
		A	X	X	X	X	X	
5.3.3	Die beim Umgang mit den verwendeten Beschichtungstoffen auftretenden Brandgefahren beurteilen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen (z. B. geeignete Feuerlöscheinrichtungen) treffen. Auf die getroffenen Maßnahmen muss in geeigneter Form hingewiesen werden.	M	X	X	X	X	X	Nach Anhang III Nr. 1 GefStoffV muss der Arbeitgeber nach dem Stand der Technik Maßnahmen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten vor Brand- und Explosionsgefahren treffen. Weiteres siehe ArbStättV Abschnitt 2.2 sowie BetrSichV Anhang I Nr. 2.16
		A	X	X	X	X	X	

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack entzündbar	Flock entzündbar	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar			
5.3.4	Die beim Umgang mit den verwendeten Beschichtungstoffen auftretenden Explosionsgefahren beurteilen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen (z. B. geeignete Feuerlöscheinrichtungen, explosionsgeschützte Betriebsmittel) treffen. Auf die getroffenen Maßnahmen muss in geeigneter Form hingewiesen werden.	M	X	X		X	X	Nach Anhang III Nr. 1 GefStoffV muss der Arbeitgeber nach dem Stand der Technik Maßnahmen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten vor Brand- und Explosionsgefahren treffen. Weiteres siehe Anhang 4 BetrSichV sowie BGR 500 Kapitel 2.29 und TRGS 507
		A	X	X		X	X	
5.3.5	Die Arbeitsbereiche an elektrostatischen Lackieranlagen sind mindestens mit folgenden Warn- und Verbotsschildern zu kennzeichnen: P06 „Zutritt für Unbefugte verboten“, W08 „Warnung vor elektrischer Spannung“, W21 „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“	M	X	X	X*	X	X	* W21 nicht erforderlich siehe auch Anhang C
		A	X	X	X*	X	X	
5.4	Unterweisung							
	Die Versicherten sind vor Aufnahme ihrer Tätigkeit über die mit dem Betrieb der elektrostatischen Handsprüh-einrichtungen oder stationären elektrostatischen Beschichtungsanlagen sowie deren Zubehör für das elektrostatische Beschichten verbundenen Gefahren und die Maßnahmen zu ihrer Abwendung mindestens einmal jährlich zu unterweisen. Die Unterweisung umfasst auch den Umgang mit Feuerlöschern.	M	X	X	X	X	X	
		A	X	X	X	X	X	
5.5	Einsatz von elektrostatischen Sprühsystemen in explosionsgefährdeten Bereichen							
5.5.1	Sicherstellen, dass Sprühsysteme nur in den explosionsgefährdeten Bereichen betrieben werden dürfen, die ausschließlich durch ihre eigene Sprühwolke verursacht werden	M	X	X		X	X	Sprühsysteme dürfen grundsätzlich nicht in explosionsgefährdeten Bereichen betrieben werden, die durch andere Quellen verursacht werden.
		A	X	X		X	X	
5.6	Arbeitsplatz							
5.6.1	Alle Zündquellen vermeiden, Rauchen und offenes Feuer in feuer- und explosionsgefährdeten Bereichen untersagen	M	X	X		X	X	Kennzeichnung gemäß BGV A 8
		A	X	X		X	X	
5.6.2	Durch regelmäßige Reinigung sicherstellen, dass in Sprühkabinen, Sprühständen und dem gesamten Arbeitsraum Ablagerungen von Beschichtungsstoffen so gering wie möglich gehalten werden	M	X	X	X	X	X	siehe 5.8
		A	X	X	X	X	X	
5.7	Innenbeschichten von Hohlkörpern							
5.7.1	Sicherstellen, dass das Innenbeschichten von Hohlkörpern, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube von Beschichtungsstoffen entstehen kann, nur unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt wird. Besondere Schutzmaßnahmen sind z. B.: - spezielle Lüftungsmaßnahmen - Inertisierung - Verwendung von Explosionsunterdrückungssystemen	M	X			X	X	Beim Innenbeschichten ohne besondere Schutzmaßnahmen besteht die Gefahr der Zündung eines hierbei gebildeten Gemisches. Zu den Hohlkörpern können z. B. Röhren und Feuerlöschbehälter gehören. Siehe „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ (BGR 117-1)
		A	X			X	X	

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar			
5.8 Reinigung								
5.8.1	Ablagerungen von Beschichtungsstoffen in angemessenen Zeitabständen entfernen. Dabei darauf achten, dass insbesondere Sprühstände und -kabinen, einschließlich Absaugeinrichtungen, Lacknebelabscheider und deren Umgebung, gereinigt werden.	M	X	X		X	X	Angemessene Zeitabstände richten sich nach den betrieblichen Gegebenheiten und sind in der Betriebsanweisung anzugeben, siehe auch Abschnitt 3.14 des Kapitels 2.29 „Verarbeiten von Beschichtungsstoffen“ der BGR 500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“, bezüglich Maßnahmen siehe BGI 557 und BGI 740
		A	X	X	X	X	X	
5.8.2	Prüfen, ob die Werkstückaufnahmen regelmäßig gereinigt werden	M	X	X	X	X	X	Hierdurch soll erreicht werden, dass die zu beschichtenden Werkstücke stets zuverlässig geerdet sind
		A	X	X	X	X	X	
5.8.3	Sicherstellen, dass die technische Lüftung während der Reinigungsarbeiten wirksam ist	M	X	X	X	X	X	Ausnahmen sind möglich, wenn Explosions- und Gesundheitsgefahren durch die Eigenschaften des Reinigungsmittels und die Art der Verwendung (z. B. Sprühen, Wischen) ausgeschlossen sind.
		A	X	X	X	X	X	
5.8.4	Nur elektrisch leitfähige Behälter für die Reinigungsflüssigkeit verwenden; diese müssen geerdet sein	M	X	X	X	X	X	Durch Verwendung elektrisch leitfähiger Behälter wird eine elektrostatische Aufladung der Reinigungsflüssigkeit verhindert.
		A	X	X	X	X	X	
5.8.5	Soweit möglich, nicht entzündbare Reinigungsmittel verwenden	M	X	X	X	X	X	siehe auch 6.3.2.4
		A	X	X	X	X	X	
5.8.6	Vor Beginn der Reinigungsarbeiten mit entzündbaren Lösemitteln sicherstellen, dass hochspannungsführende Teile auf eine Entladeenergie von weniger als 0,24 mJ entladen sind Konkrete Hinweise hierzu sind der Betriebsanleitung des Anlagenherstellers zu entnehmen.	M	X	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig	Die Mindestzündenergie (gemäß Anhang 3 der BGR 132) wird definiert als die kleinste in einem Kondensator gespeicherte elektrische Energie, die bei der Entladung über eine Funkenstrecke ausreicht, das zündwilligste Gemisch aus Brennstoff (Gas oder Staub) und Luft bzw. Sauerstoff bei Atmosphärendruck und Raumtemperatur zu entzünden. Sie wird unter Variation der Parameter des Entladungskreises (Kapazität, Ladespannung, Form, Abstand der Elektroden und ggf. Entladungsdauer) ermittelt und nach der Formel $W = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} QU$ berechnet. W = gespeicherte Energie in J; C = Kapazität des Kondensators in F; U = Anfangsspannung des Kondensators in V; Q = Anfangsladung des Kondensators in Coulomb
		A	X	X	X	X	X	

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack entzündbar	Flock entzündbar	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar			
5.9	Voraussetzungen für das Begehen von Sprühkabinen							
5.9.1	Sicherstellen, dass nach Abschaltung der Hochspannung alle hochspannungsführenden Teile auf eine Entladeenergie von weniger als 350 mJ entladen sind bevor diese Teile berührt werden können Die Entladezeit muss unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse festgelegt werden.	M						Der Aufenthalt in Sprühkabinen kann z. B. zum Führen zusätzlicher Handsprüheinrichtungen erforderlich sein.
		A	X	X	X	X	X	
5.9.2	Im Handbereich dürfen keine Systeme mit einer Entladeenergie von mehr als 350 mJ betrieben werden.	M						Handbereich ist der Bereich, in dem ein Mensch ohne besondere Hilfsmittel von üblicherweise betretenen Stätten aus mit der Hand nach allen Richtungen hin gelangen kann. Als Reichweite eines Menschen, von der Standfläche aus gemessen, gilt nach oben mindestens 2,5 m, in seitlicher Richtung sowie nach unten mindestens 1,25 m (siehe auch BGI 519 „Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen“ und BGI 5127 „Vermeiden von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“).
		A	X	X	X	X	X	
5.9.3	Die dem Hochspannungskreis entnehmbare Entladeenergie muss weniger als 0,24 mJ betragen, wenn zu Reinigungszwecken entzündbare Flüssigkeiten verwendet werden.	M	X	X	X	X	X	siehe 5.9.1
		A	X	X	X	X	X	
5.9.4	Die Lösemittel-Konzentration bzw. die Pulverlack-Konzentration in der Luft im Atembereich der Personen muss unterhalb der Grenze der Gesundheitsschädigung bleiben.	M	X	X	X	X	X	* nur während die Kabinen von Personen begangen werden, z. B. zu Wartungs- und Reinigungsarbeiten Luftgrenzwerte siehe TRGS 900 Pulveranteil im Atembereich < 6 mg/m ³
		A	X*	X*	X*	X*	X*	
5.9.5	Personen dürfen unzuträglichen Wirkungen des elektrischen Feldes nicht ausgesetzt sein.	M		X	X	X	X	
		A	X	X	X	X	X	
5.9.6	Fußböden von Sprühstand und Sprühkabine müssen elektrostatisch ableitfähig sein. Der gemessene Ableitwiderstand muss kleiner als 109 Ω sein.	M	X	x	x	x	x	Sauberer Beton ist ausreichend ableitfähig.
		A	X	X	X	X	X	
5.9.7	Personen müssen antistatischen Fußschutz benutzen (siehe auch 5.10.1).	M	X	X	X	X	X	Fußschutz siehe auch BGR 191
		A	X	X	X	X	X	
5.9.8	Falls Handschuhe benutzt werden, müssen diese antistatisch sein (siehe auch 5.10.2).	M	X	X	X	X	X	Schutzhandschuhe siehe auch BGR 195
		A	X	X	X	X	X	

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar	
5.10 Persönliche Schutzausrüstung								
5.10.1	Personen, die mit elektrostatischen Sprühsystemen arbeiten, sowie sämtliche im Bereich des elektrostatisch leitfähigen Fußbodens befindliche Personen müssen antistatischen Fußschutz entsprechend EN 61340-4-3 benutzen. Der elektrische Durchgangswiderstand muss kleiner als 10 ⁸ Ω sein. Die persönliche Schutzausrüstung muss vom Arbeitgeber zur Verfügung gestellt werden.	M	X	X	X	X	X	Antistatische Schuhe sind gekennzeichnet durch einen hinreichend geringen, die Ansammlung elektrostatischer Ladungen verhindernden, Erdableitwiderstand über die Sohle.
		A	X	X	X	X	X	
5.10.2	Wenn Schutzhandschuhe benutzt werden, darf deren gemessener Widerstand 10 ⁸ Ω nicht überschreiten. Die Messung des Widerstands muss entsprechend EN 1149-2 durchgeführt werden. Alternativ können Schutzhandschuhe verwendet werden, bei denen die Handflächen-Ausschnitte wenigstens 20 cm ² betragen (siehe auch EN 50050 Abschnitt 4.1.2).	M	X	X	X	X	X	
		A	X	X	X	X	X	
5.11 Persönliche Schutzausrüstung								
5.11.1	Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass Arbeiten mit Zündgefahr in feuergefährdeten Räumen sowie in feuer- und explosionsgefährdeten Bereichen nicht durchgeführt werden. Ausnahmen sind möglich, wenn besondere Schutzmaßnahmen (z. B. Entfernen von Beschichtungsstoffen, Lösemitteln und anderen brennbaren Gütern; vorherige Reinigung aller Anlagen- und Gebäudeteile; Sicherstellen ausreichender Lüftung) getroffen sind und eine schriftliche Erlaubnis durch den Unternehmer erteilt ist.	M	X	X	X	X	X	Derartige Arbeiten sind z. B. Arbeiten mit Funkenflug (Schleifen), Feuerarbeiten (Schweißen und Schneiden) und Bohrarbeiten sowie Arbeiten mit funkenreißenden Maschinen oder Werkzeugen. Arbeiten mit Zündgefahr können z. B. bei Durchführung von Instandhaltungsarbeiten notwendig sein. Siehe auch TRBS 1112-1 (Entwurf), hinsichtlich Kennzeichnung siehe Abschnitt 5.6.2 dieser BGI
		A	X	X	X	X	X	
5.11.2	Sicherstellen, dass in der Nähe von Öffnungen feuer- und explosionsgefährdeter Räume und Bereiche Arbeiten mit Zündgefahr nur ausgeführt werden, wenn keine Zündquellen in diese Räume und Bereiche gelangen können.	M	X	X	X	X	X	Öffnungen können z. B. Türen, Tore, Fenster und Mauerdurchbrüche sein.
		A	X	X	X	X	X	

6. Prüfungen

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar							
6.1 Art, Umfang und Häufigkeit der Prüfungen												
	Art, Umfang und Häufigkeit der Prüfungen sind vom Betreiber unter Berücksichtigung der betrieblichen (z. B. manuelles Sprühverfahren mit brennbarem Beschichtungsstoff) und örtlichen Verhältnisse (z. B. Ausdehnung des explosionsgefährdeten Bereiches) im Einzelfall festzulegen. Diese Prüfungen können z. B. auch anhand von Prüflisten nach der Handlungshilfe „Prüfungen an Lackieranlagen“ (zzt. in Erarbeitung) erstellt werden. Die zuständige Behörde kann im Einzelfall einen schriftlichen Nachweis in Form eines/r Prüfbuches/-kartei oder eines EDV-Prüfprotokolls verlangen.											Siehe § 5 Abs. 1 BGV A3 Hinsichtlich Häufigkeit siehe DA zu § 5 Abs. 1 Nr. 2 BGV A2
6.2 Ordnungsprüfung												
6.2.1	Sicherstellen, dass in der Nähe von Öffnungen feuer- und explosionsgefährdeter Räume und Bereiche Arbeiten mit Zündgefahr nur ausgeführt werden, wenn keine Zündquellen in diese Räume und Bereiche gelangen können	M	X			X	X	BP	OP	X	alle 3 Jahre	Siehe § 5 Abs. 4 BGV A3
		A										
6.2.2	Sicherstellen, dass die stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten als Geräte der Kategorie 2G bzw. 2D gekennzeichnet ist	M										Relevant für Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 1 bzw. 21
		A	X	X		X	X	BP	OP	X	alle 3 Jahre	
6.2.3	Sicherstellen, dass die stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten als Geräte der Kategorie 3G bzw. 3D gekennzeichnet ist	M										Relevant für Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 2 bzw. 22
		A	X	X	X	X	X	BP	OP	X	alle 3 Jahre	
6.2.4	Sicherstellen, dass Sprühsysteme, die ausschließlich zur Verarbeitung schwer entzündbarer Beschichtungsstoffe geeignet sind, nicht zur Verarbeitung entzündbarer Beschichtungsstoffe verwendet werden	M										Sprühsysteme vom Typ B-L und C-L, die ausschließlich zur Verarbeitung schwer entzündbarer Beschichtungsstoffe geeignet sind, weisen einen geringeren Zündschutz auf und sind deshalb zusätzlich mit einem „X“ gekennzeichnet.
		A		B-L C-L				BP	OP	X	alle 3 Jahre	

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pul- ver- lack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar					
6.2.5	Sicherstellen, dass im Hinblick auf die Explosionssicherheit bei stationären (automatischen) Sprühanlagen für das elektrostatische Versprühen von Beschichtungsstoffen eine Prüfung durch eine befähigte Person durchgeführt wird	M										Da die für ortsfeste Sprühanlagen bestehenden Forderungen häufig nur bauseitig zu erfüllen sind, ist dies durch eine befähigte Person nachzuweisen. Befähigte Person siehe 3.19, siehe §§ 14, 15 BetrSichV.
		A	X	X		X	X	AG/ BP	OP	X	alle 3 Jahre	
6.2.6	Sicherstellen, dass im Hinblick auf den Personenschutz bei stationären (automatischen) Sprühanlagen für das elektrostatische Versprühen von Beschichtungsstoffen eine Prüfung von einer Elektrofachkraft oder unter deren Leitung und Aufsicht durchgeführt wird	M										siehe § 5 BGV A3, siehe Elektrofachkraft 3.21
		A	X	X	X	X	X	AG/ BP	OP	X	alle 3 Jahre	
6.2.7	Prüfen, ob folgende Dokumente der Benutzerinformation vorliegen: - Betriebsanleitung - Wartungsanleitung - Hinweise zu Reinigung und Instandsetzung - Warnvermerke - Empfehlungen zu Prüfintervallen	M	X	X	X	X	X	BP	OP	X		alle 3 Jahre
		A	X	X	X	X	X	BP	OP	X		
6.2.8	Prüfen, ob folgende Dokumente erstellt wurden: - Betriebsanweisung - Arbeitsanweisung - Unterweisung - Warnschild	M	X	X	X	X	X	BP	OP	X		alle 3 Jahre
		A	X	X	X	X	X	BP	OP	X		
6.2.9	Prüfen, ob folgende Dokumente erstellt wurden: - Explosionsschutzdokument	M	X	X		X	X	BP	OP	X		Die Anfertigung des Explosionsschutzdokumentes ist grundsätzlich nur erforderlich, wenn explosionsgefährdete Bereiche festgelegt wurden. Es ist jedoch empfehlenswert, mit dem Dokument auch die Feuergefährdung zu beurteilen.
		A	X	X		X	X	BP	OP	X	jährlich	

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar					
6.3 Technische Prüfungen												
6.3.1 Technische Lüftung												
6.3.1.1	Technische Lüftung auf ihre Wirksamkeit	M	X	X	X	X	X	UP/BP	ME	X	kontinuierlich	Siehe 5.6.2.3 der EN 12215:2004
		A	X	X		X	X	BP		X		
6.3.1.2	Verriegelung zwischen technischer Lüftung und Hochspannung, Druckluft und Beschichtungsstoffzufuhr	M	X	X	X	X	X	BP	FU	X	jährlich	Siehe 5.6.2.3 der EN 12215:2004
		A	X	X		X	X	BP	FU	X		
6.3.2 Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten												
6.3.2.1	<p>Prüfung der stationären (automatischen) Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten auf arbeitssicheren Zustand</p> <p>Bei spannungsgesteuerter und spannungskonstanter Betriebsart ist die sichere Abschaltung der Hochspannung zu überprüfen.</p>											<p>Die Abschaltsschwelle $I_{ü}$ ist unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse festzulegen und zu dokumentieren.</p> <p>Es ist zu überprüfen, ob die Hochspannung im Falle eines nicht zulässigen Anstiegs des Betriebsstromes I_b und Erreichen der Abschaltsschwelle $I_{ü}$ die Hochspannung abschaltet.</p> <p>Dabei ist die bei der Erstprüfung festgelegte Abschaltsschwelle $I_{ü}$ zu überprüfen.</p> <p>Unzulässig ist eine Abschaltsschwelle $I_{ü}$, bei der damit gerechnet werden muss, dass es zu gefährlichen Entladungen bzw. Überschlägen zwischen Hochspannung führenden und geerdeten Teilen der Anlage kommt, wenn der Sicherheitsabstand unterschritten wird.</p>

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar					
6.3.2.1.1	Bei Geräten der Kategorie 3 (keine Kategorie bei Geräten für nicht entzündbare Nasslacke) ist eine Abschaltung spätestens nach der ersten Entladung erforderlich.	M A	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	B-F C-F D-F	BP	FU	X	wöchentlich	
6.3.2.1.2	Bei Geräten der Kategorie 2 ist eine Abschaltung vor der ersten Entladung erforderlich; hierfür ist eine spezielle Prüfprozedur erforderlich.	M A	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L		B-P C-P	B-F C-F D-F	BP	FU	X	bei jedem Einschalten	Besondere Prüfprozedur nach 6.3 der Normen siehe Anhang F
6.3.2.2	Bei stromkonstanter Betriebsart ist die sichere Abschaltung der Hochspannungsversorgung zu überprüfen.											<p>Die Abschaltsschwelle U_{min} ist unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse festzulegen und zu dokumentieren.</p> <p>Es ist zu überprüfen, ob die Hochspannung abschaltet, wenn der Betriebsstrom schon bei einer Ausgangshochspannung erreicht wird und damit gerechnet werden muss, dass es zu gefährlichen Entladungen bzw. Überschlägen zwischen Hochspannung führenden und geerdeten Teilen der Anlage kommt, wenn der Sicherheitsabstand unterschritten wird.</p> <p>Dabei ist die bei der Erstprüfung festgelegte Abschaltsschwelle U_{min} zu überprüfen.</p> <p>Unzulässig ist eine Abschaltsschwelle U_{min}, bei der damit gerechnet werden muss, dass es zu gefährlichen Entladungen bzw. Überschlägen zwischen Hochspannung führenden und geerdeten Teilen der Anlage kommt, wenn der Sicherheitsabstand unterschritten wird.</p>

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar							
6.3.2.2.1	Bei Geräten der Kategorie 3 (keine Kategorie bei Geräten für nicht entzündbare Nasslacke) spätestens nach der ersten Entladung erforderlich	M										
		A	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	B-F C-F D-F	BP	FU	X	wöchentlich	
6.3.2.2.2	Bei Geräten der Kategorie 2 ist eine Abschaltung vor der ersten Entladung erforderlich; hierfür ist eine spezielle Prüfprozedur erforderlich.	M										Besondere Prüfprozedur nach 6.3 der Normen siehe Anhang F
		A	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L		B-P C-P	B-F C-F D-F	BP	FU	X	bei jedem Einschalten	
6.3.2.3	Schutz gegen zu hohe Entladeenergie: Nach Abschaltung der Hochspannung müssen alle hochspannungsführenden Teile auf eine Entladeenergie von weniger als 350 mJ entladen sein, bevor diese Teile berührt werden können. Die Entladezeit ist aufgrund der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse festzulegen.	M										
		A	C-L D-L	C-L D-L	B-NL	C-P	C-F D-F	BP	FU	X	wöchentlich	
6.3.2.4	Schutz gegen Zündung von entzündbaren Reinigungsmitteln: Werden zu Reinigungszwecken entzündbare Flüssigkeiten verwendet, müssen nach Abschalten der Hochspannung alle hochspannungsführenden Teile auf eine Entladeenergie von weniger als 0,24 mJ entladen sein, bevor diese Teile berührt werden können.	M		*	*	*	*					* Verwendung entzündbarer Flüssigkeiten zu Reinigungszwecken grundsätzlich nicht zulässig ** Bei Geräten der Kategorie 2: vor jedem Reinigungsvorgang
		A	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	B-F C-F	BP	ME	X	wöchentlich **	
6.3.3	Sprühbereich/Hochspannungsversorgung											
6.3.3.1	Unbefugtes Einschalten der Hochspannungsversorgung: Die Hochspannungsversorgung muss gegen unbefugtes Einschalten gesichert sein. Das Ausschalten muss jederzeit möglich sein.	M										
		A	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	B-F C-F	EFK / BP	FU	X	wöchentlich **	

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar							
6.3.3.2	Optisches/akustisches Signal bei Anliegen der Hochspannung: An allen Türen und Öffnungen des Sprühbereiches, an denen die Gefahr der Berührung von hochspannungsführenden Teilen besteht, muss das Anliegen der Hochspannung durch ein optisches oder akustisches Signal angezeigt werden. Jeder für die Bediener vorgesehene Zugang zum Sprühbereich ist so zu sichern, dass im Falle des Öffnens die Hochspannung abgeschaltet wird. Andere Öffnungen des Sprühbereiches, durch die hochspannungsführende Teile berührt oder durch Einsteigen erreicht werden können, sind so verschließbar einzurichten, dass sie nur mit Schlüssel oder Werkzeug zu öffnen sind. Es muss eine Verriegelung der Hochspannungsversorgung vorhanden sein, die verhindert, dass Personen gefährdet werden.	M										
		A	C-L D-L	C-L D-L	B-NL	C-P	C-F	EFK/ BP	SI/ FU	X	wöchentlich	
6.3.3.3	Schutz gegen direktes Berühren: Befinden sich freiliegende Teile der Hochspannungsversorgung außerhalb des Sprühbereiches oder einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte, muss ein vollständiger Schutz gegen direktes Berühren vorhanden sein. Zusätzlich muss durch geeignete Maßnahmen verhindert sein, dass Personen oder Gegenstände aufgeladen werden können.	M		X	X			BP	SI	X	wöchentlich	
		A	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	B-F C-F	BP	SI	X		
6.3.3.4	Hochspannungsführende Teile außerhalb des Sprühbereichs: Hochspannungsführende Teile des Sprühsystems außerhalb des Sprühbereiches müssen so verlegt sein, dass personengefährdende Entladungen nicht auftreten können.	M	X	X	X			BP	FU	X	wöchentlich	Zu den hochspannungsführenden Teilen können z. B. die Beschichtungsstoff-Versorgungsleitung und nicht abgeschirmte Hochspannungskabel gehören.
		A	X	X	X	X	X	BP	FU	X		

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar							
6.3.3.5	Mindestabstände: Der Mindestabstand in Luft zwischen hochspannungsführenden Teilen und geerdeten Teilen darf 0,25 cm/kV nicht unterschreiten. Diese Mindestabstände gelten nicht für den Abstand zwischen elektrostatischer Sprühhvorrichtung und Werkstück sowie für die konstruktionsbedingten Abstände der Sprühhvorrichtungen.	M										Gegebenenfalls auftretende Oberflächenentladungen an der Sprühhvorrichtung können die Mindestabstände beeinflussen.
		A	X	X	X	X	X	BP	ME/FU	X	jährlich	
6.3.4	Erdung											
6.3.4.1	Wirksamkeit der Erdungsmaßnahmen: Alle leitfähigen Bauteile der Anlage, wie Fußböden, Wände, Decken, Absperrgitter, Transporteinrichtungen, Werkstücke, Pulvervorratsbehälter, Bewegungsautomaten oder Konstruktionsteile etc. im Sprühhbereich, mit Ausnahme der betriebsmäßig hochspannungsführenden Teile, müssen an das Erdungssystem angeschlossen sein. Teile der Kabine müssen in Übereinstimmung mit EN 12215 geerdet sein.	M	X	X	X	X	X	BP	SI/ME/SÜ	X	wöchentlich*)	*) Bei Einsatz einer ständigen Überwachung (siehe 3.14) können die Prüfzyklen verlängert werden.
		A	X	X	X	X	X	BP	SI/ME/SÜ	X		
6.3.4.2	Maßnahmen bei unzureichender Erdung leitfähiger Bauteile: Wenn eine ausreichende Erdung der leitfähigen Bauteile nicht sicherzustellen ist, darf deren Entladeenergie den zulässigen Wert nicht überschreiten.	M	X	X	X	X	X		ME/SÜ	X	wöchentlich*)	*) Bei Einsatz einer ständigen Überwachung (siehe 3.14) können die Prüfzyklen verlängert werden. Zulässige Werte zum Personenschutz und/oder zum Explosionsschutz siehe C-Normen entsprechend Nr. 4.4 bis 4.9.
		A	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	B-F C-F	BP	ME/SÜ	X		
6.3.4.3	Erdableit-Widerstand vom Werkstück-Aufnahmepunkt: Der Erdableit-Widerstand vom Aufnahmepunkt jedes Werkstückes darf höchstens 1 MΩ betragen. Die Messspannung muss 1000 V betragen. Die Konstruktion der Werkstückaufnahme muss sicherstellen, dass die Werkstücke während der Beschichtung geerdet bleiben.	M	X	X	X	X	X	BP	ME/SÜ	X	wöchentlich*)	*) Bei Einsatz einer ständigen Überwachung (siehe 3.14) können die Prüfzyklen verlängert werden.
		A	X	X	X	X	X	BP	ME/SÜ	X		

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack entzündbar	Flock entzündbar	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar							
6.3.4.4	Maßnahmen bei unzureichender Erdung der Werkstücke: Wenn eine ausreichende Erdung des Werkstückes nach 6.3.4.3 nicht sicherzustellen ist, ist die Ableitung der elektrischen Ladungen am Werkstück durch geeignete Einrichtungen, z. B. Ionisatoren, zulässig. Solche Einrichtungen dürfen die zulässige Entladeenergie der Sprühsysteme, mit denen sie eingesetzt werden, nicht überschreiten. Weiterhin müssen diese Einrichtungen bezüglich der zulässigen Entladeenergie den gleichen Prüfungen wie die mit ihnen eingesetzten Pulver-Sprühsysteme unterzogen werden. Die Ableit-Einrichtung muss mit dem Sprühsystem so verriegelt sein, dass die Hochspannung abgeschaltet wird und das Beschichten nicht stattfinden kann, wenn die Ableit-Einrichtung eine Fehlfunktion aufweist.	M				X	X	BP	ME/ FU/ SÜ	X	wöchentlich*)	*) Bei Einsatz einer ständigen Überwachung (siehe 3.14) können die Prüfzyklen verlängert werden.
A					X	X	BP	ME/ ME/ SÜ	X			
6.3.5	Beschichtungsstoff-Versorgung											
6.3.5.1	Erdung leitender Teile: Werden leitende Teile für das Beschichtungsstoff-Versorgungssystem verwendet, müssen diese Teile entweder geerdet oder mit der Hochspannungsversorgung so verbunden sein, dass ihr Potential unveränderlich identisch mit dem des elektrostatischen Sprühsystems ist.	M	X	X	X			BP	SI/ ME		jährlich	Siehe auch z. B. VdS 2093
		A	X	X	X			BP	SI/ ME			
6.3.5.2	Schutz vor hochspannungsführenden Teilen: Ist ein Beschichtungsstoff-Versorgungsbehälter aus leitendem Material im Normalbetrieb mit der Hochspannungsversorgung verbunden, muss er in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte untergebracht sein, die mit der Hochspannungsversorgung verriegelt und geerdet ist.	M	X	X	X			BP	SI/ FU		jährlich	
		A	X	X	X			BP	SI/ FU			

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar							
6.3.5.3	Ableitung nicht leitender Versorgungsbehälter: Wird ein Beschichtungsstoff-Versorgungsbehälter aus nicht leitendem Material verwendet, muss der Beschichtungsstoff so in Kontakt mit einem metallisch leitenden Teil sein, dass die elektrischen Ladungen des Beschichtungsstoffes über dieses Teil abgeleitet werden.	M	X	X	X			BP	SI/ME		jährlich	
		A	X	X	X			BP	SI/ME			
6.3.5.4	Ersatzschutzmaßnahmen für nicht leitende Versorgungsbehälter: Werden die Anforderungen entsprechend 6.3.5.2 und 6.3.5.3 nicht erfüllt sind, müssen Schutzmaßnahmen ergriffen werden, die bewirken, dass jeder Kontakt mit dem Beschichtungsstoffbehälter oder anderen offen liegenden Teilen der Beschichtungsstoff-Versorgung, die im Normalbetrieb an Hochspannung liegen, vermieden wird.	M	X	X	X			BP	SI/ME		jährlich	
		A	X	X	X			BP	SI/ME			
6.3.5.5	Maßnahmen für nicht leitende Versorgungsleitungen: Beschichtungsstoff-Versorgungsleitungen aus nicht leitendem Material, die für Beschichtungsstoffe, die im Normalbetrieb auf Hochspannungspotential liegen, verwendet werden, müssen den Beschaffenheitsanforderungen der C-Normen (Nr. 4.4, 4.6 und 4.9) entsprechen.	M	X	X	X			BP	SI/ME/FU	X	jährlich	
		A	X	X	X			BP	SI/ME/FU	X		

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

Lfd. Nr.	Anforderungen	M = manuell A = automatisch	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar							
6.3.6	Brandschutz											
6.3.6.1	Wirksamkeit der örtlich wirkenden Feuerlöschanlagen: Elektrostatische Sprühsysteme müssen mit örtlich wirkenden automatischen Feuerlöschanlagen ausgerüstet sein, die bei einem Brand ohne Verzögerung ausgelöst werden. Sobald die Löschanlage ausgelöst wird, müssen die Hochspannungsversorgung, die Beschichtungsstoffzufuhr und die Druckluft automatisch abgeschaltet werden.	M										<p>Örtlich wirkende Löschanlagen (fest installierte, dem Objekt zugeordnete Löschanlagen) sollen den gefährdeten Bereich zwischen Beschichtungsstoffaustritt und Werkstück wirksam schützen, zusätzlich zu einer Raumschutzanlage (siehe 6.3.6.2).</p> <p>* Bei Einsatz von Kategorie 2G-Geräten des Typs B-L, C-L und D-L ausschließlich in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 2 ist ein örtlich wirkendes Löschsystem nicht erforderlich.</p> <p>** Bei Einsatz von Kategorie 2D-Geräten des Typs B-P und C-P ausschließlich in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 22 ist ein örtlich wirkendes Löschsystem nicht erforderlich.</p> <p>*** Bei Einsatz von Geräten des Typs B-F, C-F nur erforderlich bei Vorhandensein hybrider Gemische.</p>
		A	B-L*) C-L D-L	D-L		B-P C-P (**)	B-F C-F D-F (***)	HE/ BSB	FU	X	6 Monate	
6.3.6.2	Wirksamkeit der manuell oder automatisch betätigten Feuerlöschsysteme (Raumschutzanlage)	M	X	X	X	X	X	BP	HE/ BSB	FU	6 Monate	Zu Anforderungen an Feuerlöschsysteme siehe EN 12215, siehe auch z. B. VdS 2093
		A	X	X	X	X	X	BP	HE/ BSB	FU		

Legende:

HE	Hersteller	BSB	Brandschutzbeauftragter	ME	Messung	SU	Ständige Überwachung
AG	Arbeitgeber	EFK	Elektrofachkraft	OP	Ordnungsprüfung	TP	Technische Prüfung
BP	befähigte Person	FU	Funktionsprüfung	SI	Sichtprüfung	UP	unterwiesene Person

7. Anhang A

Verarbeitungsbeispiele mit Festlegung der feuer- und explosionsgefährdeten Bereiche und Zoneneinteilung

Der Betreiber hat Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, in Zonen einzuteilen. Die Einteilung der Zonen erfolgt in Abhängigkeit von der Art der Beschichtungsstoffe nach folgenden Kriterien:

1) Verspritzen/Versprühen flüssiger organischer Beschichtungsstoffe

Für die Zonenfestlegung an Lackierarbeitsplätzen für flüssige organische Beschichtungsstoffe können zwei unterschiedliche Beurteilungsgrundlagen herangezogen werden:

Bei dem **Konzentrationskriterium** erfolgt die Zonenfestlegung nach der rechnerischen mittleren Durchschnittskonzentration brennbarer Stoffe in Luft, deren Berechnung in EN 12215 beschrieben ist (*siehe Anhang B 1.1*). Dabei ist die so genannte „verspritzte Höchstmenge flüssiger organischer Beschichtungsstoffe/Stunde“ zu verstehen als der maximale Massestromwert, der auch bei kurzzeitigem Einsatz nicht überschritten wird.

Bei der Anwendung dieses Kriteriums wird unterschieden, ob die rechnerische mittlere Durchschnittskonzentration kleiner als 25 % der unteren Explosionsgrenze UEG (mit oder ohne Bedienperson) oder größer als 25 % der UEG (nur zulässig ohne Bedienperson) ist.

Das Konzentrationskriterium ist überwiegend für neuere Anlagen, bei denen der Hersteller die Einhaltung der EN 12215 oder EN 13355 bestätigt hat, anzuwenden.

Überwiegend noch für ältere Anlagen oder für einfache Lackiereinrichtungen (z. B. mobile Absaugwände), die nicht die Anforderungen der EN 12215 oder EN 13355 erfüllen, wird die Zoneneinteilung nach der Höhe des Flammpunktes des Beschichtungsstoffes vorgenommen. Beispiele zum Flammpunktkriterium siehe BGR 500, Kap. 2.29 oder BGI 740.

2) Pulverlackieren

Die Zonenfestlegung erfolgt nach der rechnerischen mittleren Durchschnittskonzentration brennbaren Beschichtungspulvers in der Luft, deren Berechnung in EN 12981 beschrieben ist (*siehe Anhang B 2.1*). Dabei ist die so genannte „pro Stunde versprühte höchste Pulverlackmenge“ zu verstehen als der maximale Massestromwert, der auch bei kurzzeitigem Einsatz nicht überschritten wird.

3) Beflocken

Die Zonenfestlegung erfolgt nach der rechnerischen mittleren Durchschnittskonzentration brennbaren Flock in Luft, deren Berechnung in EN 50223 beschrieben ist (*siehe Anhang B 3.1*). Dabei ist die so genannte „pro Stunde versprühte höchste Flockmenge“ zu verstehen als der maximale Massestromwert, der auch bei kurzzeitigem Einsatz nicht überschritten wird.

Bei der Verwendung organischer Klebstoffe in der Vorbereitung der Werkstücke/Substrate zum Beflocken sind bei der Zonenfestlegung zusätzlich Gefährdungen durch Lösemitteldampf-Luftgemische zu beachten (hybride Gemische).

A1 Verarbeiten von brennbaren flüssigen Beschichtungsstoffen

A1.1 Beispiel für die Verarbeitung flüssiger organischer Beschichtungsstoffe in Spritz- und Sprühkabinen nach EN 12215 mit oder ohne Bedienerperson

Die mittlere Konzentration an brennbaren Lösemitteln (unabhängig vom Flammpunkt) muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 25\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B1.1).

Für eine mittlere Konzentration $> 25\%$ der UEG, siehe Beispiel A1.2.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb von Ständen und Kabinen	technische Lüftung	Zone 2: im Inneren
Um Standöffnungen (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 2: 1 m

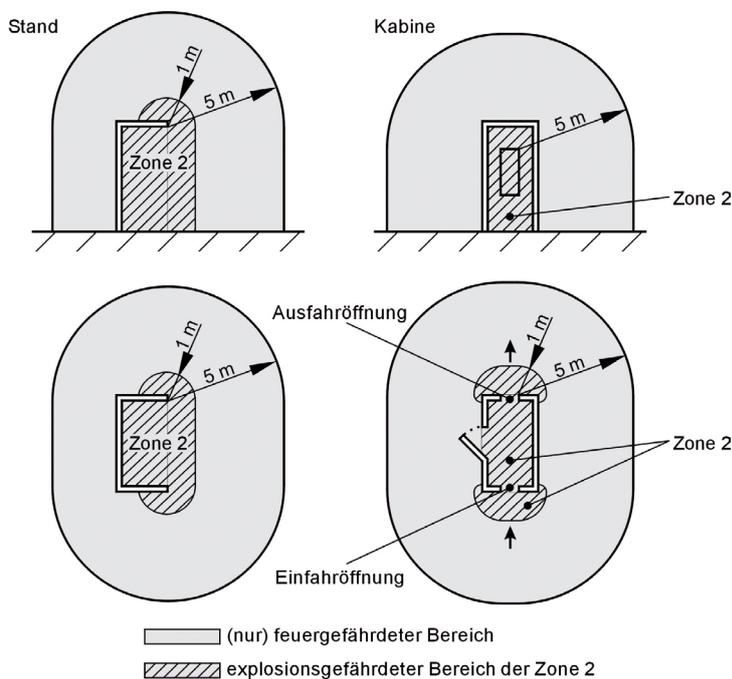


Bild A1.1: Spritz- und Sprühkabinen mit oder ohne Bedienerperson

Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

A1.2 Beispiele für die Verarbeitung flüssiger organischer Beschichtungsstoffe in Spritz- und Sprühkabinen nach EN 12215 ohne Bedienperson

Die mittlere Konzentration an brennbaren Lösemitteln (unabhängig vom Flammpunkt!) muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 50\%$ der UEG begrenzt sein (gilt auch für Umluftsysteme). Für eine mittlere Konzentration $\leq 25\%$ der UEG, siehe Beispiel A1.1.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb von Ständen und Kabinen	technische Lüftung	Zone 1: im Inneren
Um Standöffnungen (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 2: 1 m

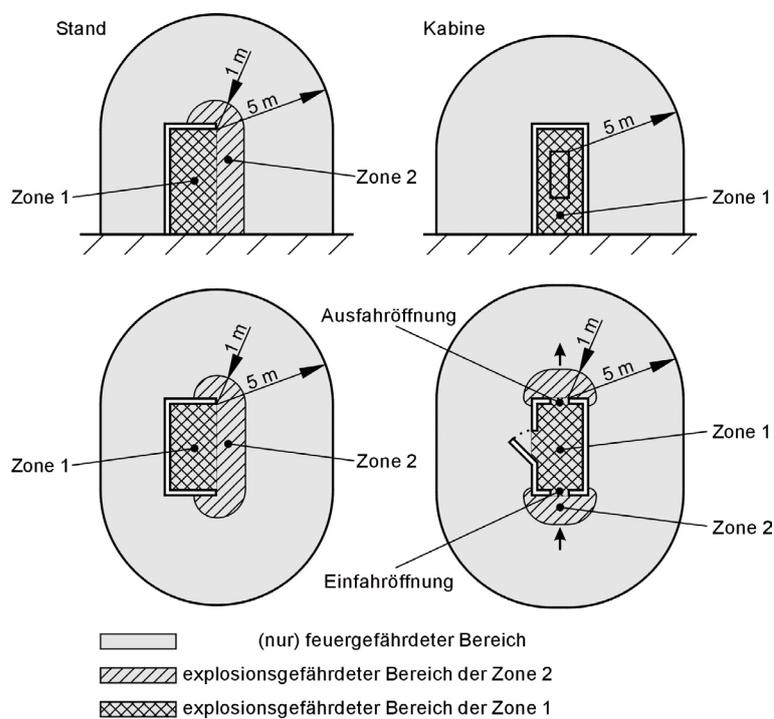


Bild A1.2: Spritz- und Sprühkabine ohne Bedienperson

Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

A2.2 Beispiel für die Verarbeitung von Pulverlacken in einer Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und einer Öffnung zum Handsprühen nach EN 12981

Die mittlere Konzentration an Pulverlack muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 50\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B 2.1).

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb der Pulver-Sprühkabine	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
Um Standöffnungen der Kabine (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22: 1 m
In Einfahr- und Ausfahröffnungen	technische Lüftung	Zone 22: 1 m
In der Pulverrückgewinnung (Filter/Zyklon)	technische Lüftung	Zone 20*: im Inneren
In Abluftleitungen zwischen Sprühkabine und Pulverrückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
* Je nach Konstruktion und Betriebsweise ist eine andere Zoneneinteilung im geschlossenen Rück-gewinnungssystem (Zone 21/22) möglich. Vgl. auch EN 50223		

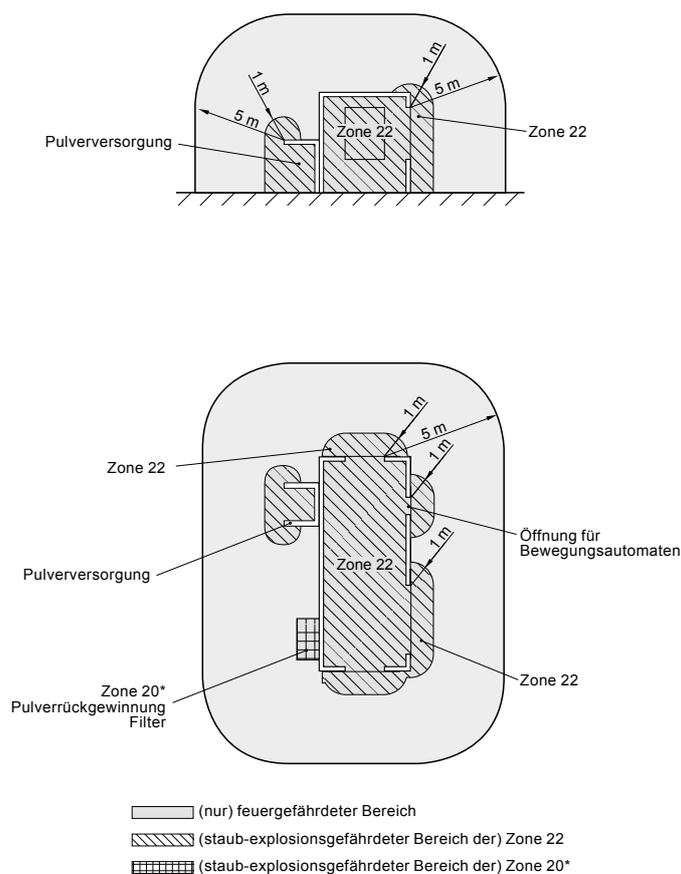


Bild A2.2: Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und einer Öffnung zum Handsprühen

Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

A2.3 Beispiel für die Verarbeitung von Pulverlacken in einer Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und zwei Öffnungen zum Handsprühen nach EN 12981

Die mittlere Konzentration an Pulverlack muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 50\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B 2.1).

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb der Pulver-Sprühkabine	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
Um Standöffnungen der Kabine (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22: 1 m
In Einfahr- und Ausfahröffnungen	technische Lüftung	Zone 22: 1 m
In der Pulverrückgewinnung (Filter/Zyklon)	technische Lüftung	Zone 20*: im Inneren
In Abluftleitungen zwischen Sprühkabine und Pulverrückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
* Je nach Konstruktion und Betriebsweise ist eine andere Zoneneinteilung im geschlossenen Rück-gewinnungssystem (Zone 21/22) möglich. Vgl. auch EN 50223		

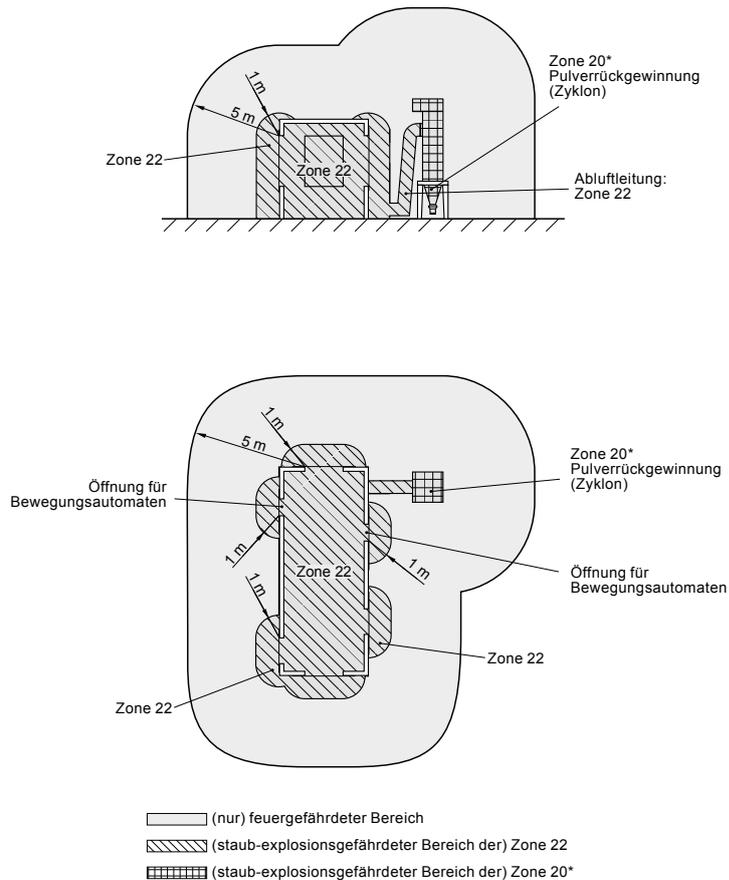


Bild A2.3: Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und zwei Öffnungen zum Handsprühen

Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

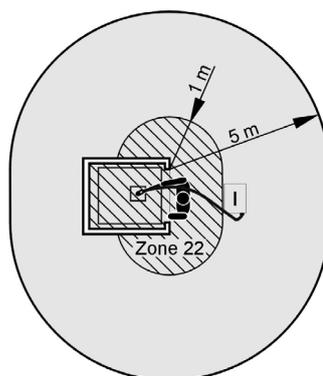
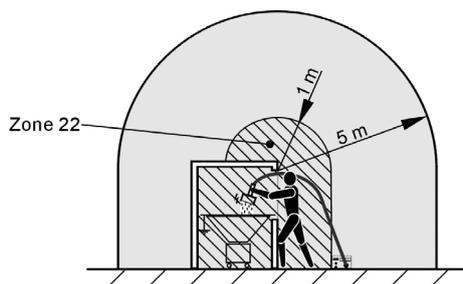
A3 Verarbeiten von brennbarem Flock

A3.1 Beispiel für die Verarbeitung von Flock in einem Hand-Flockstand mit offenem Flock-Rückgewinnungssystem

Die mittlere Konzentration an Flock muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 50\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B 1.1).

Die mittlere Konzentration an brennbaren Lösemitteln (unabhängig vom Flammpunkt!) muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 20\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B 1.1).

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb vom Flockstand einschließlich offenem Flock-Rückgewinnungssystem	technische Lüftung	Zone 22 (+ Zone 2*): im Inneren
Um die Öffnung des Flockstandes	technische Lüftung	Zone 22 (+ Zone 2*): 1 m
* Bei Gefahr der Entstehung explosionsfähiger Atmosphäre durch Lösemitteldämpfe bei Verwendung lösemittelhaltiger Klebstoffe (hybrides Gemisch)		



- (nur) feuergefährdeter Bereich
 (staub-explosionsgefährdeter Bereich der) Zone 22

Bild A3.1: Hand-Flockstand mit offenem Flock-Rückgewinnungssystem

Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

A3.2 Beispiel für die Verarbeitung von Flock in einem Hand-Flockstand mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem (Zyklon) nach EN 50223

Die mittlere Konzentration an Flock muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 50\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B 3.1).

Die mittlere Konzentration an brennbaren Lösemitteln (unabhängig vom Flammpunkt!) muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 20\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B 1.1).

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb vom Flockstand	technische Lüftung	Zone 22 (+ Zone 2**): im Inneren
Um die Öffnung des Flockstandes (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22 (+ Zone 2**): 1 m
In der Flock-Rückgewinnung (Zyklon)	technische Lüftung	Zone 20* (+ Zone 2**): im Inneren
In Abluftleitungen zwischen Flockstand und Flock-Rückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22 (+ Zone 2**): im Inneren
* Je nach Konstruktion und Betriebsweise ist eine andere Zoneneinteilung im geschlossenen Rückgewinnungssystem (Zone 21/22) möglich, siehe auch EN 50223.	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
** Bei Gefahr der Entstehung explosionsfähiger Atmosphäre durch Lösemitteldämpfe bei Verwendung lösemittelhaltiger Klebstoffe (hybrides Gemisch).		

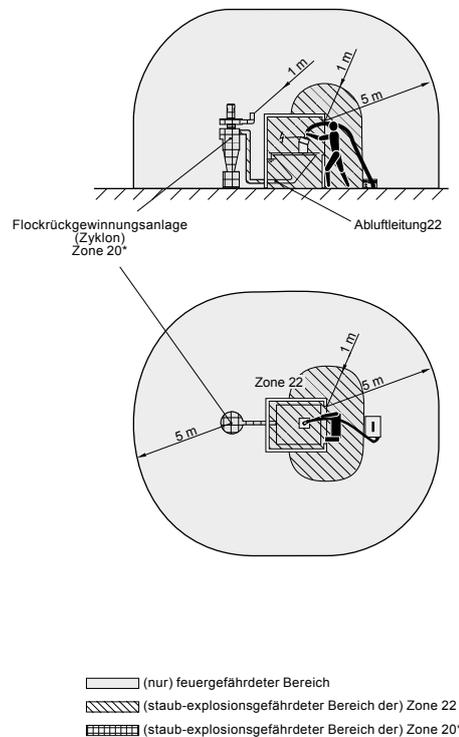


Bild A3.2: Hand-Flockstand mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem

Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

A3.3 Beispiel für die Verarbeitung von Flock in einer automatischen (ortsfesten) Flockanlage mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem (Filter) nach EN 50223

Die mittlere Konzentration an Flock muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 50\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B 3.1).

Die mittlere Konzentration an brennbaren Lösemitteln (unabhängig vom Flammpunkt!) muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 20\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B 1.1).

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb der Flockkabine	technische Lüftung	Zone 22 (+ Zone 2**): im Inneren
Um die Öffnung der Flockkabine (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22 (+ Zone 2**): 1 m
In Einfahr- und Ausfahröffnungen	technische Lüftung	Zone 22 (+ Zone 2**): 1 m
In der Flock-Rückgewinnung (Filter)	technische Lüftung	Zone 20* (+ Zone 2**): im Inneren
In Abluftleitungen zwischen Flockkabine und Flock-Rückgewinnung, Flock-Rückführung	technische Lüftung	Zone 22 (+ Zone 2**): im Inneren

* Je nach Konstruktion und Betriebsweise ist eine andere Zoneneinteilung im geschlossenen Rückgewinnungssystem (Zone 21/22) möglich, siehe auch EN 50223.
 ** Bei Gefahr der Entstehung explosionsfähiger Atmosphäre durch Lösemitteldämpfe bei Verwendung lösemittelhaltiger Klebstoffe (hybrides Gemisch).

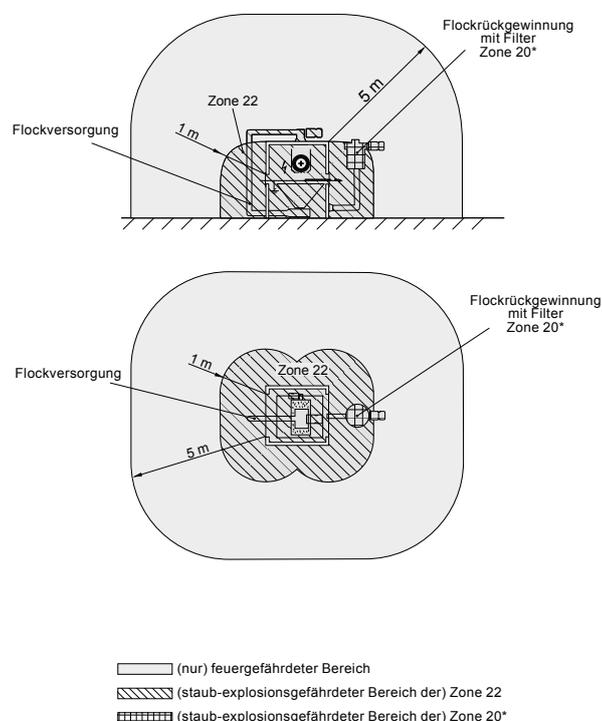


Bild A3.3: Automatische (ortsfeste) Flockanlage mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem

Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

8. Anhang B

Berechnung der Konzentration brennbarer Stoffe

B1 Bestimmung der Konzentration brennbarer Stoffe hinsichtlich der UEG (nach EN 12215)

B1.1 Berechnung

Um den Vergleich mit der unteren Explosionsgrenze (UEG) zu vereinfachen, wird die Konzentration als C_{UEG} (in % der UEG) ausgedrückt.

$$C_{UEG} = \frac{100 \cdot \bar{C}}{UEG} \quad [1]$$

Die mittlere Konzentration (Masse) im Inneren der Spritzkabine hängt ab von der Menge der eingebrachten Lösemittel und dem Luftstrom:

$$\bar{C} = \frac{M_{\max} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{Q_{\min}} \quad [2]$$

mit:		
C_{UEG}	berechneter Wert der höchstzulässigen Konzentration brennbarer Lösemittel als Funktion von UEG	in %
\bar{C}	durchschnittliche Konzentration brennbarer Lösemittel (in Luft) in der Spritzkabine	in g/m ³
UEG	untere Explosionsgrenze der Lösemittel oder Lösemittelgemische bei 293 K Wenn die Bestandteile der Lösemittelgemische bekannt sind, die UEG des Gemisches jedoch unbekannt ist, ist die UEG des Lösemittelbestandteiles mit dem geringsten Wert einzusetzen. Sind keine Angaben vorhanden, ist ein Wert von 40 g/m ³ einzusetzen.	in g/m ³
M_{\max}	pro Stunde verspritzte Höchstmenge flüssiger organischer Beschichtungsstoffe	in g/h
k_1	Massenanteil der in den flüssigen organischen Beschichtungsstoffen enthaltenen brennbaren Lösemittel während des Spritzverfahrens	in %
k_2	geschätzte Menge brennbarer Lösemittel, die in der Spritzkabine durch Verdunstung freigesetzt werden	in %
k_3	Sicherheitsfaktor, der die Heterogenität der Lösemittelkonzentration und insbesondere die hohen Konzentrationen zwischen Spritzpistole, dem Werkstück und dessen Umgebung berücksichtigt	
Q_{\min}	Mindest-Frischlufstrom innerhalb der Spritzkabine, der die freigesetzten brennbaren Lösemittel auf die zulässige Konzentration herabsetzt	in m ³ /h

Anmerkung

Bei einer Mehrzonenkabine muss zur Berechnung der C_{UEG} jede Sektion separat betrachtet werden (siehe 6.7.2.1).

B1.2 Berechnungsbeispiele

B1.2.1 Berechnung der Konzentration brennbarer Lösemittel auf der Grundlage einer durch Gestaltung und Konstruktion festgelegten mittleren Luftgeschwindigkeit

Annahmen

Strömungsparameter einer vertikal belüfteten Spritzkabine (oder Sektion, in der lackiert wird):

Breite	B	= 4 m
Länge	L	= 8 m
mittlere durch Gestaltung und Konstruktion festgelegte Luftgeschwindigkeit	v	= 0,35 m/s
Menge der zugeführten Beschichtungsstoffe	M _{max}	= 20 000 g/h
untere Explosionsgrenze	UEG	= 40 g/m ³
Gehalt an brennbaren Lösemitteln	k ₁	= 85 % (0,85)
Verdunstungsanteil:	k ₂	= 80 % (0,80)
Sicherheitsfaktor	k ₃	= 3

Der Mindestluftstrom Q_{\min} kann aus der Luftgeschwindigkeit v und der Breite B und der Länge L des Luftstromquerschnitts berechnet werden:

$$Q_{\min} = v \cdot B \cdot L \quad [3]$$

gemäß [3]

$$Q_{\min} = 0,35 \text{ m/s} \times 4 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3 600 \text{ s/h} = 40 320 \text{ m}^3/\text{h}$$

gemäß [2]

$$\bar{c} = \frac{20 000 \text{ g/h} \times 0,85 \times 0,8 \times 3}{40 320 \text{ m}^3/\text{h}} = 1,01 \text{ g/m}^3$$

gemäß [1]

$$C_{UEG} = \frac{100 \times 1,01 \text{ g/m}^3}{40 \text{ g/m}^3} = 2,53 \%$$

Ergebnis

Eine Nennkonzentration von $C_{UEG} = 2,53 \%$ wird erreicht, wenn die technische Lüftung der Spritzkabine für eine mittlere Luftgeschwindigkeit von $v = 0,35 \text{ m/s}$ ausgelegt ist (und weitere oben beschriebene Annahmen gelten). Der in der Berechnung verwendete Sicherheitsfaktor kann zu einer tatsächlichen mittleren Konzentration von 1/3 dieses Nennwertes führen.

Nach dem Vergleich des Nennwertes mit den Konzentrationsschwellenwerten von 25 % oder 50 % der UEG sind weitere Maßnahmen auszuwählen.

B1.2.2 Berechnung des Frischluftstromes auf der Grundlage eines durch Gestaltung und Konstruktion festgelegten Konzentrationswertes

Gleichungen [1] und [2] von B2.1 können auch zur Berechnung des Frischluftstromes verwendet werden, wenn:

$C_{\max,UEG}$ maximale Konzentration (Sollwert) als UEG
 $Q_{neu, min}$ in die Spritzkabine angesaugter Mindest-Frischluftstrom, um im Inneren zu erhalten, dann ist

gemäß [1]

$$\bar{C}_{\max} = \frac{C_{UEG,max} \cdot UEG}{100} \quad [4]$$

gemäß [2]

$$Q_{neu, min} = \frac{M_{\max} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{\bar{C}_{\max}} \quad [5]$$

Annahmen

Strömungsparameter einer (vertikal belüfteten) Spritzkabine (oder Sektion, in der lackiert wird):

Breite	B	= 4 m
Länge	L	= 8 m
Sollwert der Konzentration	$C_{UEG,max}$	= 25 %
Menge der zugeführten Beschichtungsstoffe	M_{\max}	= 25 000 g/h
untere Explosionsgrenze	UEG	= 40 g/m ³
Gehalt an brennbaren Lösemitteln	k_1	= 85 % (0,85)
Verdunstungsanteil	k_2	= 80 % (0,80)
Sicherheitsfaktor	k_3	= 3

gemäß [4]

$$\bar{C}_{\max} = \frac{25 \times 40 \text{ g/m}^3}{100} = 10 \text{ g/m}^3$$

gemäß [5]

$$Q_{neu, min} = \frac{25\,000 \text{ g/h} \times 0,85 \times 0,80}{10 \text{ g/m}^3} \times 3 = 5\,100 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ergebnis

Um eine maximale Nennkonzentration (Sollwert) des Lösemittels von $C_{UEG,max} = 25\%$ (unter den oben beschriebenen Annahmen einschließlich eines Sicherheitsfaktors) zu erreichen, muss ein Mindest-Frischluftstrom $Q_{neu,min} = 5\,100 \text{ m}^3/\text{h}$ in die Spritzkabine geleitet werden.

B2 Bestimmung der Konzentration von brennbarem Pulverlack hinsichtlich der UEG (nach EN 12981)

B2.1 Berechnung

Um den Vergleich mit der unteren Explosionsgrenze (UEG) zu vereinfachen, wird die Konzentration als C_{UEG} (in Prozent der UEG) ausgedrückt.

$$C_{UEG} = \frac{100 \cdot \bar{C}}{UEG} \quad [1]$$

Die mittlere Konzentration (Masse) im Inneren der Pulverbeschichtungskabine hängt ab von der Menge der eingebrachten Pulverlacke und dem Luftstrom:

$$\bar{C} = \frac{M_{max}}{Q_{min}} \quad [2]$$

Der Mindest-Luftvolumenstrom Q_{min} errechnet sich aus der Luftgeschwindigkeit v und dem Gesamtquerschnitt der Öffnung:

$$Q_{min} = v \cdot A \cdot 3\,600 \quad [3]$$

mit:		
\bar{C}	mittlere Konzentration an brennbaren Pulverlacken in Luft innerhalb der Pulverbeschichtungskabine	in g/m ³
UEG	untere Explosionsgrenze eines brennbaren Pulverlack-Luft-Gemisches Wenn keine Angaben vorhanden sind, ist ein Wert von 20 g/m ³ einzusetzen.	in g/m ³
C_{UEG}	Konzentration brennbarer Pulverlacke im Verhältnis zur UEG	in % der UEG
M_{max}	pro Stunde versprühte höchste Pulverlackmenge	in g/h
Q_{min}	Mindest-Luftvolumenstrom der in die Pulverbeschichtungskabine angesaugt wird und durch den die brennbaren Pulverlacke auf den erforderlichen Konzentrationswert verdünnt werden	in m ³ /h
v	mittlere Luftgeschwindigkeit	in m/s
A	Gesamtquerschnitt der Öffnungen (Der Gesamtquerschnitt umfasst alle ständigen Öffnungen – z.B. Ein- und Auslassöffnungen für Werkstücke, Öffnungen für Bedienpersonen und Sprüheinrichtungen.)	in m ²

Anmerkung

Bei einer Mehrzonen-Pulverbeschichtungskabine muss zur Berechnung der C_{UEG} jede Sektion separat betrachtet werden (siehe 6.6.2).

B2.2 Berechnungsbeispiel – Bestimmung der Konzentration an brennbaren Pulverlacken bei bekannter mittlerer durch Gestaltung und Konstruktion festgelegter Luftgeschwindigkeit

Annahmen

Parameter für den Luftstrom der Pulverbeschichtungskabine (oder der Sektionen):

- Gesamtquerschnitt der Öffnungen: $A = 6 \text{ m}^2$
- mittlere durch Gestaltung und Konstruktion festgelegte Luftgeschwindigkeit: $v = 0,4 \text{ m/s}$
 $M_{\text{max}} = 90\,000 \text{ g/h}$
 $UEG = 20 \text{ g/m}^3$

nach [3]

$$Q_{\text{min}} = 6 \text{ m}^2 \cdot 0,4 \text{ m/s} \cdot 3\,600 \text{ s/h} = 8\,640 \text{ m}^3/\text{h}$$

nach [2]

$$\bar{C} = \frac{90\,000 \text{ g/h}}{8\,640 \text{ m}^3/\text{h}} = 10,42 \text{ g/m}^3$$

nach [1]

$$C_{\text{UEG}} = \frac{100 \cdot 10,42 \text{ g/m}^3}{20 \text{ g/m}^3} = 52,1\%$$

Ergebnis

Eine Nennkonzentration von $C_{\text{UEG}} = 52,10\%$ wird erreicht, wenn die technische Lüftung der Pulverbeschichtungskabine für eine mittlere Luftgeschwindigkeit von $v = 0,4 \text{ m/s}$ ausgelegt ist (und weitere oben beschriebene Annahmen gelten). Der Grenzwert für die Konzentration liegt bei 50% der UEG. In o. g. Beispiel müsste entweder die Zufuhr an Pulverlacken M_{max} oder der Gesamtquerschnitt der Öffnungen A verringert oder der Mindest-Luftvolumenstrom Q_{min} erhöht werden.

Ausgehend von einer höchstzulässigen Konzentration von 50% der UEG ist nach [1]

$$\bar{C} = \frac{20 \cdot 50}{100} = 10 \text{ g/m}^3$$

Nach [2] ist zu berechnen:

entweder die Höchstmenge der versprühten Pulverlacke und der Mindest-Luftvolumenstrom Q_{min} und die mittlere Luftgeschwindigkeit v

$$Q_{\text{min}} = \frac{M_{\text{max}}}{\bar{C}_{\text{max}}} = \frac{90\,000 \text{ g/h}}{10 \text{ g/m}^3} = 9\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v = \frac{Q_{\text{min}}}{A \cdot 3\,600} = \frac{9\,000 \text{ m}^3/\text{h}}{6 \text{ m}^2 \cdot 3\,600} = 0,42 \text{ m/s}$$

oder der Mindest-Luftvolumenstrom und die Höchstmenge der versprühten Pulverlacke M_{max}

$$M_{\text{max}} = Q_{\text{min}} \cdot \bar{C} = 8\,640 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 10 \text{ g/m}^3 = 86\,400 \text{ g/h}$$

Anmerkung

Unabhängig von der o. a. Berechnung ist bei Gestaltung und Konstruktion innerhalb der Pulverbeschichtungskabine zu berücksichtigen, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft so ausgewählt wird, dass ein effektiver elektrostatischer Beschichtungsprozess möglich ist.

B3 Bestimmung der Konzentration von entzündbarem Flock hinsichtlich der UEG (nach EN 50223)

B3.1 Berechnung

Um den Vergleich mit der unteren Explosionsgrenze (UEG) zu vereinfachen, wird die Konzentration als C_{UEG} (in Prozent der UEG) ausgedrückt:

$$C_{UEG} = \frac{100 \cdot \bar{C}}{UEG} \quad [1]$$

Die mittlere Konzentration (Masse) im Inneren der Flockkabine hängt ab von der Menge der eingebrachten Flock und dem Luftstrom:

$$\bar{C} = \frac{M_{max}}{Q_{min}} \quad [2]$$

Der Mindest-Luftvolumenstrom Q_{min} errechnet sich aus der Luftgeschwindigkeit v und dem Gesamtquerschnitt der Öffnungen:

$$Q_{min} = v \cdot A \cdot 3600 \quad [3]$$

Dabei ist:

\bar{C}	mittlere Konzentration an entzündbarem Flock in der Luft innerhalb der Flockkabine	in g/m ³
UEG	untere Explosionsgrenze eines brennbaren Flock-Luft-Gemisches Wenn keine Angaben vorhanden sind, ist ein Wert von 100 g/m ³ einzusetzen.	in g/m ³
C_{UEG}	Konzentration an entzündbarem Flock im Verhältnis zur UEG	in % der UEG
M_{max}	pro Stunde versprühte, höchste Flockmenge	in g/h
Q_{min}	Mindest-Luftvolumenstrom, der in der Flockkabine angesaugt und durch den entzündbaren Flock auf den erforderlichen Konzentrationswert verdünnt wird	in m ³ /h
v	mittlere Luftgeschwindigkeit	in m/s
A	Gesamtquerschnitt der Öffnungen (Der Gesamtquerschnitt umfasst alle ständigen Öffnungen – z.B. Ein- und Auslassöffnungen für Werkstücke, Öffnungen für Bedienpersonen und Sprüheinrichtungen.)	in m ²

Bei einer Mehrzonen-Flockkabine muss zur Berechnung der C_{UEG} jede Sektion separat betrachtet werden.

B3.2 Berechnungsbeispiel – Bestimmung der Konzentration an brennbarem Flock bei bekannter mittlerer durch Gestaltung und Konstruktion festgelegter Luftgeschwindigkeit

Annahmen

Parameter für den Luftstrom der Flockkabine (oder der Sektionen):

- Gesamtquerschnitt der Öffnungen: $A = 0,5 \text{ m}^2$
- mittlere durch Gestaltung und Konstruktion festgelegte Luftgeschwindigkeit: $v = 0,3 \text{ m/s}$
 $M_{\max} = 30\,000 \text{ g/h}$
 $UEG = 100 \text{ g/m}^3$

nach [3]

$$Q_{\min} = 0,5 \text{ m}^2 \cdot 0,3 \text{ m/s} \cdot 3\,600 \text{ s/h} = 540 \text{ m}^3/\text{h}$$

nach [2]

$$\bar{C} = \frac{30\,000 \text{ g/h}}{540 \text{ m}^3/\text{h}} = 55,55 \text{ g/m}^3$$

nach [1]

$$C_{UEG} = \frac{100 \cdot 55,55 \text{ g/m}^3}{100 \text{ g/m}^3} = 55,6\%$$

Ergebnis

Eine Nennkonzentration von $C_{UEG} = 55,6\%$ wird erreicht, wenn die technische Lüftung der Flockkabine für eine mittlere Luftgeschwindigkeit von $v = 0,3 \text{ m/s}$ ausgelegt ist (und weitere oben beschriebene Annahmen gelten). Der Grenzwert für die Konzentration liegt bei 50 % der UEG. In o. g. Beispiel müsste entweder die Zufuhr an Flock M_{\max} reduziert oder der Mindest-Luftvolumenstrom Q_{\min} erhöht werden.

Ausgehend von einer höchstzulässigen Konzentration von 50 % der UEG ist nach Gleichung [1]

$$\bar{C} = \frac{100 \text{ g/m}^3 \cdot 50}{100} = 50 \text{ g/m}^3$$

Nach Gleichung [2] ist zu berechnen:

entweder die Höchstmenge der versprühten Flock M_{\max} und der Mindest-Luftvolumenstrom Q_{\min} und die mittlere Luftgeschwindigkeit v

$$Q_{\min} = \frac{M_{\max}}{\bar{C}_{\max}} = \frac{30\,000 \text{ g/h}}{50 \text{ g/m}^3} = 600 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v = \frac{Q_{\min}}{A \cdot 3\,600} = \frac{600 \text{ m}^3/\text{h}}{0,5 \text{ m}^2 \cdot 3\,600} = 0,33 \text{ m/s}$$

oder der Mindest-Luftvolumenstrom und die Höchstmenge der versprühten Flock M_{\max}

$$M_{\max} = Q_{\min} \cdot \bar{C} = 540 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 50 \text{ g/m}^3 = 27\,000 \text{ g/h}$$

Anmerkung

Unabhängig von der o. a. Berechnung ist bei Gestaltung und Konstruktion innerhalb der Flockkabine zu berücksichtigen, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft so ausgewählt wird, dass ein effektiver elektrostatischer Beschichtungsprozess möglich ist.

9. Anhang C

Muster-Betriebs- und Prüfanweisung für „Elektrostatisches Beschichten“

Firma:
Abteilung:

BETRIEBSANWEISUNG für „Elektrostatisches Beschichten“

Nummer:
Ausgabe/Stand:

1. Anwendungsbereich

Arbeitsbereich/- platz: Lackierraum
Arbeitsmittel: „Automatische (ortsfeste Beschichtungsanlagen und deren Zusatzeinrichtungen“
Tätigkeit: Bedienen, Einrichten, Wartung, Instandhaltung und Prüfung
Unterweisung: Die Bedienpersonen müssen vor Aufnahme ihrer Tätigkeit über die mit dem Betrieb der elektrostatischen Sprühanlagen und ggf. Handsprüheinrichtungen verbundenen Gefahren und die Maßnahmen zu ihrer Abwendung unterwiesen sein. Sie müssen mit der Durchführung der ihnen übertragenen Arbeiten vertraut sein. Die Betriebsanweisung ist zu beachten.



2. Gefahren für Mensch und Umwelt

Mögliche Gefahren:

- Brand- und Explosionsgefahr
- Gesundheitsgefahren durch
 - Einatmen von Lösemitteldämpfen und Lack-Aerosolen (Bronchien, Lunge, Blut, innere Organe)
 - Hautkontakt (Hautentfettung, -erkrankung, -allergie)
 - Hornhautverletzung durch Spritzer ins Auge
- Elektrischer Schlag, z. B. bei Nichtbeachtung des Betretungsverbots für das Innere von automatischen Sprühanlagen
- Gefahr durch Rutschen oder Stolpern infolge verschmutzten Fußbodens oder verbogener Gitterroste
- Gefahr durch Quetsch- und Scherstellen im Arbeitsbereich und innerhalb der automatischen Beschichtungsanlage (Sprühkabine)
- Gefahr durch Schnitt- und Stichverletzungen auf Grund scharfkantiger und spitzer Bauteile oder Werkstücke
- Gefahr durch herausspritzende Flüssigkeiten unter hohem Druck (z. B. bei Schlauchbruch, insbesondere beim Airless-Verfahren)
- Wasserverschmutzung, z. B. durch Verschütten von Lacken und Lösemitteln, vermeiden
- Verletzungsgefahr durch rotierende Glockenteller
- Die Gefahrstoffbetriebsanweisungen sind zu beachten
- Erstickungsgefahr bei Auslösung der CO₂-Löschanlage

3. Technische Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Zu- und Abluftanlage mit Überwachung der Zustände
- Automatische Verriegelung der Zu- und Abluftanlage mit der elektrostatischen Beschichtungsanlage
- Automatische Strombegrenzung für die Hochspannung
- Automatische Erdungstrennschalter für Restladung (nur ESTA 2/Inlac)
- Automatische Begehseinrichtung
- Automatische Brandunterdrückungsanlage
- Nur unterwiesene und besonders beauftragte Personen dürfen elektrostatische Sprüheinrichtungen oder Sprühanlagen bedienen und den Sprühraum für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten betreten.

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Fortsetzung von vorhergehender Seite

- Wartungs-, Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten in engen Räumen dürfen nur mit Sondererlaubnis und abgeschalteter CO₂-Löschanlage durchgeführt werden (z. B. Filterwechsel, Wartung an Lüftungsschächten).
- Rauchen, offenes Licht und der Umgang mit Feuer sind verboten.
- Nur bei wirksamer Absaugung arbeiten.
- Während des Betriebes ist das Betreten der Sprühkabine oder der Aufenthalt von Personen in der Sprühkabine verboten (Sonderfälle sind im Einzelfall schriftlich festzulegen!).
- Abschalten der Sprühanlage und Einlegen des Reinigungs- bzw. Wartungsschalters erforderlich, bevor mit Reinigungs- bzw. Wartungsarbeiten begonnen wird.
- Zusätzliche persönliche Sicherung durch Einbringen des Sicherheitsschlusses (Wartungspersonal) in den Reinigungs- bzw. Wartungsschalter.
- Vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitsende Hautschutz- und Hautpflegemittel benutzen.
- Es sollten ausschließlich metallische Behälter für Reinigungsflüssigkeiten verwendet werden.
- Soweit es für die Reinigung erforderlich ist, sollten Lösemittel mit einem hohen Flammpunkt, möglichst oberhalb der Umgebungstemperatur, verwendet werden.
- Zur Hautreinigung nur die vorgesehenen Hautreiniger benutzen, niemals Verdünnung verwenden.
- Nur die vom Arbeitgeber bereitgestellte geeignete Schutzkleidung benutzen; keine stark verschmutzte oder durchtränkte Kleidung benutzen.
- Für die jeweilige Tätigkeit bereitgestellte Schutzbrille, persönlichen Atemschutz (z. B. Lackiererschutzmaske, Atemschutzmaske mit Kombi-Filter A2-P2), antistatische Handschuhe, antistatische Schuhe benutzen.
- Aufbewahrung und Verzehr von Nahrungs- und Genussmitteln in Lackierräumen verboten.
- Lack- und Verdünnervorrat nur für max. eine Arbeitsschicht im Lackiererraum bereithalten.
- Verkehrs- und Fluchtwege zur eigenen Sicherheit immer freihalten.
- Auf Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz achten

4. Persönliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitsende Hautschutz- und Hautpflegemittel benutzen.
- Zur Hautreinigung nur die vorgesehenen Hautreiniger benutzen.
- Nur bereitgestellte geeignete Schutzkleidung benutzen; keine stark verschmutzte oder durchtränkte Kleidung benutzen.
- Für die jeweilige Tätigkeit bereitgestellte Schutzbrille, persönlichen Atemschutz mit Kombi-Filter A2-P3, Latexhandschuhe und antistatische Schuhe benutzen.
- Verkehrs- und Fluchtwege zur eigenen Sicherheit immer freihalten.

5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall

- Störungsbeseitigungen und Reparaturen an der Sprühanlage durch die Bedienungsperson (Anlagenführer), die nicht zu ihrem Arbeitsumfang gehören, sind nicht zulässig.
- Können während des Betriebs auftretende Störungen durch den Anlagenführer nicht beseitigt werden, ist der Vorgesetzte bzw. die Fachabteilung für Instandhaltung zu verständigen.
- Bei CO₂-Alarm den Arbeitsbereich sofort verlassen und bei der Sammelstelle warten.
- Achtung! Bei Auslösung der CO₂-Löschanlage ertönt 30 Sekunden lang ein Warnton, nach dieser Warnung wird der Bereich mit CO₂ (Kohlendioxid) geflutet.

6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe

- Lackieranlage abschalten, z. B. über Notaus-Taster
- Verletzten aus dem Gefahrenbereich bringen
- Erste Hilfe leisten
- Erste-Hilfe-Leistung in einem Verbandbuch eintragen
- Ersthelfer siehe Telefonliste
- Unfall unverzüglich Vorgesetzten oder dessen Vertreter melden

WO ist WAS passiert, WER meldet an*Fortsetzung auf der nächsten Seite*

Fortsetzung von vorhergehender Seite

7. Instandhaltung, Entsorgung

- Regelmäßige Überprüfung der Erdung der Sprühkabine und der Aufhängepunkte der zu beschichtenden Werkstücke
- Vor Beginn von Arbeiten im Sprühbereich oder von Reinigungsarbeiten:
 1. Hochspannungsversorgung abschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
 2. Technische Lüftung muss eingeschaltet und wirksam sein.
 3. Sicherstellen, dass die Entladungsenergie 0,24 mJ beim Reinigen mit brennbaren Lösemitteln nicht überschreiten kann (Zusatzmaßnahmen beim Reinigen von Kunststoffen sind besonders festzulegen).
 4. Nur elektrisch leitfähige und geerdete Behälter für die Reinigungsflüssigkeit verwenden.
 5. Herstellerangaben für die Reinigung beachten (z. B. Abstände für den Filterwechsel oder Reinigung der Abluftleitungen).
- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten stets nach Angaben des Herstellers oder besonderem Arbeitsplan durchführen.
- Maschinenausrüstungen, Werkzeuge, Hilfs- und Arbeitsmittel (z. B. Putzlappen) an dem dafür vorgesehenen Platz aufbewahren.
- Lack- und Lösemittelreste, damit getränkte Putzlappen sowie leere Gebinde in dem dafür vorgesehenen Behälter sammeln (Sonderabfall).

8. Folgen der Nichtbeachtung

Gesundheitliche Folgen: Verletzungen, Erkrankungen
 Sachschäden durch z. B. Brände, Explosionen

Zusätzlich beachten

Betriebsanleitung, Gefahrstoffbetriebsanweisung, Betriebsanweisung für PSA, Betriebsanweisung Lackrockenschränke, Ex-Schutz-Dokument, Reinigungsplan, Arbeiten in engen Räumen, CO₂-Löschanlage

Datum:

Unterschrift:

Firma:

Muster-Prüfanweisung

Nummer:

Abteilung:

für „Elektrostatishes Beschichten“

Ausgabe/Stand:

Organisatorische Maßnahmen

Prüfung nach BGI 764 (Fassung Oktober 2009)

Technische Lüftung, Ablufförderanlage auf ihre Wirksamkeit prüfen

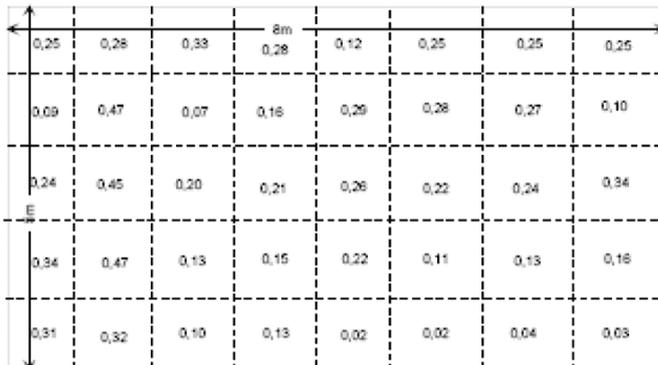
Die Luftsinkgeschwindigkeit in der Kabine wird an einem repräsentativen Punkt (siehe Skizzen) der Kabinen, abweichend von 6.3.2.1 von BGI 764:2000, **monatlich (freitags)** mittels eines Strömungsmessgerätes gemessen. (PM-Nr.: 5736 mit Hitzdraht-Anemometer)

Die Messung wird durch eine unterwiesene Person durchgeführt. Die Messung erfolgt 1 m über Bodengitter.

Der Messwert wird in einem Prüfbuch dokumentiert. Die zulässige Abweichung darf max. - 10 % betragen.

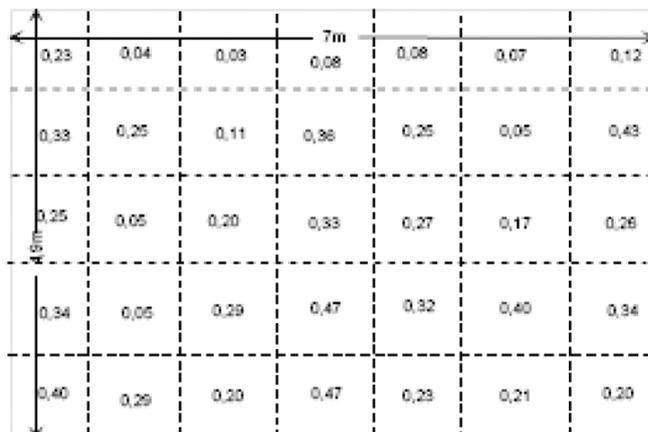
Luftmengenmessung an der Bodenabsaugung im Raster siehe Explosionsschutz-Dokument vom

Skizze Kabine 01 Messort: siehe Skizze Messpunkt 0,26 m/sec



Einteilung: 1 m²

Skizze Kabine 02 Messort: siehe Skizze Messpunkt 0,33 m/sec



Einteilung: 1 m²

Fortsetzung von vorhergehender Seite

Schutz gegen Überströme, ordnungsgemäße Funktion

Die Abschaltung der Hochspannung wird **monatlich (montags)** durch Annäherung an den an Hochspannung liegenden Zerstäuber, bei Direktaufladung oder bei Annäherung an die an Hochspannung liegende Aufladeelektrode, bei Außenaufladung, mit einer an Erdpotential liegender Elektrode (z.B. Erdungsstab) überprüft.

Die Prüfung ist je nach Ausrüstung der Anlage, an jedem Zerstäuber, an den Aufladeelektroden und an den metallenen an Hochspannung liegenden Teilen der Materialversorgung durchzuführen.

Die Hochspannung muss spätestens nach dem ersten Überschlag abschalten.
Die Prüfung wird durch eine Elektrofachkraft durchgeführt.
Das Ergebnis wird in einem Prüfbuch dokumentiert.

Schutz gegen Zündung von brennbaren Reinigungsmitteln

Kabine 01

Wird die Anlage mit Direkt- und Außenaufladung betrieben, werden die Druckbehälter (Lösemittel und Lack) durch Einhängen der „Erdungsstangen“ nach Betreten der Kabine dauerhaft sichtbar geerdet.

Diese Maßnahme ist von einer elektrotechnisch unterwiesenen Person durchzuführen.

Kabine 02

Die Funktion der Erdschalter wird im Rahmen der jährlichen wiederkehrenden Prüfung überprüft.

Schutz gegen direktes Berühren von an HS liegenden Teilen

Dies ist eine Sichtprüfung. Es ist sicherzustellen, dass die festgelegten Sicherheitsabstände (0,25 cm/1 KV) zwischen Hochspannung führenden Teilen der ESTA und Erdpotential nicht unterschritten werden.

Die Prüfung ist von einer elektrotechnisch unterwiesenen Person **wöchentlich (montags)** durchzuführen.
Das Ergebnis wird in einem Prüfbuch dokumentiert.

Erdungsmaßnahmen auf Wirksamkeit prüfen

Die Funktion der Erdschalter wird im Rahmen der **jährlichen** wiederkehrenden Prüfung überprüft (**gilt nur für Kabine 02**).

Die Erdung der Werkstücke ist **wöchentlich (montags)** zu überprüfen. Der Erdableitwiderstand vom Werkstückaufnahmepunkt zum Erdpotential darf 1 M Ω nicht übersteigen. Zulässig ist eine Mess-Spannung von max. 1 000 V.

Die Funktionsprüfung wird durch eine Elektrofachkraft durchgeführt.
Das Ergebnis wird in einem Prüfbuch dokumentiert.

Isolation der HS-Teile

Dies ist eine Sichtprüfung. Es ist sicherzustellen, dass die Isolation und Kontaktierung von allen Teilen der Anlage, welche zur Hochspannungsversorgung und Potentialausgleich gehören, unbeschädigt sind.

Die Prüfung ist von einer elektrotechnisch unterwiesenen Person **wöchentlich (montags)** durchzuführen.
Das Ergebnis wird in einem Prüfbuch dokumentiert.

Verriegelung, Begeherschutz

Es ist zu überprüfen, ob bei Auslösung des Begeherschutzes an den Ein- und Auslauföffnungen und Türen der Kabine die gesamte Anlage sicherheitstechnisch abgeschaltet wird.

Die Funktionsprüfung ist von einer unterwiesenen Person **wöchentlich (montags)** durchzuführen.
Das Ergebnis wird in einem Prüfbuch dokumentiert.

10. Anhang D

Anwendungen von elektrostatischem Beschichten (Bildbeispiele aus der Praxis)

D1 Elektrostatische Nasslackapplikation

D1.1 Handapplikation



Bild 1:

Manuelles Beschichten von Automobilteilen mit luftzerstäubendem Handsprühsystem

Anmerkung

Atemschutz wegen geringer Exposition nicht erforderlich, siehe auch BGR 231



Bild 2:

Manuelles Beschichten von Holzplatten mit luftzerstäubendem Handsprühsystem für wasserverdünnbaren Flüssiglack (Außenaufladung)



Bild 3:

Luftzerstäubendes elektrostatisches Handsprühsystem für Flüssiglack

D1 Elektrostatische Nasslackapplikation

D1.2 Automatische (stationäre) Applikation



Bild 1:

Automatisches (stationäres) Hochrotations-Sprühsystem zur Beschichtung von Pkw-Aluminiumrädern für Decklack



Bild 2:

Robotergeführtes automatisches (stationäres) Hochrotations-Sprühsystem zur Beschichtung von Pkw-Karosserien (rechts: Außenaufladung, links: Direktaufladung)

D2 Elektrostatische Pulverapplikation

D2.1 Handapplikation



Bild 1:

Pulverhandsprühanlage mit Sprühkabine



Bild 2:

Pulverhandsprühsystem

D2 Elektrostatische Pulverapplikation

D2.2 Automatische (stationäre) Applikation



Bild 1:

Automatisches (stationäres) Sprühsystem zur Beschichtung von Pkw-Aluminiumrädern für Klarlack



Bild 2:

Automatisches (stationäres) Sprühsystem zur Beschichtung von Heizkörpern mit Vertikal-Bewegungsautomat

D3 Elektrostatische Flockapplikation

D3.1 Handapplikation



Bild 1:

Elektrostatische Handsprüheinrichtung zur Verarbeitung von Flock mit Hochspannungserzeuger und Sprühsystem



Bild 2:

Manuelles Beflocken von Textilien mit Handapplikator

D3 Elektrostatische Flockapplikation

D3.2 Automatische (stationäre) Applikation



Bild 1:

Flocksystm in einer automatischen (stationären) Flächenbeflockungsanlage zur Beschichtung von Textilien



Bild 2:

Automatische (stationäre) Flächenbeflockungsanlage



Bild 3:

Robotergeführte automatische (stationäre) Beflockungsanlage mit luftzerstäubenden Sprühsystemen

D4 Zubehör



Bild 1:
Hochspannungserzeuger mit integrierter Steuerung für automatische (stationäre) elektrostatische Sprühsysteme



Bild 2:
Steuerung für Hochspannungserzeuger für automatische (stationäre) elektrostatische Sprühsysteme



Bild 3:
Hochspannungs-Erdschalter



Bild 4:
Hochspannungs-Messgerät

11. Anhang E

Vorschriften und Regeln

Wesentliche sicherheitstechnische Forderungen für das elektrostatische Beschichten mit flüssigen organischen Beschichtungsstoffen, Pulverlack und Flock werden insbesondere gestellt in:

EG-Richtlinien

RL 98/37/EG	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Maschinen (EG-Maschinenrichtlinie)
2006/42/EG	Maschinenrichtlinie (Neufassung)
RL 73/23/EWG	Richtlinie des Rates vom 19. Februar 1973 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen
RL 89/336/EWG	Richtlinie des Rates vom 3.5.1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit
RL 94/9/EG	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
RL 1999/13/EG	Richtlinie des Rates vom 11. März 1999 über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel entstehen (auch VOC-Richtlinie genannt – VOC = volatile organic compounds = flüchtige organische Verbindungen)
RL 1999/92/EG	Richtlinie über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können Leitlinien zur Anwendung der 1999/92/EG
RL 97/23/EG	Richtlinie des Europäischen Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Druckgeräte

Deutsche Gesetze und Verordnungen

ChemG	Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz)
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz)
ArbSchG	Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz)
GefStoffV	Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung)
BetrSichV	Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung)

TA-Luft	Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)
9. GPSGV	Neunte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2011 9. ProdSV Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)</i>
11. GPSGV	Elfte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzverordnung) <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2011 11. ProdSV Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzverordnung)</i>
	Bauordnung der Länder

Europäische Normen

Elektrostatisches Beschichten (CLC/TC 31/SC 31-8 bzw. DKE K239)

prEN 50050:2006	Elektrostatische Handsprüheinrichtungen (Allgemeine Anforderungen)
prEN 50059:2009	Bestimmungen für elektrostatische Handsprühanlagen für nicht brennbare Sprühstoffe für Beschichtungen
EN 50176:2009	Stationäre elektrostatische Sprühanlagen für brennbare flüssige Beschichtungsstoffe <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2010 EN 50176 Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen - Sicherheitsanforderungen</i>
EN 50177:2009	Stationäre elektrostatische Sprühanlagen für brennbare Beschichtungspulver <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2010 EN 50177 Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren Beschichtungspulvern - Sicherheitsanforderungen</i>
EN 50223:2009	Stationäre elektrostatische Sprühanlagen für brennbaren Flock <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2010 EN 50223 Stationäre elektrostatische Flockanlagen für entzündbaren Flock - Sicherheitsanforderungen</i>
EN 50348:2009	Stationäre elektrostatische Sprühanlagen für nicht brennbare flüssige Beschichtungsstoffe <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2010 EN 50348 Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit nichtentzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen - Sicherheitsanforderungen</i>

Maschinen und Anlagen der Oberflächentechnik (CEN/TC 271)

WG 1 „Vorbehandlung“

EN 12921-1:2005	Maschinen zur Oberflächenreinigung und -vorbehandlung von industriellen Produkten mittels Flüssigkeiten oder Dampfphasen – Teil 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen <i>Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2011</i>
EN 12921-2:2005	Maschinen zur Oberflächenreinigung und -vorbehandlung von industriellen Produkten mittels Flüssigkeiten oder Dampfphasen – Teil 2: Anlagen, in denen wässrige Reinigungsmittel verwendet werden <i>Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2010</i>

EN 12921-3:2005 Maschinen zur Oberflächenreinigung und -vorbehandlung von industriellen Produkten mittels Flüssigkeiten oder Dampfphasen – Teil 3: Sicherheit von Anlagen, in denen brennbare Reinigungsmittel verwendet werden
Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2010

EN 12921-4:2005 Maschinen zur Oberflächenreinigung und -vorbehandlung von industriellen Produkten mittels Flüssigkeiten oder Dampfphasen – Teil 4: Sicherheit von Anlagen, in denen halogenierte Lösemittel verwendet werden
Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2010

WG 2 „Beschichtungs- und Farbmischgeräte“

EN 1953:1998 Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen
Anmerkung der Redaktion: letzte Aktualisierung 2013

EN 12621:2006 Förder- und/oder Umlaufanlagen für Beschichtungsstoffe unter Druck – Sicherheitsanforderungen
Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2011

EN 12757-1:2005 Mischgeräte für Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Mischgeräte zur Verwendung in der Fahrzeuglackierung
Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2011

EN 13966-1:2003 Bestimmung des Auftragswirkungsgrades von Spritz- und Sprühgeräten für Beschichtungsstoffe – Teil 1: Flächenbeschichtung
Anmerkung der Redaktion: Berichtigung 2007

WG 3 „Beschichtungsanlagen“

EN 12215:2004 Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen
Anmerkung der Redaktion: letzte Aktualisierung 2011

EN 12581:2005 Beschichtungsanlagen – Tauchbeschichtungsanlagen und Elektrotauchbeschichtungsanlagen für organische flüssige Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen
Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2011

EN 12981:2005 Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für organische Pulverlacke – Sicherheitsanforderungen
Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2010

EN 13355:2005 Beschichtungsanlagen – Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen - Sicherheitsanforderungen
Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2010

JWG 4 „Trockner, Öfen und Abdunsteinrichtungen“

EN 1539:2000 Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden – Sicherheitsanforderungen
Anmerkung der Redaktion: letzte Aktualisierung 2012

EN 12753:2005 Thermische Reinigungssysteme für Abluft aus Anlagen zur Oberflächenbehandlung - Sicherheitsanforderungen
Anmerkung der Redaktion: aktualisiert 2011

WG 5 „Lärm“

EN 14462:2004

Oberflächenbehandlungsgeräte – Geräuschemessverfahren für Oberflächenbehandlungsgeräte, einschließlich ihrer Be- und Entladeeinrichtungen – Genauigkeitsklassen 2 und 3
Anmerkung der Redaktion: letzte Aktualisierung 2013

Technisches Regelwerk**Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)**

TRBS 1001	Struktur und Anwendung der Technischen Regeln für Betriebssicherheit
TRBS 1111	Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung
TRBS 1201	Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
TRBS 1201, Teil 1	Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen
TRBS 1203	Befähigte Personen
TRBS 1203, Teil 1	Befähigte Personen – Besondere Anforderungen – Explosionsgefährdungen
TRBS 1203, Teil 2	Befähigte Personen – Besondere Anforderungen – Druckgefährdungen
TRBS 1203, Teil 3	Befähigte Personen – Besondere Anforderungen – Elektrische Gefährdungen <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2010 sind die Teile 1 bis 3 in die TRBS 1203 integriert</i>
TRBS 2111	Mechanische Gefährdungen – Allgemeine Anforderungen
TRBS 2111, Teil 1	Mechanische Gefährdungen – Maßnahmen zum Schutz vor kontrolliert bewegten ungeschützten Teilen
TRBS 2111, Teil 2	Mechanische Gefährdungen – Maßnahmen zum Schutz vor unkontrolliert bewegten Teilen
TRBS 2152	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines Achtung: inhaltsgleich mit TRGS 720
TRBS 2152, Teil 1	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung Achtung: inhaltsgleich mit TRGS 721
TRBS 2152, Teil 2	Vermeidung oder Einschränkung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre Achtung: inhaltsgleich mit TRGS 722
TRBS 2210	Gefährdungen durch Wechselwirkungen

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)

TRGS 200	Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen
TRGS 220	Sicherheitsdatenblatt
TRGS 400	Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
TRGS 401	Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen

TRGS 402	Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
TRGS 430	Isocyanate – Exposition und Überwachung <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2009: Isocyanate - Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen</i>
TRGS 505	Blei und bleihaltige Gefahrstoffe <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2007: Blei</i>
TRGS 507	Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern
TRGS 555	Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2008: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten</i>
TRGS 560	Luftrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2012: Luftrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben</i>
TRGS 602	Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen; Zinkchromate und Strontiumchromat als Pigmente für Korrosionsschutz-Beschichtungsstoffe
TRGS 720	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2006: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Allgemeines</i> Achtung: inhaltsgleich mit TRBS 2152-1
TRGS 722	Vermeidung oder Einschränkung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre Achtung: inhaltsgleich mit TRBS 2152-2
TRGS 900	Arbeitsplatzgrenzwerte

Arbeitsstätten-Richtlinien

ASR 5	Lüftung <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2012: ASR A3.6</i>
ASR 6	Raumtemperaturen <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2010 ASR A3.5 Raumtemperatur</i>
ASR 7/3	Künstliche Beleuchtung <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2011 ASR A3.4 Beleuchtung</i>
ASR 7/4	Sicherheitsbeleuchtung <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2011 ASR A3.4/3 Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme</i>
ASR 8/1	Fußböden <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2013</i>
ASR 10/1	Türen und Tore <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2009 ASR A1.7</i>

ASR 13/1, 2	Feuerlöscheinrichtungen (Neufassung: 6/97) <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2012 ASR A2.2 Maßnahmen gegen Brände</i>
ASR 17/1, 2	Verkehrswege <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2012 ASR A1.8</i>
ASR 38/2	Sanitätsräume <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2010 ASR A4.3 Erste-Hilfe-Räume, Mittel und Einrichtungen zur Ersten Hilfe</i>
ASR 39/1, 3	Mittel und Einrichtungen zur Ersten Hilfe <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2010 ASR A4.3 Erste-Hilfe-Räume, Mittel und Einrichtungen zur Ersten Hilfe</i>

Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten

TRbF 20	Läger <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2013</i>
TRbF 40	Tankstellen <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2012</i>
TRbF 50	Rohrleitungen <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2013</i>
TRbF 60	Ortsbewegliche Gefäße <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2013</i>

VDE-Bestimmungen

DIN VDE 0100 Teil 482	Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 48: Auswahl von Schutzmaßnahmen; Hauptabschnitt 482: Brandschutz bei besonderen Risiken oder Gefahren <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2013 Bestandteil der DIN VDE 0100-420 Teil 4 42: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen thermische Auswirkungen</i>
DIN VDE 0100 Teil 706	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit Achtung: Vorgesehener Ersatz durch DIN IEC 60364-7-706 (2004-01) <i>Anmerkung der Redaktion: 2007 ersetzt durch DIN VDE 0100-706 Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-706: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit</i>
DIN EN 50110-1	Betrieb von elektrischen Anlagen [VDE 0105 Teil 1] - Allgemeine Anforderungen
DIN VDE 0105, Teil 4	Betrieb von elektrischen Anlagen – Zusatzfestlegungen für ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2010</i>
DIN EN 60204-1	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN EN 50156-1	Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen – Teil 1: Bestimmungen für die Anwendungsplanung und Errichtung
DIN EN 60079-0	Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Allgemeine Anforderungen <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2013 DIN EN 60079-0 Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 0: Betriebsmittel - Allgemeine Anforderungen</i>
DIN EN 60079-14	Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Elektrische Anlagen für gefährdete Bereiche (ausgenommen Grubenbaue) <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2012 DIN EN 60079-14 Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen</i>
DIN EN 60529	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

Berufsgenossenschaftliches Regelwerk

BG-Vorschriften

BGV A 1	Grundsätze der Prävention
BGV A 3	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
BGV A 8	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2013</i>
BGV B 3	Lärm <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2011</i>
BGV C 22	Bauarbeiten
BGV D 36	Leitern und Tritte <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2008, Nachfolgedokument: BGI 694 Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten</i>

BG-Regeln, BG-Informationen, Richtlinien und Merkblätter

BGR 104	Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) – Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2007 Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) - Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen</i>
BGR 107	Sicherheitsregeln für Durchlauftrockner von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen
BGR 117-1	Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
BGR 121	Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
BGR 133	Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2013</i>

BGR 134	Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen
BGR 180	Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln
BGR 189	Benutzung von Schutzkleidung
BGR 190	Benutzung von Atemschutzgeräten
BGR 191	Benutzung von Fuß- und Knieschutz
BGR 192	Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
BGR 193	Benutzung von Kopfschutz
BGR 194	Einsatz von Gehörschützern <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2011 Benutzung von Gehörschutz</i>
BGR 195	Benutzung von Schutzhandschuhen
BGR 197	Benutzung von Hautschutz <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2009, Nachfolgedokument BGI/GUV I 8620 Allgemeine Präventionsleitlinie Hautschutz - Auswahl, Bereitstellung und Benutzung</i>
BGR 231	Schutzmaßnahmenkonzept für Spritzlackierarbeiten – Lackaerosole
BGR 500	Betreiben von Arbeitsmitteln
BGI 518	Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb
BGI 524	Polyurethan-Herstellung und Verarbeitung – Isocyanate <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2013 BGI 524 Polyurethane - Isocyanate</i>
BGI 534	Arbeiten in engen Räumen
BGI 535	Fassmerkblatt – Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden
BGI 546	Umgang mit Gefahrstoffen
BGI 557	Lackierer
BGI 560	Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz
BGI 562	Brandschutz <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2009</i>
BGI 564	Umgang mit Gefahrstoffen – Für die Beschäftigten <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2010 BGI 564 Gefahrstoffe - Tätigkeiten mit Gefahrstoffen</i>
BGI 566	Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
BGI 578	Sicherheit durch Betriebsanweisungen
BGI 621	Gefahrstoffe - Lösemittel
BGI 639	Maler- und Lackierarbeiten

BGI 646	Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Druckgasdosen <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2011 BGI 646 Spraydosen und Gaskartuschen</i>
BGI 648	Fluorhaltige Halogenkohlenwasserstoffe
BGI 693	Verzeichnis zertifizierter Atemschutzgeräte
BGI 740	Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe – Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb
BGI 767	Merkblatt für Chlorkohlenwasserstoffe
BGI 880	Gefahrstoffe - Kaltreiniger
BGI 5027	Explosionsschutz – Häufig gestellte Fragen und Antworten <i>Anmerkung der Redaktion: seit 2009 BGI 5027 Antworten auf häufig gestellte Fragen</i>
BGI 5127	Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
ZH 1/406	Richtlinien für Flüssigkeitsstrahler (Spritzgeräte)
ZH 1/566	Merkblatt für Explosionsschutz-Maßnahmen an Lösemittel-Reinigungsanlagen <i>Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2012</i>
ZH 1/595	Sicherheitsregeln für Anlagen zum Entfernen von Gasen und Dämpfen organischer Lösemittel aus der Abluft nach dem Adsorptionsverfahren (Lösemittel-Adsorptionsverfahren)

12. Anhang F

Besondere Prüfanforderung für stationäre elektrostatische Sprühsysteme der Kategorie 2G und 2D

Die Prüfung nach diesem Unterabschnitt dient dem Nachweis der Einhaltung der Anforderungen für

- Geräte der Kategorie 2G entsprechend EN 50176 (Typ B-L, C-L und D-L)
- Geräte der Kategorie 2D entsprechend EN 50177 (Typ B-P und C-P)

Die Prüfung muss unter betriebsmäßigen Umgebungsbedingungen erfolgen. Während der Prüfung darf keine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden sein. Die Umgebungsbedingungen (Temperatur, relative Feuchte und Luftdruck) müssen im Prüfprotokoll festgehalten werden.

Die Prüfung erfolgt mit einer Vorrichtung gemäß Bild 1. Die Bewegungsbahn der Elektroden zueinander muss linear zu den Mittelachsen verlaufen und darf durch andere Gegenstände nicht direkt oder indirekt beeinflusst werden.

Anmerkung

Es ist für die Prüfung unerheblich, welche der Elektroden bewegt wird.

Die beiden Elektroden müssen bis zu einem Elektrodenabstand von etwa 1 cm angenähert werden.

Die Elektrode muss 100 mm größer als der gedachte Umkreis um die Elektrodenspitzen sein, z. B. der Durchmesser einer Sprühglocke.

Die Prüfung muss 5-mal pro Sprühorgan durchgeführt werden. In allen Fällen muss eine sichere Abschaltung vor der ersten Entladung erfolgen. Es darf auch nach der Abschaltung keine Entladung zwischen den Elektroden erfolgen.

Anmerkung

Eine Entladung im Sinne dieser Prüfanforderung ist ein sichtbarer und hörbarer Funkenüberschlag zwischen den Elektroden.

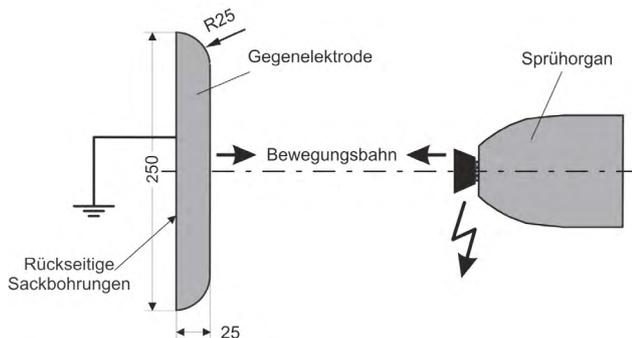


Bild 1: Prüfaufbau

Der Elektrodenabstand in der Startposition muss mindestens 0,5 cm/kV betragen. Als Ausgangsspannung ist die maximal zulässige Betriebsspannung heranzuziehen.

Die Annäherungsgeschwindigkeit zwischen der Hochspannung führenden und der geerdeten Elektrode muss bei der Prüfung mindestens der 1,2-fachen vom Hersteller festgelegten, maximal zulässigen Bewegungsgeschwindigkeit des Sprühorgans, beim Beschichtungsvorgang betragen, mindestens jedoch 500 mm/s.

13. Anhang G

Entzündbarkeit von Wasserlacken

Zusammenfassung folgender Veröffentlichung:

U. von Pidoll, Ignitability of spray clouds of organic solvents, solvent/water mixtures and water-based paints by electric sparks and open flames, Proceedings of the ESA/IEEE-IAS-EPC/IEJSFE Joint Conference on Electrostatics 2006 in Berkeley, vol 2, 425-433.

Zurzeit wird ein Großteil der ortsfesten elektrostatischen Lackprüfanlagen auf Lacke auf Wasserbasis (sog. Wasserlacke) umgestellt. Dabei können erhebliche Erleichterungen im Brand- und Explosionsschutz dieser Anlagen in Anspruch genommen werden, wenn die verwendeten Wasserlacke im versprühten Zustand nachweislich als nicht brennbar anzusehen sind.

Zur Prüfung dieser Frage wurde das Brennverhalten von über 200 elektrostatisch versprühten Wasserlacken, die Suspensionen von brennbaren oder unbrennbaren Pigmenten und brennbaren Bindemitteln in Mischungen von wasserlöslichen brennbaren Lösemitteln und Wasser darstellen, untersucht. Die Untersuchungen umfassten auch Spül- und Reinigungsflüssigkeiten. Das Versprühen der Lacke erfolgte mit Hochrotationsglockenzerstäubern. Während sich der ganz überwiegende Teil der handelsüblichen Wasserlacke im versprühten Zustand als nicht brennbar erwies, konnte für einige derartige Lacke die Brennbarkeit nachgewiesen werden. Es ist sinnvoll, die untersuchten Lacke in drei Gruppen einzuteilen:

nicht entzündbar

Lacke dieser Gruppe haben die folgende Zusammensetzung:

$$[\% \text{H}_2\text{O}] > 1,70 \cdot [\% \text{LM}] + 0,96 \cdot [\% \text{ORG}]$$

Hierin sind:

H₂O: Wasser

LM: flüssige organische Phase, meistens bestehend aus höheren Glykolestern

ORG: feste organische Phase, meistens bestehend aus Bindemitteln und Pigmenten

- alle Angaben in Gewichtsprozenten -

Derartige Lacke verhalten sich in flüssiger Phase und im versprühten Zustand wie Wasser. Sofern auch die Reinigungs- und Verdünnerflüssigkeiten dieser Kategorie entsprechen, z. B. nicht mehr als 35 Gew.-% 1:1 Butylglykol/N-Propanol, Rest Wasser enthalten, ist Explosionsschutz nicht erforderlich. Es sind die Anforderungen der EN 50348 (hauptsächlich Berührschutz) zu beachten.

Lacke dieser Gruppe werden als nicht entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe eingestuft.

schwer entzündbar

Lacke dieser Gruppe haben die folgende Zusammensetzung:

$$[\% \text{H}_2\text{O}] > 1,5 \cdot [\% \text{LM}] + 0,49 \cdot [\% \text{ORG}]$$

- alle Angaben in Gewichtsprozenten

Sprühwolken dieser Lacke können durch Funken mit einer Energie < 4 Joule nicht gezündet werden. Explosionsschutz im Sprühbereich ist üblicherweise nicht notwendig, wenn Zündquellen mit einer Energie von mehr als 2 Joule nicht auftreten.

Lacke dieser Gruppe werden als schwer entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe eingestuft.

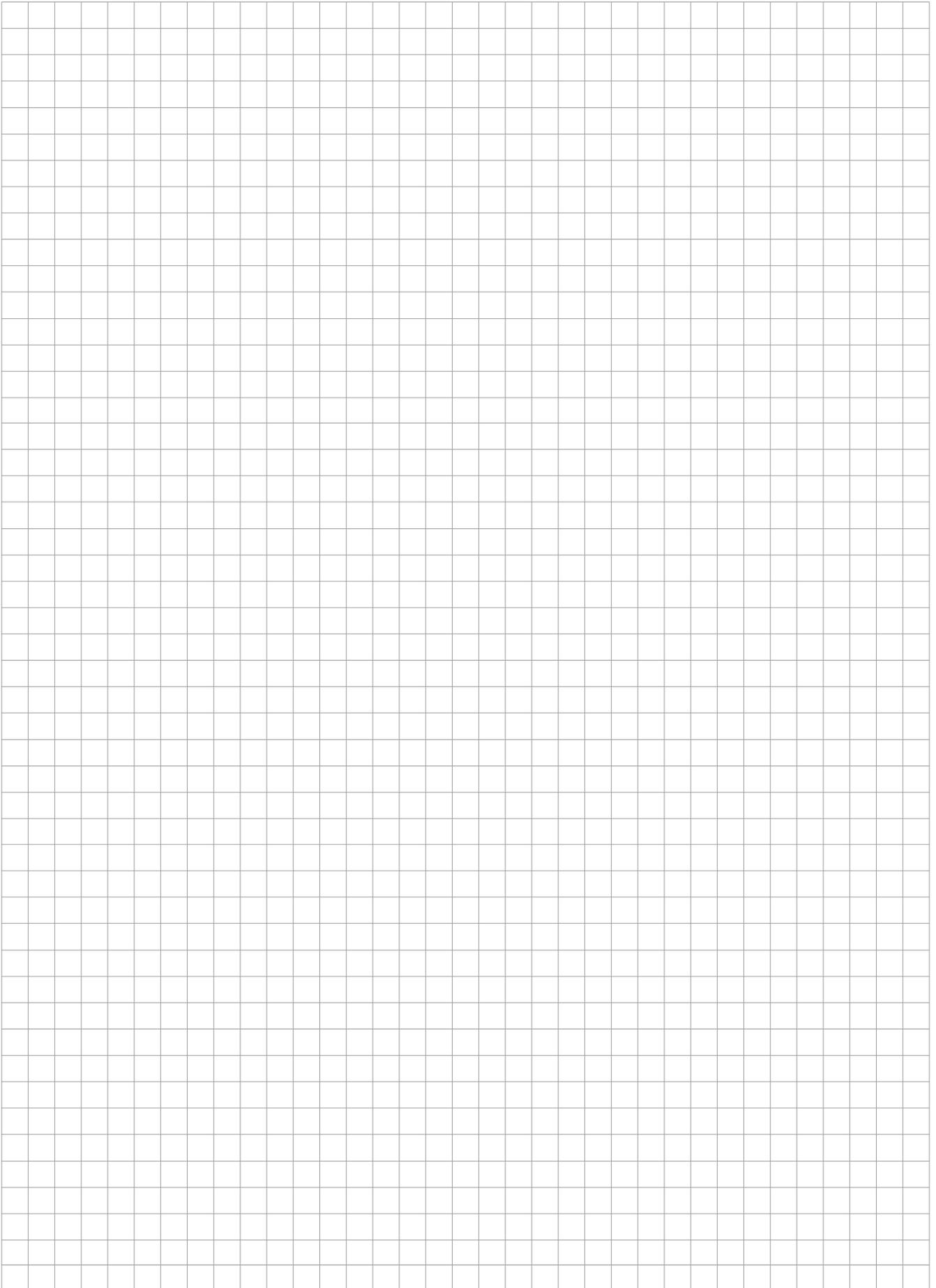
entzündbar

Lacke, die weder den Kriterien nicht entzündbar noch schwer entzündbar entsprechen.

Lacke dieser Gruppe werden als entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe eingestuft.

14. Abbildungsverzeichnis

Seite	Titel	Bild	Fa. J. Wagner AG, Altstätten (Schweiz)
Seite 8	Bild 1-1	und	
Seite 8	Bild 1-2	Grafiken:	Fraunhofer-Institut-IPA, Stuttgart
Seite 15 bis	Seite 30	Tabellen:	BGHM
Seite 31 bis	Seite 39	Anhang A:	Tabelle und Grafiken, BGHM
Seite 47 bis	Seite 51	Anhang C:	Muster Betriebs- und Prüfanweisung, BGHM
Seite 52	Bild 1	Anhang D 1:	Fa. Finishing Brands Europe ITW, Dietezenbach
Seite 52	Bild 2	Anhang D 1:	Fa. J. Wagner AG, Altstätten (Schweiz)
Seite 52	Bild 3	Anhang D 1:	Fa. Finishing Brands Europe ITW, Dietezenbach
Seite 53	Bild 1	Anhang D 1:	Fa. Finishing Brands Europe ITW, Dietezenbach
Seite 53	Bild 2	Anhang D 1:	Fa. Dürr Systems GmbH, Bietigheim-Bissingen
Seite 54	Bild 1/Bild 2	Anhang D 2	Fa. J. Wagner AG, Altstätten (Schweiz)
Seite 55	Bild 1/Bild 2	Anhang D 2	Fa. J. Wagner AG, Altstätten (Schweiz)
Seite 56	Bild 1/Bild 2	Anhang D 3	Fa. Maag Flockmaschinen GmbH, Kusterdingen
Seite 58	Bilder 1,2,3	Anhang D 3	Fa. Maag Flockmaschinen GmbH, Kusterdingen
Seite 58	Bild 1	Anhang D 4	Fa. Schnier Elektrostatik GmbH, Reutlingen
Seite 58	Bild 2	Anhang D 4	Fa. Finishing Brands Europe ITW, Dietezenbach
Seite 58	Bilder 3 und 4	Anhang D 4	Fa. Schnier Elektrostatik GmbH Reutlingen





Weiterführende Auskünfte erteilen Ihnen gern die im Folgenden aufgeführten Präventionsdienste der BGHM.

Kostenfreie Servicehotline: 08009990080-0

Präventionsdienst Berlin

Innsbrucker Straße 26/27
10825 Berlin
Email: pd-berlin@bghm.de

Präventionsdienst Bielefeld

Turnerstr. 5 – 9
33602 Bielefeld
Email: pd-bielefeld@bghm.de

Präventionsdienst Bremen

Töferbohmstraße 10
28195 Bremen
Email: pd-bremen@bghm.de

Präventionsdienst Dessau-Roßlau

Raguhner Straße 49 b
06842 Dessau-Roßlau
Email: pd-dessau@bghm.de

Präventionsdienst Dortmund

Semerteichstraße 98
44263 Dortmund
Email: pd-dortmund@bghm.de

Präventionsdienst Düsseldorf

Kreuzstraße 45
40239 Düsseldorf
Email: pd-duesseldorf@bghm.de

Präventionsdienst Erfurt

Lucas-Cranach-Platz 2
99097 Erfurt
Email: pd-erfurt@bghm.de

Präventionsdienst Hamburg

Rothenbaumchaussee 145
20149 Hamburg
Email: pd-hamburg@bghm.de

Präventionsdienst Hannover

Seligmannallee 4
30173 Hannover
Email: pd-hannover@bghm.de

Präventionsdienst Köln

Hugo-Eckener-Straße 20
50829 Köln
Email: pd-koeln@bghm.de

Präventionsdienst Mainz

Wilhelm-Theodor-Römheld-Straße 15
55130 Mainz
Email: pd-mainz@bghm.de

Präventionsdienst München

Am Knie 8
81241 München
Email: pd-muenchen@bghm.de

Präventionsdienst Nürnberg

Weinmarkt 9 – 11
90403 Nürnberg
Email: pd-nuernberg@bghm.de

Präventionsdienst Mannheim/Saarbrücken

Koßmannstraße 48-52
66119 Saarbrücken
Email: pd-saarbruecken@bghm.de

Präventionsdienst Stuttgart

Vollmoellerstraße 11
70563 Stuttgart
Email: pd-stuttgart@bghm.de

**Berufsgenossenschaft
Holz und Metall**

Internet: www.bghm.de

Kostenfreie Servicehotline: 0800 9990080-0