

BGI 764 / DGUV Information 209-052 - Elektrostatisches Beschichten
Berufsgenossenschaftliche Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGI)
(bisher ZH 1/160)

- Roland Knopp; Fred Luderer -

(Ausgabe 2009)

implementiert mit Genehmigung der Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften

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 sowie
- 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 A3) 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 Betriebssicherheitsverordnung 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 und
- Organisation von Arbeitsbedingungen, die die Mitarbeiter als zumutbar empfinden.

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

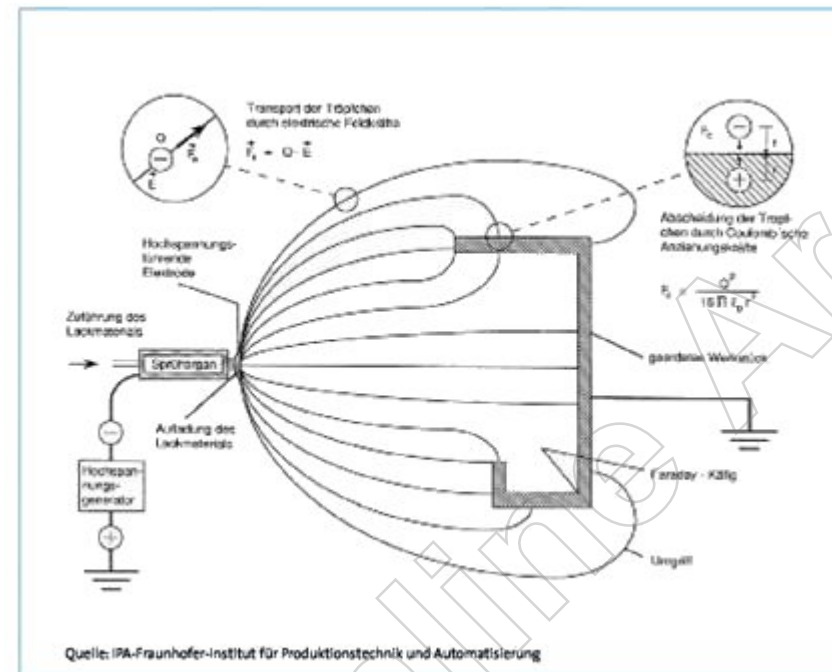
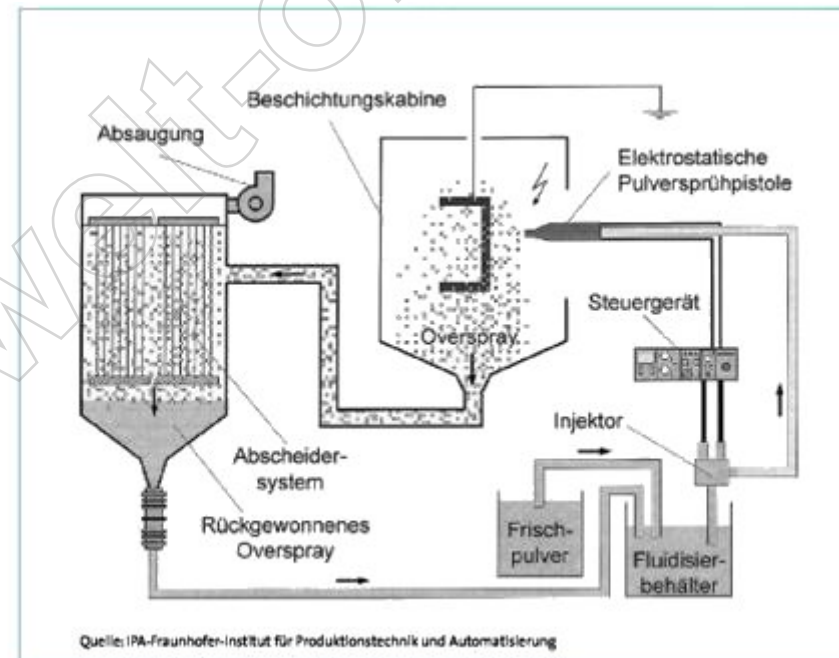


Bild 1-2: Prinzip einer elektrostatischen Pulversprühanlage



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) untergleichzeitiger 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 mithilfe 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 mithilfe der technischen Lüftung abgeführt. Anschließend wird die Beschichtung bei Raumtemperatur oder durch zusätzliche Erwärmung (im Lacktrockner) 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) mithilfe 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 z.B. 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 Regeleinrichtungen
- 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 Beschichtungstoffen. 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 Beschichtungstoffe
- Auslösemechanismus, der das Ventil steuert

3.5 Elektrostatische Handsprüheinrichtungen

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

Bei pulverförmigen Beschichtungstoffen kann die elektrostatische Aufladung auch allein durch Reibungselektrizität (Triboaufladung) erfolgen.

Anmerkung

Elektrostatische Handsprüheinrichtungen bestehen im Allgemeinen aus folgenden Teilen:

- Sprühpistole
- Hochspannungserzeuger
- Verbindungskabel
- Sprühstoffversorgung

Siehe

- Handsprüheinrichtungen für Flüssiglack, Pulver oder Flock (EN 50050),
- Handsprüheinrichtungen für nicht brennbare Sprühstoffe (EN 50059) sowie
- 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 (Triboaufladung) 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 und
- 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 Schwerentzündbare 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 und
- Prüfungen nach §§ 14, 15 BetrSichV an Überwachungsbedürftigen Anlagen (siehe TRBS 1201 Teil 1), z.B. Geräte 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 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, dass 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 A3).

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	
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	Für nicht verwendungsfertige 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 ("ATEX95") 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	
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
		A	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 Beschichtungsstoffen 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 Beschichtungsstoffen 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	
5.3.4	Die beim Umgang mit den verwendeten Beschichtungsstoffen 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 gefährlicher 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 Handsprüheinrichtungen oder stationären elektrostatischen Beschichtungsanlagen sowie deren Zubehör für das elektrostatische Beschichten verbundenen Gefahren und die Maßnahmen zu ihrer Abwendung mindestens einmaljährlich 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 A8.
		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. <ul style="list-style-type: none"> • spezielle Lüftungsmaßnahmen, • Inertisierung, • Verwendung von Explosionsunterdrückungssystemen. 	A	X	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).
		M	X	X		X	X	
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	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		M		nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig	Die Mindestzündenergie (gemäß Anhang 3 der BGR 132) wird definiert als die kleinste in einem Kondensator

	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.	A	X	X	X	X	X	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 $W = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} QU$ berechnet. W = gespeicherte Energie in J; C = Kapazität des Kondensators in F; U = Anfangsspannung des Kondensators in V; Q = Anfangsladung des Kondensators in Coulomb
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 den 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		M	X	X	X	X	X	Sauberer Beton ist ausreichend ableitfähig.

	Fußböden von Sprühstand und Sprühkabine müssen elektrostatisch ableitfähig sein. Der gemessene Ableitwiderstand muss kleiner als $10^9 \Omega$ sein.	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	
5.10	Persönliche Schutzausrüstungen							
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 $10^8 \Omega$ sein. Die persönlichen Schutzausrüstungen müssen 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 $10^8 \Omega$ 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	Arbeiten mit Zündgefahr							
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 = manu-ell A = auto-matisch	Nasslack			Pul-ver-lack	Flock	Prü-fung durch	Art der Prü-fung	Erst - prü-fung	Wieder-kehrende Prü-fungen	Bemerkungen
			ent-zünd-bar	schwer-ent-zünd-bar	nicht-ent-zünd-bar							
6.1	Art, Umfang und Häufigkeit der Prüfungen											
	<p>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.</p> <p>Die zuständige Behörde kann im Einzelfall einen schriftlichen Nachweis in Form eines Prüfbuches/-kartei oder eines EDV-Prüfprotokolls verlangen.</p>											<p>Siehe § 5 Abs.1 BGV A3.</p> <p>Hinsichtlich Häufigkeit siehe DA zu § 5 Abs.1 Nr.2 BGV A3.</p>
6.2	Ordnungsprüfung											
6.2.1	Sicherstellen, dass elektrostatische Handsprühgeräte als Geräte der Kategorie 2G bzw.2D nach RL 94/9/EG gekennzeichnet sind.	M	X			X	X	BP		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		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		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		X	alle 3 Jahre	
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 3.16. Siehe §§ 14, 15 BetrSichV.
		A	X	X		X	X	AG/BP		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 durch oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft durchgeführt wird.	M											Siehe § 5 BGV A3.
		A	X	X	X	X	X	AG/BP		X	alle 3 Jahre	Elektrofachkraft siehe 3.19.	
6.2.7	Prüfen, ob folgende Dokumente der Benutzerinformation vorliegen: <ul style="list-style-type: none"> • Betriebsanleitung • Wartungsanleitung • Hinweise zu Reinigung und Instandsetzung • Warnvermerke • Empfehlungen zu Prüfintervallen 	M	X	X	X	X	X	BP		X	alle 3 Jahre		
		A	X	X	X	X	X	BP		X			
6.2.8	Prüfen, ob folgende Dokumente erstellt wurden: <ul style="list-style-type: none"> • Betriebsanweisung • Arbeitsanweisung • Unterweisung • Warnschild 	M	X	X	X	X	X	BP		X	alle 3 Jahre		
		A	X	X	X	X	X	BP		X			
6.2.9	Prüfen, ob folgende Dokumente erstellt wurden: <ul style="list-style-type: none"> • Explosions-schutzdokument 	M	X	X		X	X	BP		X	jährlich	Die Anfertigung des Explosions-schutzdokumentes 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		X			
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	X	UP/BP	ME	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	X	BP	FU	X			
6.3.2	Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten												
6.3.2.1	Prüfung der stationären (automatischen) Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten auf arbeitssicheren Zustand. Bei spannungsgesteuerter und spannungskonstanter Betriebsart ist die sichere Abschaltung der Hochspannung zu überprüfen.												Die Abschaltswelle $I_{ü}$ ist unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse festzulegen und zu dokumentieren. Es ist zu überprüfen, ob die Hochspannung im Falle eines nicht zulässigen Anstiegs des Betriebsstromes I_b und Erreichen der Abschaltswelle $I_{ü}$ die Hochspannung abschaltet.

													<p>Dabei ist die bei der Erstprüfung festgelegte Abschaltswelle $I_{\bar{v}}$ zu überprüfen.</p> <p>Unzulässig ist eine Abschaltswelle $I_{\bar{v}}$, 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>
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	wöchent- lich		
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											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 Ein- schalten		
6.3.2.2	Bei stromkonstanter Betriebsart ist die sichere Abschaltung der Hochspannungsversorgung zu überprüfen.												<p>Die Abschaltswelle 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 Abschaltswelle U_{min} zu überprüfen.</p> <p>Unzulässig ist eine Abschaltswelle 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>

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	wöchent- lich		
6.3.2.2.2	Bei Geräten der Kategorie 2 ist eine Abschaltung vor der ersten Entladung erforderlich; hierfür ist eine spezielle Prüfprozedur notwendig.	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 Ein- schalten		Besondere Prüfprozedur nach 6.3 der Normen siehe Anhang F.
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	wöchent- lich		
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
		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	wöchent- lich **)		***) Bei Geräten der Kategorie 2: vor jedem Reinigungsvorgang

Lfd.-Nr.	Anforderungen	M = manuell A = auto- ma- tisch	Nasslack			Pul- ver- lack ent- zünd- bar	Flock ent- zünd- bar	Prü- fung durch	Art der Prü- fung	Erst- prü- fung	Wieder- kehrende Prü- fungen	Bemer- kungen
			ent- zünd- bar	schwer ent- zünd- bar	nicht ent- zünd- bar							
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	
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	M										
		A	C-L D-L	C-L D-L	B- NL	C-P	C-F	EFK/ BP	SI/ FU	X	wöchentlich	

	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.												
6.3.3.3	<p>Schutz gegen direktes Berühren:</p> <p>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.</p>	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	<p>Hochspannungsführende Teile außerhalb des Sprühbereichs:</p> <p>Hochspannungsführende Teile des Sprühsystems außerhalb des Sprühbereiches müssen so verlegt sein, dass personengefährdende Entladungen nicht auftreten können.</p>	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			
6.3.3.5	<p>Mindestabstände:</p> <p>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 Sprühvorrichtung und Werkstück sowie für die konstruktionsbedingten Abstände der Sprühvorrichtungen.</p>	M										Gegebenenfalls auftretende Oberflächenentladungen	
		A	X	X	X	X	X	BP	ME/ FU	X	jährlich	an der Sprühvorrichtung können die Mindestabstände beeinflussen.	
6.3.4	Erdung												
6.3.4.1	<p>Wirksamkeit der Erdungsmaßnahmen:</p> <p>Alle leitfähigen Bauteile der Anlage, wie Fußböden, Wände, Decken, Absperrgitter, Transporteinrichtungen, Werkstücke, Pulvervorratsbehälter, Bewegungsautomaten oder Konstruktionsteile etc. im Sprühbereich, mit Ausnahme der betriebsmäßig hochspannungsführenden Teile, müssen an das Erdungssystem angeschlossen sein. Teile der Kabine müssen in Übereinstimmung mit EN 12215 geerdet sein.</p>	M	X	X	X	X	X	BP	SI/	X	wöchentlich	*) Bei Einsatz einer ständigen Überwachung (siehe 3.14) können die Prüfzyklen verlängert werden.	
		A	X	X	X	X	X	BP	ME/ SÜ SI/ ME/ SÜ	X	*)		
6.3.4.2	<p>Maßnahmen bei unzureichender Erdung leitfähiger Bauteile:</p> <p>Wenn eine ausreichende Erdung der leitfähigen Bauteile nicht sicherzustellen ist, darf deren Entladeenergie den zulässigen Wert nicht überschreiten.</p>	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	
		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	*)		

													siehe C-Normen entsprechend Nr. 4.4 bis 4.9.
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			
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/ FU/ 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				
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	M	X	X	X			BP	SI/ ME		jährlich		
		A	X	X	X			BP	SI/ ME				

	Teilen der Beschichtungsstoff- Versorgung, die im Normalbetrieb an Hochspannung liegen, vermieden wird.											
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		
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										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).
		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	HE/ BSB	FU	X	6 Monate	Zu Anforderungen an Feuer-

					A	X	X	X	X	X	HE/ BSB	FU	X	löschsysteme siehe EN 12215. Siehe auch z.B. VdS 2093.
--	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---	------------	----	---	---

Legende:

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

Verarbeitungsbeispiele mit Festlegung der feuer- und explosionsgefährdeten Bereiche und Zoneneinteilung	Anhang A
--	-----------------

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 B1.1). 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 B2.1). 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 B3.1). 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 beider 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 Bedienperson

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).

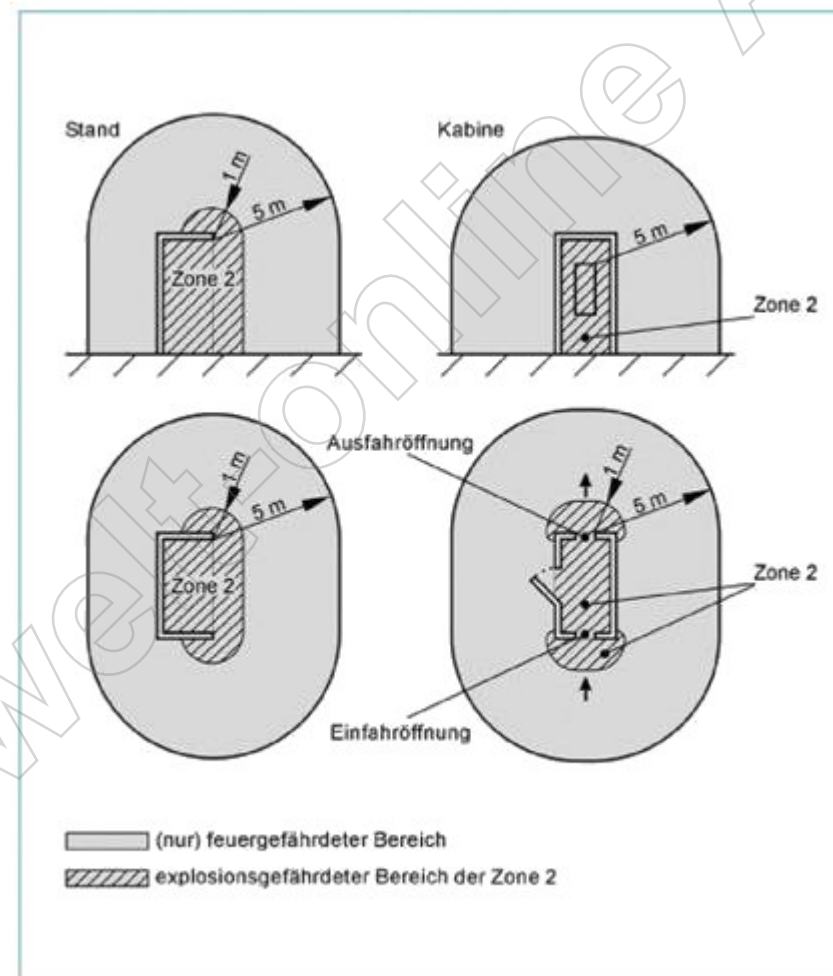
Für eine mittlere Konzentration $> 25\%$ der UEG siehe Beispiel A1.2.

Hinweis!

Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	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: 1m

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



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).

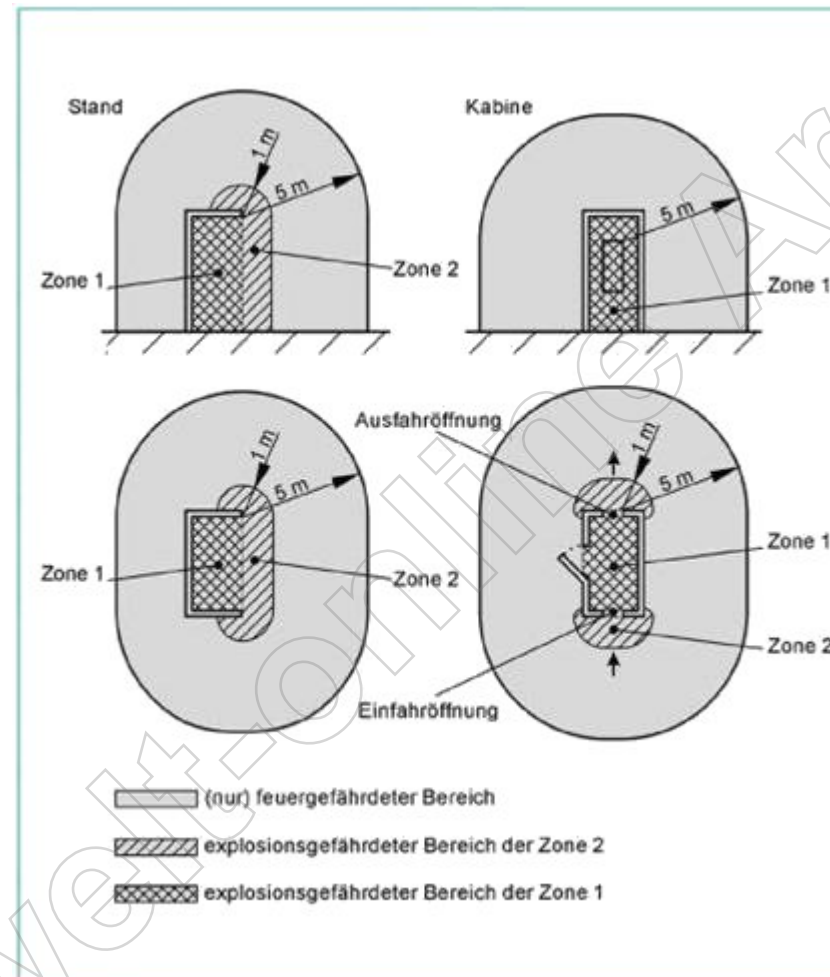
Für eine mittlere Konzentration $\leq 25\%$ der UEG, siehe Beispiel A1.1.

Hinweis!

Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	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: 1m

Bild A1.2: Spritz- und Sprühkabine ohne Bedienperson



A2 Verarbeiten von pulverförmigen Beschichtungsstoffen (Pulverlacken)

A2.1 Beispiel für die Verarbeitung von Pulverlacken in einem Pulver-Sprühstand mit offenem Rückgewinnungssystem 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 B2.1).

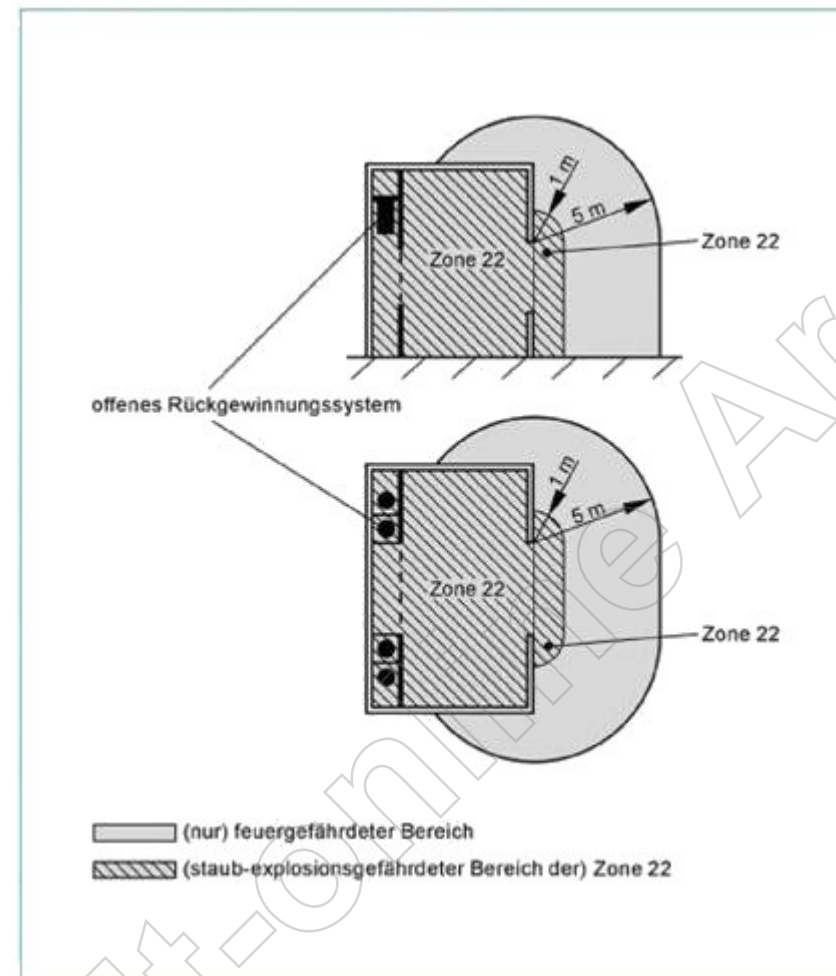
Hinweis!

Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
--	-----------------	----------------------------------

Innerhalb von Ständen einschließlich offenen Rückgewinnungssystemen	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
Um Standöffnungen	technische Lüftung	Zone 22: 1 m

Bild A2.1: Pulver-Sprühstand mit offenem Rückgewinnungssystem



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 B2.1).

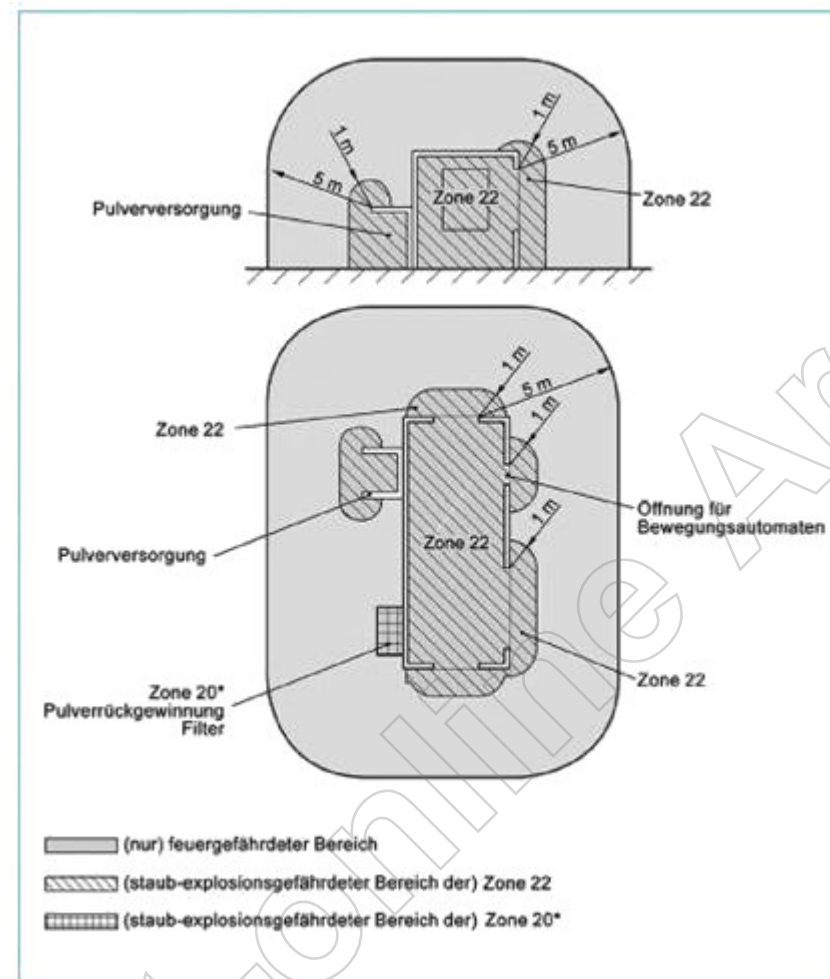
Hinweis!

Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb der Pulver-Sprühkabine	technische Lüftung	Zone22: im Inneren
Um Standöffnungen (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22: 1m
In Einfahr- und Ausfahröffnungen	technische Lüftung	Zone22: 1m
In der Pulverrückgewinnung(Filter/Zyklon)	technische Lüftung	Zone 20*): im Inneren
In Abluftleitungen zwischen Sprühkabine und Pulverrückgewinnung	technische Lüftung	Zone22: im Inneren

*) Je nach Konstruktion und Betriebsweise ist eine andere Zoneneinteilung im geschlossenen Rückgewinnungssystem (Zone 21/22) möglich (vgl. auch EN 50223).

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



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

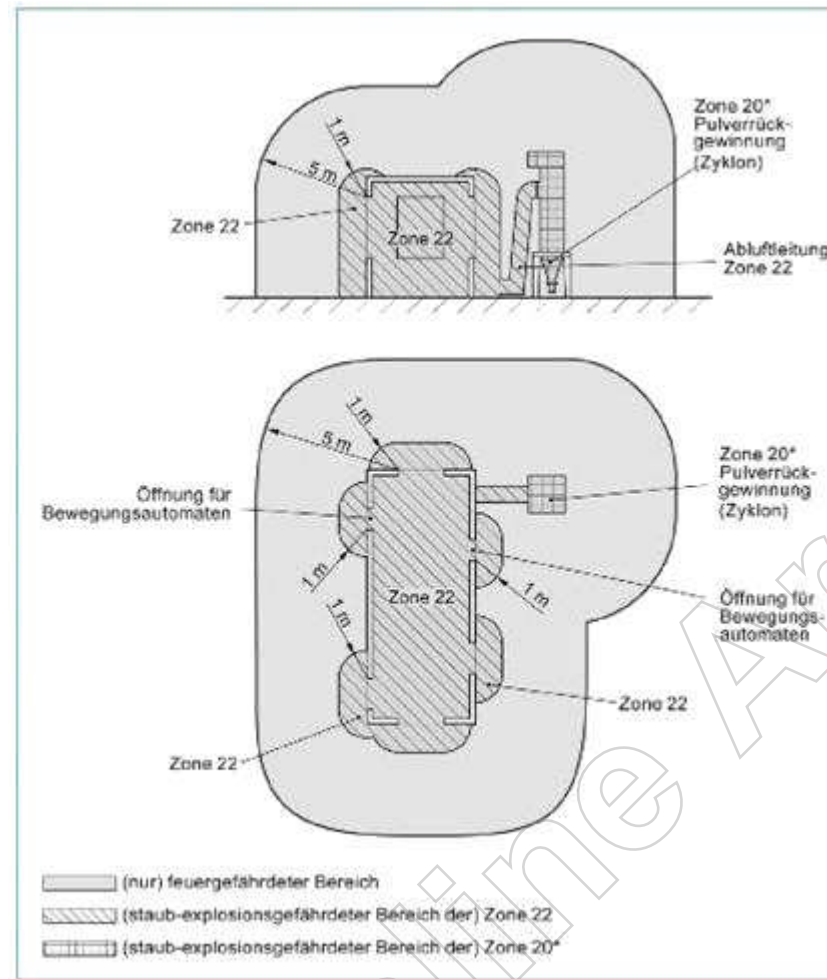
Die mittlere Konzentration an Pulverlack muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 50\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B2.1).

Hinweis!

Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb der Pulver-Sprühkabine	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
Um Standöffnungen (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22: 1m
In Einfahr- und Ausfahröffnungen	technische Lüftung	Zone 22: 1m
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 Rückgewinnungssystem (Zone 21/22) möglich (vgl. auch EN 50223).		

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



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 B1.1).

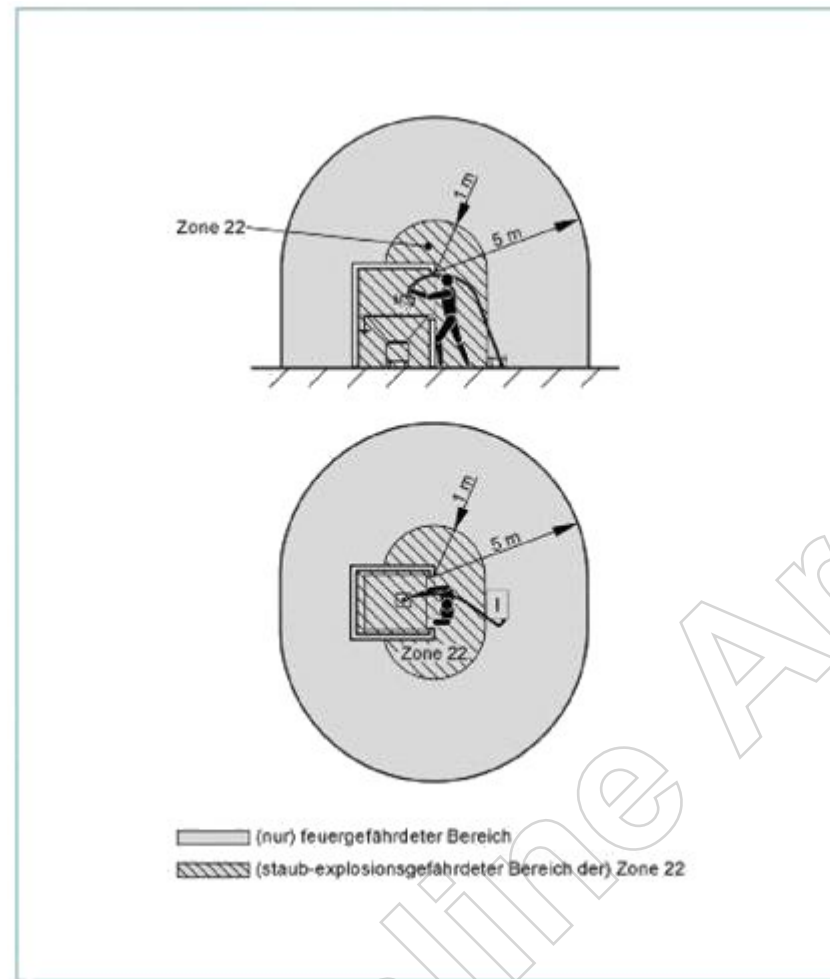
Die mittlere Konzentration an brennbaren Lösemitteln (unabhängig vom Flammpunkt!) muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 20\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B1.1).

Hinweis!

Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	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 Flockstandes	technische Lüftung	Zone 22 (+Zone 2)*: 1 m
*) Bei Gefahr der Entstehung explosionsfähiger Atmosphäre durch Lösemitteldämpfe bei Verwendung lösemittelhaltiger Klebstoffe (hybrides Gemisch).		

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



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 B3.1).

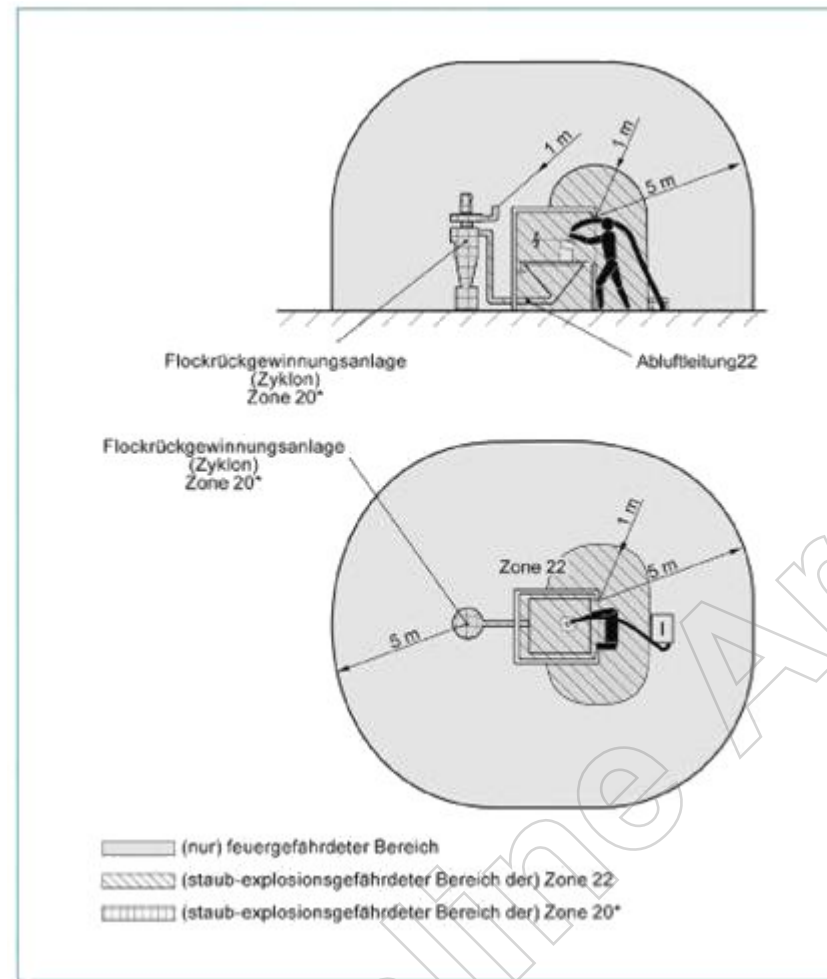
Die mittlere Konzentration an brennbaren Lösemitteln (unabhängig vom Flammpunkt!) muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von $\leq 20\%$ der UEG begrenzt sein (siehe Anhang B1.1).

Hinweis!

Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb vom Flockstand	technische Lüftung	Zone22(+Zone2)**): im Inneren
Um die Öffnung Flockstandes (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22 (+Zone2)**): 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 (vgl. auch EN 50223).		
**) Bei Gefahr der Entstehung explosionsfähiger Atmosphäre durch Lösemitteldämpfe bei Verwendung lösemittelhaltiger Klebstoffe (hybrides Gemisch).		

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



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 B3.1).

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 B1.1).

Hinweis!

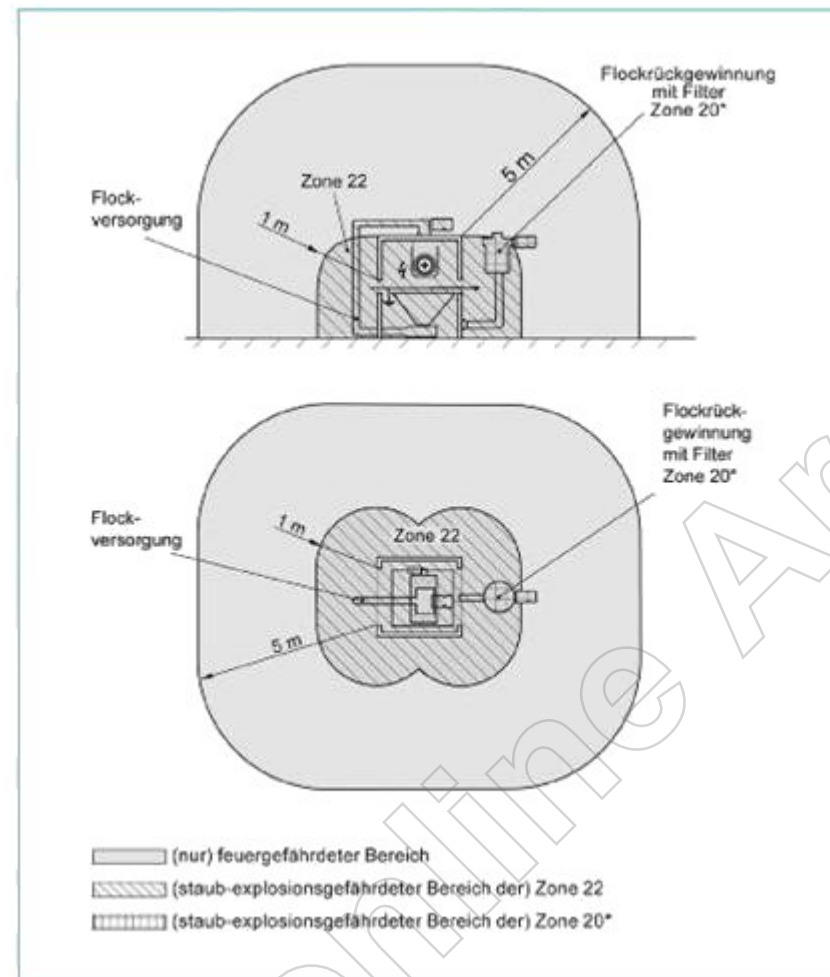
Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Innerhalb der Flockkabine	technische Lüftung	Zone 22 (+Zone2 ^{**}): im Inneren
Um die Öffnung der Flockkabine (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22 (+Zone2 ^{**}): 1 m
In Einfahr- und Ausfahröffnungen	technische Lüftung	Zone 22 (+Zone2 ^{**}): 1m
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 (+Zone2 ^{**}): im Inneren

^{*}) Je nach Konstruktion und Betriebsweise ist eine andere Zoneneinteilung im geschlossenen Rückgewinnungssystem (Zone 21/22) möglich (vgl. 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



Berechnung der Konzentration brennbarer Stoffe

Anhang B

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:

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

Anmerkung

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

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

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}	= 20000 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]

$$Q_{min} = 0,35 \text{ m/s} \times 4 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3600 \text{ s/h} = 40320 \text{ m}^3/\text{h}$$

gemäß [2]

$$\bar{c} = \frac{20000 \text{ g/h} \times 0,85 \times 0,8 \times 3}{40320 \text{ m}^3/\text{h}} = 1,01 \text{ g/m}^3$$

gemäß [1]

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

Ergebnis

Eine Nennkonzentration von $C_{\text{UEG}} = 2,53\%$ 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:

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

gemäß [1]

$$\bar{c}_{\text{max}} = \frac{C_{\text{UEG, max}} \cdot \text{UEG}}{100}$$

gemäß [2]

$$Q_{\text{neu, min}} = \frac{M_{\text{max}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{\bar{c}_{\text{max}}}$$

Annahmen

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

Breite	B	= 4m
Länge	L	= 8m
Sollwert der Konzentration	$C_{\text{UEG, max}}$	= 25 %
Menge der zugeführten Beschichtungsstoffe	M_{max}	= 25000 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]

$$Q_{\text{neu, min}} = \frac{25000 \text{ g/h} \times 0,85 \times 0,80}{10 \text{ g/m}^3} \times 3 = 5100 \text{ m}^3/\text{h}$$

gemäß [5]

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

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-Frischlufstrom $Q_{neu, min} = 5100 \text{ m}^3/\text{h}$ 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 % der UEG) ausgedrückt.

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

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

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

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

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

Anmerkung

Bei einer Mehrzonen-Pulverbeschichtungskabine muss zur Berechnung der CUEG jede Sektion separat betrachtet werden (siehe 6.6.2.).

mit:		
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

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:
 $v = 0,4 \text{ m/s}$, $M_{\max} = 90000 \text{ g/h}$, $UEG = 20 \text{ g/m}^3$

nach [3]

$$Q_{\min} = 6 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ m/s} \times 3600 \text{ s/h} = 8640 \text{ m}^3/\text{h}$$

nach [2]

$$\bar{c} = \frac{90000 \text{ g/h}}{8640 \text{ m}^3/\text{h}} = 10,42 \text{ g/m}^3$$

nach [1]

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

Ergebnis

Eine Nennkonzentration von $c_{UEG} = 52,10\%$ 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]

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

Nach [2] ist entweder die Höchstmenge der versprühten Pulverlacke, der Mindest-Luftvolumenstrom Q_{\min} und die mittlere Luftgeschwindigkeit v

$$Q_{\min} = \frac{M_{\max}}{\bar{c}_{\max}} = \frac{90000 \text{ g/h}}{10 \text{ g/m}^3} = 9000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v = \frac{Q_{\min}}{A \times 3600} = \frac{9000 \text{ m}^3/\text{h}}{6 \text{ m}^2 \times 3600} = 0,42 \text{ m/s}$$

oder der Mindest-Luftvolumenstrom und die Höchstmenge der versprühten Pulverlacke M_{\max} zu berechnen:

$$M_{\max} = Q_{\min} \times \bar{c} = 8640 \text{ m}^3/\text{h} \times 10 \text{ g/m}^3 = 86400 \text{ g/h}$$

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:

$$Q_{\min} = v \cdot A \cdot 3.600 \quad [3]$$

Anmerkung

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

Dabei ist:		
\bar{c}	mittlere Konzentration an entzündbaren Flock in Luft innerhalb der Flockkabine	in g/m^3
UEG	untere Explosionsgrenze eines entzündbaren Flock-Luft-Gemisches Wenn keine Angaben vorhanden sind, ist ein Wert von $100 \text{ g}/\text{m}^3$ einzusetzen.	in g/m^3
C_{UEG}	Konzentration an entzündbaren Flock im Verhältnis zur UEG	in % der UEG
M_{\max}	pro Stunde versprühte höchste Flockmenge	in g/h
Q_{\min}	Mindest-Luftvolumenstrom der in die Flockkabine angesaugt wird und durch den der entzündbare 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 einschließlich der Fördereinrichtungen, Öffnungen für Bedienpersonen und Sprüheinrichtungen)	in m^2

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:
 $v = 0,3 \text{ m}/\text{s}$, $M_{\max} = 30000 \text{ g}/\text{h}$, $UEG = 100 \text{ g}/\text{m}^3$

nach [3]

$$Q_{\min} = 0,5 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m}/\text{s} \times 3600 \text{ s}/\text{h} = 540 \text{ m}^3/\text{h}$$

nach [2]

$$\bar{c} = \frac{30000 \text{ g}/\text{h}}{540 \text{ m}^3/\text{h}} = 55,55 \text{ g}/\text{m}^3$$

nach [1]

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

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]

$$\bar{c} = \frac{100 \text{ g/m}^3 \times 50}{100} = 50 \text{ g/m}^3$$

Nach Gleichung [2] ist zu berechnen: entweder die Höchstmenge der versprühten Flock und der Mindest-Luftvolumenstrom Q_{min} und die mittlere Luftgeschwindigkeit v

$$Q_{min} = \frac{M_{max}}{\bar{c}} = \frac{30000 \text{ g/h}}{50 \text{ g/m}^3} = 600 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v = \frac{Q_{min}}{A \times 3600} = \frac{600 \text{ m}^3/\text{h}}{0,5 \text{ m}^2 \times 3600} = 0,33 \text{ m/s}$$

oder der Mindest-Luftvolumenstrom und die Höchstmenge der versprühten Flock M_{max} zu berechnen:

$$M_{max} = Q_{min} \cdot \bar{c} = 540 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 50 \text{ g/m}^3 = 27000 \text{ g/h.}$$

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.

Firma: Abteilung:	Muster-Betriebsanweisung für „Elektrostatische Beschichter“	Name: Ausgabe/Stand:
1. Anwendungsbereich		
Arbeitsmittel:	Lackkammer	
Arbeitsmittel:	Automatische (ortsfeste) elektrostatische Beschichtungsanlagen und deren Zusatzrichtungen	
Zweck:	Bedienen, Einrichten, Wartung, Instandhaltung und Prüfung	
Hinweisung:	Die Bedienpersonen müssen vor Aufnahme ihrer Tätigkeit über die mit dem Betrieb der elektrostatischen Sprühanlagen und ggf. Handprüfgeräten verbundenen Gefahren und die Maßnahmen zu ihrer Abwendung unterrichtet 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:		
<ul style="list-style-type: none"> - Brand- und Explosionsgefahr - Gesundheitsgefahren durch <ul style="list-style-type: none"> o Einatmen von Lösemittelnebeln und Lack-Aerosolen (Bronchien, Lunge, Blut, innere Organe) o Hautkontakt (Hautirritation, -entzündung, -allergie) o Hornhautverfärbung durch Spritzer ins Auge - Elektrischer Schlag, z. B. bei Nichtbeachtung des Berührungverbots für das Innere von automatischen Sprühanlagen - Gefahr durch Rutschen oder Stolpern infolge verschmutzter Fußböden oder verbogener Gitterroste - Gefahr durch Quetsch- und Sturzgefahren 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 Anpress-Verfahren) - Wasserverschmutzung, z. B. durch Verschütten von Lacken und Lösemitteln, vermeiden - Verletzungsgefahr durch rotierende Glöckchenröster - Die Gefahren/Betriebsanweisungen sind zu beachten - Erstickungsgefahr bei Auslösung der CO₂-Löschanlage 		
3. Technische Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln		
<ul style="list-style-type: none"> - Za- und Ablaufanlage mit Überwachung der Zustände - Automatische Verriegelung der Za- und Ablaufanlage mit der elektrostatischen Beschichtungsanlage - Automatische Strombegrenzung für die Hochspannung - Automatische Erdungserschwerer für Restladung (bei Kabine CO₂) - Automatische Regenschutzrichtung - Automatische Brandunterdrückungsanlage - Nur ungewiesene und besonders beauftragte Personen dürfen elektrostatische Sprührichtungen oder Sprühanlagen bedienen und das Sprühraum für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten betreten. - Wartungs-, Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten in engen Räumen dürfen nur mit Sondererlaubnis und abgeschalteter CO₂-Löschanlage durchgeführt werden (z. B. Filterwechsel, Wartung an Lötungsschächten) - Rauchen, offenes Licht und der Umgang mit Feuer sind verboten. - Nur bei wirksamer Abstaugung 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 - Zusätzlich persönliche Sicherung durch Einbringen des Sicherheitsschlosses (Wartungspersonal) in den Reinigungs- bzw. Wartungsschalter - Vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitende Hautschutz- und Hautpflegemittel benutzen 		

3. Technische Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln - Fortsetzung

- Ausschließlich metallische Behälter für Reinigungsflüssigkeiten verwenden
- Sowie zur Reinigung erforderlich, Lösemittel mit einem hohen Flammpunkt, möglichst oberhalb der Umgebungstemperatur, verwenden
- Zur Hautreinigung nur die vorgesehenen Hautreiniger benutzen, niemals Verdünnung verwenden
- Nur die vom Arbeitgeber bereitgestellte geeignete Schutzkleidung benutzen, keine stark verschmutzte oder durchdränkte Kleidung benutzen
- Für die jeweilige Tätigkeit bereitgestellte Schutzbrille, persönlichen Atemschutz (z. B. Leckerschutzmaske Atemschutzmaske mit Kombi-Filter A2-P3), antistatische Handschuhe, antistatische Schuhe benutzen
- Aufbewahrung und Verzehr von Nahrungsmitteln und Genussmitteln in Lacksräumen verboten
- Lack- und Verdünnervorrat nur für max. eine Arbeitsschicht im Lacksraum bereithalten
- Verkehrs- und Fluchwege zur eigenen Sicherheit immer freihalten
- Auf Ordnung und Sauberkeit im 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 durchdränkte Kleidung benutzen
- Für die jeweilige Tätigkeit bereitgestellte Schutzbrille, persönlichen Atemschutz mit Kombi-Filter A2-P3, Latexhandschuhe und antistatische Schuhe benutzen
- Verkehrs- und Fluchwege zur eigenen Sicherheit immer freihalten

5. Verhalten bei Störungen und im Notfall

Notruf: 112

- Störungsbeseitigungen und Reparaturen an der Spritzanlage durch die Bedienperson (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 entort 30 Sekunden lang ein Warnton, nach dieser Warnung wird der Bereich mit CO₂ (Kohlendioxid) gefüllt

6. Verhalten bei Unfällen - Erste Hilfe

Notruf: 112

- Lackieranlage abschalten, z. B. über Notaus-Taster
- Verletzte 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

7. Instandhaltung, Entsorgung

- Regelmäßige Überprüfung der Eildung der Spritzkabine und der Aufhängepunkte der zu beschichtenden Werkstücke
- Vor Beginn von Arbeiten im Spritzbereich oder von Reinigungsarbeiten:
 1. Hochspannungsversorgung abschalten und gegen Wiedereinschalten sichern
 2. Technische Lüftung muss eingeschaltet und wirksam sein
 3. Sicherstellen, dass die Lötenergie 0,24 mJ beim Reinigen mit anderen Lösemitteln nicht überschritten kann (Zusatzmaßnahmen beim Reinigen von Kunststoffen sind besonders festzulegen)
 4. Nur technisch taugliche und geordnete Sondier für die Reinigungsleistung verwenden
 5. Herstellerangaben für die Reinigung beachten (z. B. Abstände für den Filterwechsel oder Reinigung der Aufschiebungen)
- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten stets nach Angaben des Herstellers oder besonderen Anweisungen durchführen
- Mechanische Einrichtungen, Werkzeuge, Hilfs- und Arbeitsmittel (z. B. Putzsaugen) an dem dafür vorgesehenen Platz aufbewahren
- Lack- und Lösemittelreste, sowie getränkte Putzappen sowie leere Glöbde in dem dafür vorgesehenen Behälter sammeln (Sonderabfall)

8. Folgen der Nichtbeachtung

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

Zusätzlich beachten

Betriebsanleitung, Gefahrstoffdatenblatt, Betriebsweisung für PSA, Betriebsanweisung Leckbockerschränke, EX-Schutz-Dokument, Reinigungsplan, Arbeit in engen Räumen, CO₂-Löschanlage

Firma:	Muster-Prüfanweisung	Nummer:
Abteilung:	für „Elektrostatisches Beschichten“	Ausgabe/Stand:

Organisatorische Maßnahmen

Prüfung nach BGI 764 (Fassung Oktober 2009)

Technische Lüftung, Abluftförderanlage auf ihre Wirksamkeit prüfen

Die Luftströmungsgeschwindigkeit in der Kabine wird an einem repräsentativen Punkt (siehe Skizzen) der Kabinen, abweichend von 6.3.2.1 von BGI 764-2009, ~~0,25 m/sec~~ (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 0,25 m/sec

	1,21	1,24	1,28	1,31	1,34	1,37	1,40	1,43	1,46
1,49	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
1,51	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
1,53	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
1,55	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47

Einteilung: 1 m²

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

	1,21	1,24	1,28	1,31	1,34	1,37	1,40	1,43	1,46
1,49	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1,51	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1,53	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1,55	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

Einteilung: 1 m²

Schutz gegen Überströme, ordnungsgemäße Funktion

Die Abschaltung der Hochspannung wird **vor der Montage** durch Annäherung an den an Hochspannung legenden Zerstäuber, bei Direktladung oder bei Annäherung an die an Hochspannung legende Aufladeelektrode, bei Außenaufladung, mit einer an Erdpotential legender 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 legenden Teilen der Materialversorgung durchzuführen.

Die Hochspannung muss spätestens nach dem ersten Überschlag abschalten.
Die Prüfung wird durch eine Elektrotechnikkraft 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 (Lösungsmittel und Lack) durch Einhängen der „Erdungstangen“ nach Betreten der Kabine dauerhaft sichtbar gesichert.

Diese Maßnahme ist von einer elektrotechnisch unterwiesenen Person durchzuführen.

Kabine 02
Die Funktion der Erschaller wird im Rahmen der jährlichen wiederkehrenden Prüfung überprüft.

Schutz gegen direktes Berühren von an HS legenden 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 **vor der Montage** durchzuführen.
Das Ergebnis wird in einem Prüfbuch dokumentiert.

Erdungsmaßnahmen auf Wirksamkeit prüfen
Die Funktion der Erschaller wird im Rahmen der **jährlichen** wiederkehrenden Prüfung überprüft (gilt nur für Kabine 02).

Die Erdung der Werkstücke ist **vor der Montage** zu überprüfen. Der Erdableitwiderstand vom Werkstückaufnahmeort zum Erdpotential darf 1 MΩ nicht übersteigen. Zulässig ist eine Mess-Spannung von max. 1 000 V.

Die Funktionsprüfung wird durch eine Elektrotechnikkraft 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 Hochspannungversorgung und Potentialausgleich gehören, unbeschädigt sind.

Die Prüfung ist von einer elektrotechnisch unterwiesenen Person **vor der Montage** 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 **vor der Montage** durchzuführen.
Das Ergebnis wird in einem Prüfbuch dokumentiert.

Anwendungen von elektrostatischem Beschichten (Beispiele aus der Praxis)

Anhang D

D1 Elektrostatische Nasslackapplikation

D1.1 Handapplikation



Bild 1: Manuelles Beschichten von Automobilteilen mit luftzerstäubendem Handsprühsystem (ITW)

Anmerkung:

Atemschutz wegen geringer Exposition nicht erforderlich, siehe auch BGR 231.



Bild 2: Manuelles Beschichten von Holzplatten mit luftzerstäubendem Handsprühsystem für wasserverdünnbaren Flüssiglack (Außenaufladung-Wagner)



Bild 3: Luftzerstäubendes elektrostatisches Handsprühsystem für Flüssiglack (ITW)

D 1.2 Automatische (stationäre) Applikation



Bild 1: Automatisches (stationäres) Hochrotations-Sprühsystem zur Beschichtung von Pkw-Aluminiumrädern für Decklack (ITW)



Bild 2: Robotergeführtes automatisches (stationäres) Hochrotations-Sprühsystem zur Beschichtung von Pkw-Karosserien (rechts: Außenaufladung, links: Direktauffladung- Dürr)



Bild 3: Automatisches (stationäres) Hochdruck-Sprühsystem mit Vertikal-Bewegungsautomat (Dürr)

D2 Elektrostatische Pulverapplikation

D2.1 Handapplikation



Bild 1: Pulverhandsprühanlage mit Sprühkabine (Wagner)

Anmerkung:

Atenschutz wegen geringer Exposition nicht erforderlich, siehe auch BGR 231.



Bild 2: Pulverhandsprühsystem zur Beschichtung von Heizkörpern (Wagner)

D2.2 Automatische (stationäre) Applikation



Bild 1: Automatisches (stationäres) Sprühsystem zur Beschichtung von Pkw-Aluminiumrädern für Klarlack (Wagner)



Bild 2: Automatisches (stationäres) Sprühsystem zur Beschichtung von Heizkörpern mit Vertikal-Bewegungsautomat (Wagner)

D3 Elektrostatische Flockapplikation

D3.1 Handapplikation



Bild 1: Elektrostatische Handsprüheinrichtung zur Verarbeitung von Flock mit Hochspannungserzeuger und Sprühsystem (Maag)



Bild 2: Manuelles Beflocken von Textilien mit Handapplikator (Maag)

D3.2 Automatische (stationäre) Applikation

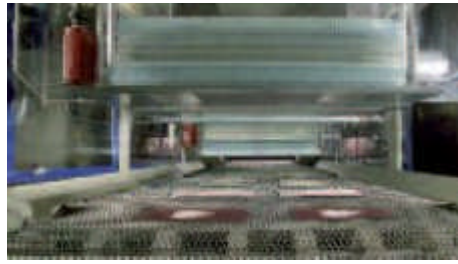


Bild 1: Flocksystem in einer automatischen (stationären) Flächenbeflockungsanlage zur Beschichtung von Textilien (Maag)



Bild 2: Automatische (stationäre) Flächenbeflockungsanlage (Maag)



Bild 3: Robotergeführte automatische (stationäre) Beflockungsanlage mit luftzerstäubenden Sprühsystemen (Maag)

D4 Zubehör



Bild 1: Steuerung für Hochspannungserzeuger für elektrostatische Handsprühsysteme (Schnier)



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



Bild 3: Hochspannungs-Erdschalter (Schnier)



Bild 4: Hochspannungserzeuger (Schnier)

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

(Bezugsquelle: Buchhandel oder Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln)

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)
11. GPSGV Elfte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzverordnung)
- Bauordnung der Länder

(Bezugsquelle: Buchhandel oder Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln)

Europäische Normen

- Elektrostatisches Beschichten (CLC/TC 31/SC 31-8 bzw. DKE K239)
- prEN 50050:2009 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
- EN 50177:2009 Stationäre elektrostatische Sprühanlagen für brennbare Beschichtungspulver
- EN 50223:2009 Stationäre elektrostatische Sprühanlagen für brennbaren Flock
- EN 50348:2009 Stationäre elektrostatische Sprühanlagen für nicht brennbare flüssige Beschichtungsstoffe

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
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
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
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
WG 2	"Beschichtungs- und Farbmischgeräte"
EN 1953:1998	Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe- Sicherheitsanforderungen
EN 12621:2006	Förder- und/oder Umlaufanlagen für Beschichtungsstoffe unter Druck -Sicherheitsanforderungen
EN 12757-1:2005	Mischgeräte für Beschichtungsstoffe-Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Mischgeräte zur Verwendung in der Fahrzeuglackierung
EN 13966-1:2003	Bestimmung des Auftragswirkungsgrades von Spritz- und Sprühgeräten für Beschichtungsstoffe-Teil 1: Flächenbeschichtung
WG 3	"Beschichtungsanlagen"
EN 1215:2004	Beschichtungsanlagen -Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe -Sicherheitsanforderungen
EN 12581:2005	Beschichtungsanlagen-Tauchbeschichtungsanlagen und Elektrotauchbeschichtungsanlagen für organische flüssige Beschichtungsstoffe - Sicherheitsanforderungen
EN 12981:2005	Beschichtungsanlagen -Spritzkabinen für organische Pulverlacke - Sicherheitsanforderungen
EN 13355:2005	Beschichtungsanlagen - Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen -Sicherheitsanforderungen
JWG 4	"Trockner, Öfen und Abdunsteinrichtungen"
EN 1539:2000	Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden - Sicherheitsanforderungen
EN 12753:2005	Thermische Reinigungssysteme für Abluft aus Anlagen zur Oberflächenbehandlung - Sicherheitsanforderungen
WG 5	"Lärm"
EN 14462:2004	Oberflächenbehandlungsgeräte -Geräuschemessverfahren für Oberflächenbehandlungsgeräte, einschließlich ihrer Be- und Entladeeinrichtungen - Genauigkeitsklassen 2 und 3

(Bezugsquelle: BeuthVerlag GmbH, Burggrafenstr.410,10787 Berlin, VDE-Verlag GmbH, Bismarckstr. 33,10625 Berlin)

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
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
TRGS 505 Blei und bleihaltige Gefahrstoffe
TRGS 507 Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern
TRGS 555 Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV
TRGS 560 Luftrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen
TRGS 602 Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen;
Zinkchromate und Strontiumchromat als Pigmente für Korrosionsschutz-Beschichtungsstoffe
TRGS 720 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Beurteilung der Explosionsgefährdung
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
ASR 6 Raumtemperaturen
ASR 7/3 Künstliche Beleuchtung
ASR 7/4 Sicherheitsbeleuchtung
ASR 8/1 Fußböden
ASR 10/1 Türen und Tore
ASR 13/1, 2 Feuerlöscheinrichtungen (Neufassung: 6/97)
ASR 17/1, 2 Verkehrswege
ASR 38/2 Sanitärräume
ASR 39/1, 3 Mittel und Einrichtungen zur Ersten Hilfe

Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten

TRbF 20 Läger
TRbF 40 Tankstellen

TRbF 50 Rohrleitungen
TRbF 60 Ortsbewegliche Gefäße

(Bezugsquelle: Buchhandel oder Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Str. 449,50939 Köln)

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

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)

DIN EN 50110-1 Betrieb von elektrischen Anlagen (VDE 0105 Teil 1)

DIN VDE 0105, Teil 4 Betrieb von elektrischen Anlagen- Zusatzfestlegungen für ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen

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

DIN EN 60079-14 Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche- Teil 14: Elektrische Anlagen für gefährdete Bereiche (ausgenommen Grubenbaue)

DIN EN 60529 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

(Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstr.4-10,10787 Berlin, VDE-Verlag GmbH, Bismarckstr. 33,10625 Berlin)

Berufsgenossenschaftliches Regelwerk BG-Vorschriften

BGV A1 Grundsätze der Prävention

BGV A3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

BGV A8 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz

BGV B3 Lärm

BGV C22 Bauarbeiten

BGV D36 Leitern und Tritte

BG-Regeln, BG-Informationen, Richtlinien und Merkblätter

BGR 104 Explosionsschutz-Regeln(EX-RL) -Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung

BGR 107 Durchlaufrockner von Druck- und Papierverarbeitungsanlagen

BGR 117-1 Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen

BGR 121 Arbeitsplatzlüftung - Lufttechnische Maßnahmen

BGR 133 Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern

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

- BGR 195 Benutzung von Schutzhandschuhen
 BGR 197 Benutzung von Hautschutz
 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
 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
 BGI 564 Umgang mit Gefahrstoffen - Für die Beschäftigten
 BGI 566 Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
 BGI 578 Sicherheit durch Betriebsanweisungen
 BGI 621 Lösemittel
 BGI 639 Maler- und Lackierarbeiten
 BGI 646 Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Druckgasdosen
 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 Chlorkohlenwasserstoffe
 BGI 880 Kaltreiniger
 BGI 5027 Explosionsschutz-Häufiggestellte Fragen und Antworten
 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
 ZH 1/595 Sicherheitsregeln für Anlagen zum Entfernen von Gasen und Dämpfen organischer Lösemittel aus der Abluft nach dem Adsorptionsverfahren (Lösemittel-Adsorptionsverfahren)

(Bezugsquelle: BG oder Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln)

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

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)

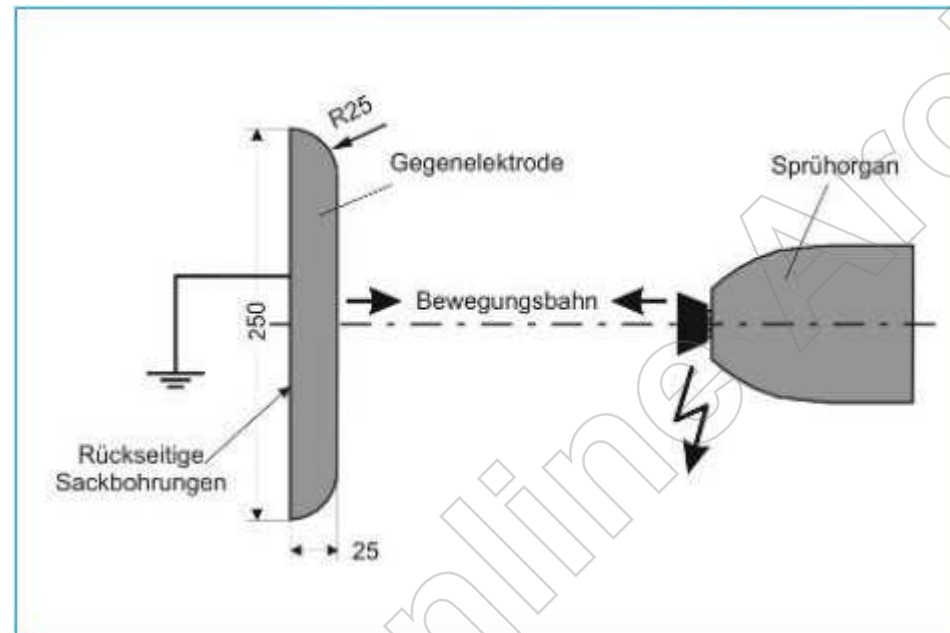
Die Prüfung muss unter betriebsmäßigen Umgebungsbedingungen erfolgen. Während der Prüfung darf keine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden sein. Die Umgebungsbedingungen (Temperatur, relative Feuchte und Luftdruck) müssen im Prüfprotokoll festgehalten werden.

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.

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.

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.

U. von Pidoll, Ignitability of spray clouds of organic solvents, solvent/water mixtures and waterbased 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 Lacksprühanlagen 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:

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

Hierin sind:

H₂O: Wasser

LM: flüssige organische Phase, meistens bestehend aus höheren Glykolestern

ORG: feste organische Phase, meistens bestehend aus Bindemittel 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 Berührungsschutz) zu beachten.

Lacke dieser Gruppe werden als nicht entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe eingestuft.

schwer entzündbar

Lacke dieser Gruppe haben die folgende Zusammensetzung:

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

- 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.

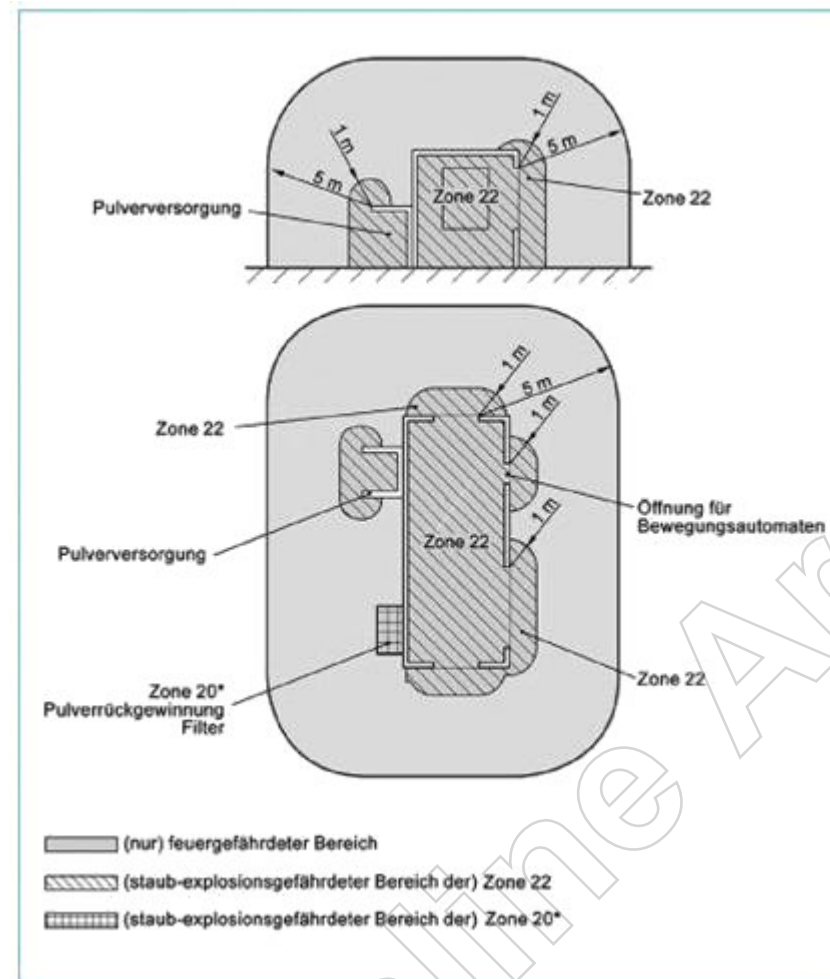
Lacke dieser Gruppe werden als schwer entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe eingestuft.

entzündbar

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

Lacke dieser Gruppe werden als entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe eingestuft.

Bild A.2.2: Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und einer Öffnung zum Handsprühen



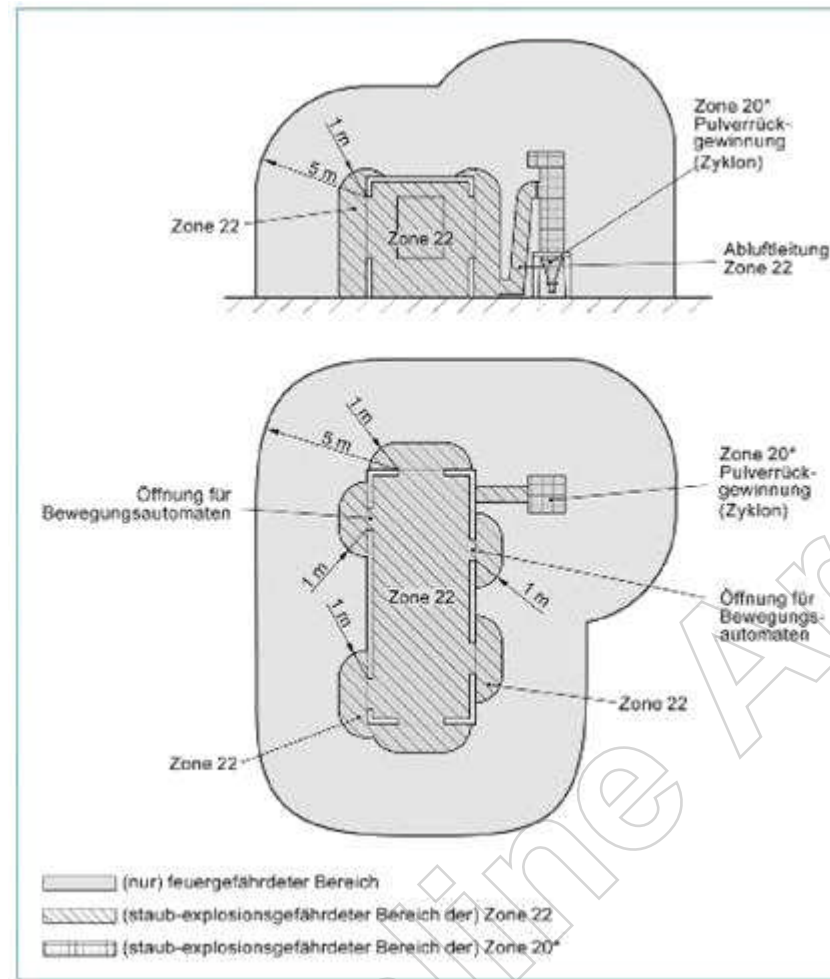
Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

A.2.3 Beispiel für die Verarbeitung von Pulverlacken in einer Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und zwei Öffnungen zum Handsprühen (nach 5.4.2.2, 5.4.2.3 und Anhang A prEN 12981)

Zu beachten: Die mittlere Konzentration von Pulverlack in Luft darf 50 % der UEG nicht überschreiten (siehe EN 50177).

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Inneres von Pulver-Sprühkabine	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
Um Standöffnung der Kabine (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22: 1 m
In Einfahr- und Ausfahröffnung	technische Lüftung	Zone 22: 1 m
In Pulverrückgewinnung (Filter/Zyklon)	technische Lüftung	Zone 20: im Inneren
In Abluftleitungen zwischen Sprühkabine und Pulverrückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren

Bild A.2.3: Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und zwei Öffnungen zum Handsprühen



Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

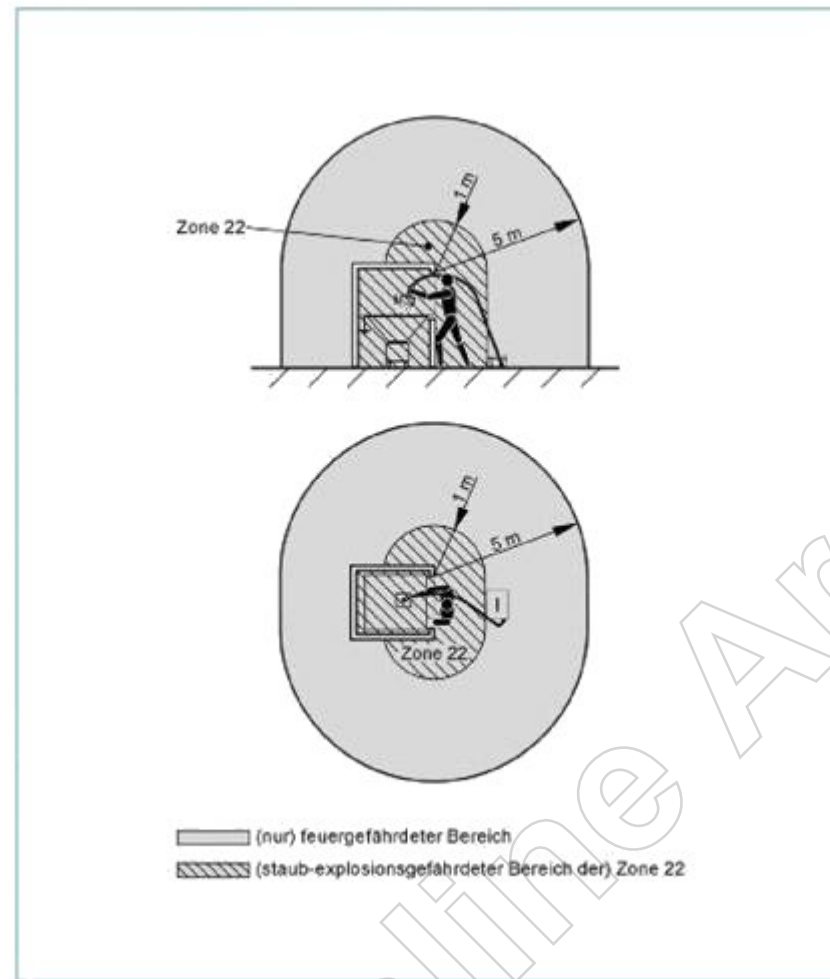
A.3 Verarbeiten von brennbarem Flock

A.3.1 Beispiel für die Verarbeitung von Flock in einem Hand-Flockstand mit offenem Flock-Rückgewinnungssystem

Zu beachten: Die mittlere Konzentration von Flock in Luft darf 50 % der UEG nicht überschreiten (siehe EN 50223).

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Inneres von Flockstand einschließlich offenem Flock-Rückgewinnungssystem	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
Um Öffnung des Flockstandes	technische Lüftung	Zone 22: 1 m

Bild A.3.1: Hand-Flockstand mit offenem Flock-Rückgewinnungssystem



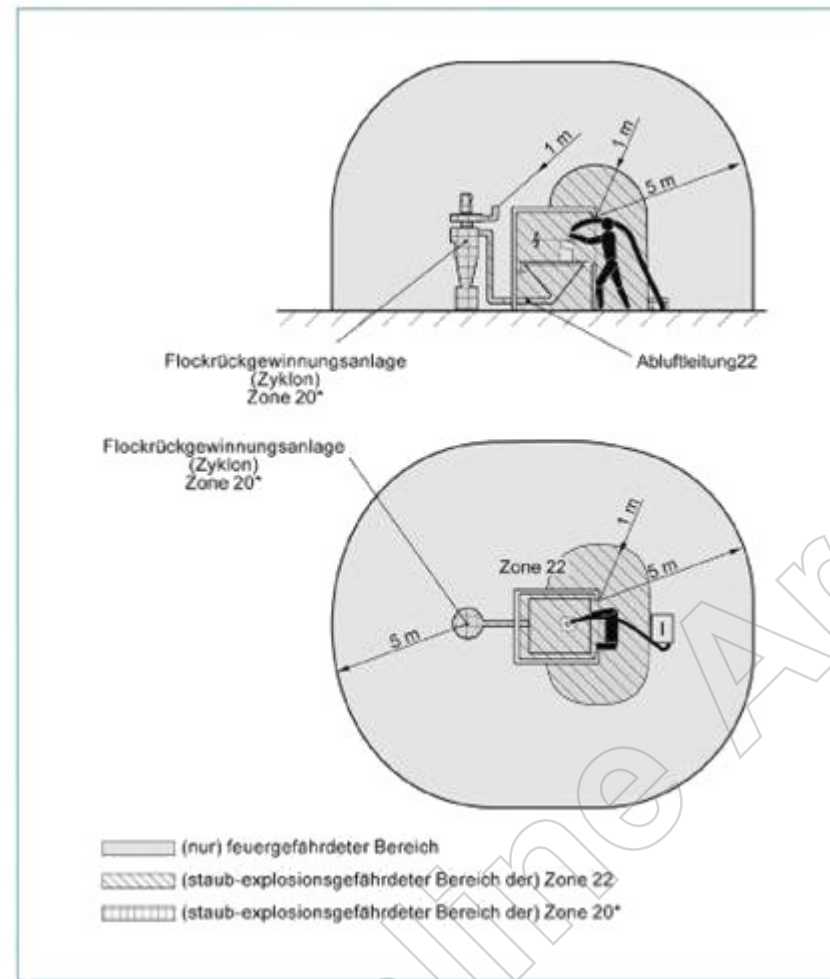
Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

A.3.2 Beispiel für die Verarbeitung von Flock in einem Hand-Flockstand mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem (Zyklon)

Zu beachten: Die mittlere Konzentration von Flock in Luft darf 50 % der UEG nicht überschreiten (siehe EN 50223).

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
Inneres von Flockstand	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
Um Öffnung des Flockstandes (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22: 1 m
Um Flock-Rückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22: 1 m
In Flock-Rückgewinnung (Zyklon)	technische Lüftung	Zone 20: im Inneren
In Abluftleitungen zwischen Flockstand und Flock-Rückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren

Bild A.3.2: Hand-Flockstand mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem



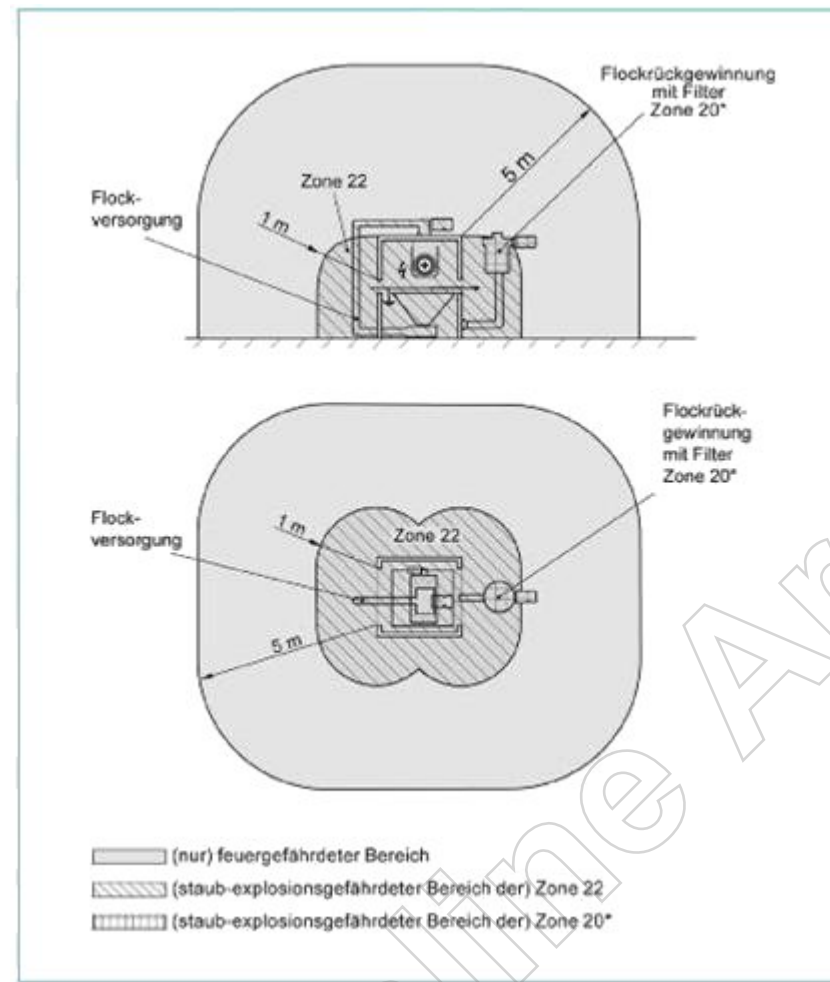
Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

A.3.3 Beispiel für die Verarbeitung von Flock in einer automatischen (ortsfesten) Flockanlage mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem (Filter) und Flock-Rückführung

Zu beachten: Die mittlere Konzentration von Flock in Luft darf 50 % der UEG nicht überschreiten (siehe EN 50223).

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

Bild A.3.3: Automatische (ortsfeste) Flockanlage mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem



Hinweis: Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

Beispiel einer Prüfliste für automatische (ortsfeste) elektrostatische Beschichtungsanlagen für das Verarbeiten von brennbaren flüssigen Beschichtungsstoffen und brennbaren Pulverlacken	Anhang B.1
--	-------------------

(in Anlehnung an Tabelle 1 - Prüfplan für Einrichtungen der Zündschutzarten "d", "e" und "n" der EN 60079-17)

A Betriebsmittel

1. Die Gerätekategorie ist richtig (das Betriebsmittel entspricht der Zoneneinteilung)
2. Die Betriebsmittel-Stromkreisbezeichnung ist richtig
3. Die Betriebsmittel-Stromkreisbezeichnung ist verfügbar
4. Gehäuse, Scheiben und Glas-Metall-Dichtungen und/oder -Verbindungen sind zufrieden stellend
5. Keine unzulässigen Änderungen
6. Keine sichtbaren unzulässigen Änderungen
7. Schrauben, Kabel- und Leitungseinführungen (direkt und indirekt), Blindverschlüsse sind richtig, vollständig und dicht
 - technische Prüfung

- Sichtprüfung

8. Flanschflächen sind sauber und unbeschädigt, Dichtungen (falls vorhanden) sind zufrieden stellend
9. Spaltweiten sind innerhalb der zulässigen Höchstwerte
10. Lampen-Bemessungswert, -Typ und -Anordnung sind richtig
11. Elektrische Anschlüsse sind fest
12. Der Zustand der Gehäusedichtungen ist zufrieden stellend
13. Kapselungen - bruchsichere und hermetisch abgedichtete Geräte sind unbeschädigt
14. Gehäuse mit eingeschränkter Atmung sind in Ordnung
15. Motorlüfter haben ausreichenden Abstand zum Gehäuse und/oder zu Abdeckungen

B Installation

1. Der Kabel- und/oder Leitungstyp ist zweckentsprechend
2. An Kabeln und/oder Leitungen ist keine sichtbare Beschädigung
3. Die Abdichtung von Bündelungen, Kanälen, Rohren und/oder Schutzrohren ist zufrieden stellend
4. Verschlusskästen und Kabelendverschlüsse sind richtig gefüllt
5. Schutzrohrsystem und Übergang zum gemischten System sind unbeschädigt
6. Erdverbindungen, einschließlich zusätzlicher Potentialausgleichsanschlüsse sind zufrieden stellend (z.B. Anschlüsse sind fest, Leiterquerschnitte ausreichend)
 - technische Prüfung
 - Sichtprüfung
7. Der Fehlerschleifen-Scheinwiderstand (TN-Netze) oder Erdungswiderstand (TT-Netze) ist zufrieden stellend
8. Der Isolationswiderstand ist zufrieden stellend
9. Die automatische elektrische Schutzeinrichtung spricht in zulässigen Grenzwerten an
10. Die automatische elektrische Schutzeinrichtung ist richtig eingestellt (in Zone 1 bzw. Zone 20 ist automatische Rückstellung unzulässig)
11. Spezielle Betriebsbedingungen (falls zutreffend) sind eingehalten
12. Kabel und/oder Leitungen, die nicht benutzt werden, sind richtig abgeschlossen

C Umgebungseinflüsse

1. Das Betriebsmittel ist ausreichend gegen Korrosion, Wetter, Schwingung und andere Störfaktoren geschützt
2. Keine übermäßige Staub- oder Schmutzansammlung
3. Elektrische Isolierung ist sauber und trocken

Anmerkung

- Positionen B7 und B8: Man sollte bei der Verwendung von elektrischen Prüfgeräten die Möglichkeit in Betracht ziehen, dass in der Nähe des Betriebsmittels eine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden sein kann.

(in Anlehnung an Tabelle 2 - Prüfplan für Einrichtungen der Zündschutzart "i" der EN 60079-17)

A Betriebsmittel

1. Die Dokumentation für Stromkreis und/oder Betriebsmittel entspricht der Zoneneinteilung
2. Das installierte Betriebsmittel entspricht dem in der Dokumentation festgelegten
3. Der Stromkreis und/oder das Betriebsmittel sind nach Kategorie und Explosionsgruppe richtig
4. Die Temperaturklasse des Betriebsmittels ist richtig
5. Die Installation ist deutlich gekennzeichnet
6. Es gibt keine unzulässigen Änderungen
7. Es gibt keine sichtbaren unzulässigen Änderungen
8. Sicherheits-Trennschichten, Relais und andere Energiebegrenzungs-Einrichtungen entsprechen dem bestätigten Typ, sind in Übereinstimmung mit den Zertifikations-Anforderungen installiert und, falls erforderlich, sicher geerdet
9. Die elektrischen Verbindungen sind fest
10. Die gedruckten Schaltungen sind sauber und unbeschädigt

B Installation

1. Die Kabel und Leitungen sind entsprechend der Dokumentation installiert
2. Die Kabel- und Leitungsabschirmungen sind entsprechend der Dokumentation geerdet
3. Es gibt keine sichtbare Beschädigung an Kabeln und Leitungen
4. Die Abdichtung von Bündelungen, Kanälen, Rohren und/oder Schutzrohren ist zufrieden stellend
5. Die Punkt-zu-Punkt-Verbindungen sind alle richtig
6. Die Erdungs-Durchgängigkeit ist zufrieden stellend (z.B. Verbindungen sind fest und die Leiterquerschnitte ausreichend)
7. Erdverbindungen erhalten die Funktionsfähigkeit der Zündschutzart
8. Der eigensichere Stromkreis ist gegen Erde isoliert oder nur an einer Stelle geerdet (auf Dokumentation Bezug nehmen)
9. Die Trennung zwischen eigensicheren und nichteigensicheren Stromkreisen erfolgt in gemeinsamen Verteilerkästen oder Relaischränken
10. Der Kurzschlusschutz der Energieversorgung, falls zutreffend, stimmt mit der Dokumentation überein
11. Spezielle Betriebsbedingungen (falls zutreffend) sind eingehalten
12. Kabel und/oder Leitungen, die nicht benutzt werden, sind richtig abgeschlossen

C Umgebungseinflüsse

1. Das Betriebsmittel ist ausreichend gegen Korrosion, Wetter, Schwingung und andere Störfaktoren geschützt
2. Keine übermäßige Staub- oder Schmutzansammlung

(in Anlehnung an Tabelle 3 - Prüfplan für Einrichtungen der Zündschutzart "p" (Überdruck oder ständige Verdünnung) der EN 60079-17)

A Betriebsmittel

1. Das Betriebsmittel entspricht der Zoneneinteilung
2. Die Explosionsgruppe ist richtig
3. Die Temperaturklasse des Betriebsmittels ist richtig
4. Die Kennzeichnung des Betriebsmittel-Stromkreises ist richtig
5. Die Betriebsmittel-Stromkreisbezeichnung ist verfügbar
6. Gehäuse, Scheiben und Glas-Metall-Dichtungen und/oder -Verbindungen sind zufrieden stellend
7. Es gibt keine unzulässigen Änderungen
8. Es gibt keine sichtbaren unzulässigen Änderungen
9. Lampen-Bemessungswert, -Typ und -Anordnung sind richtig

B Installation

1. Der Kabel- und/oder Leitungstyp ist zweckentsprechend
2. An Kabeln und/oder Leitungen ist keine sichtbare Beschädigung
3. Die Erdverbindungen, einschließlich zusätzlicher Potentialausgleichsanschlüsse sind zufrieden stellend, z.B. Anschlüsse sind fest, Leiterquerschnitte sind ausreichend
 - technische Prüfung
 - Sichtprüfung
4. Der Fehlerschleifen-Scheinwiderstand (TN-Netze) oder Erdungswiderstand (TT-Netze) ist zufrieden stellend
5. Die automatische elektrische Schutzeinrichtung spricht in zulässigen Grenzwerten an
6. Die automatischen elektrischen Schutzeinrichtungen sind richtig eingestellt
7. Die Schutzgastemperatur am Eintritt liegt unter dem festgelegten Höchstwert. Schutzrohre, Rohrleitungen und Gehäuse sind in gutem Zustand
8. Das Schutzgas ist im Wesentlichen frei von Verunreinigungen
9. Der Schutzgasdruck und/oder -durchfluss ist ausreichend
10. Druck- und/oder Durchfluss-Anzeiger, Alarmeinrichtungen und Verriegelungen funktionieren richtig
11. Die Vorspülzeit ist ausreichend
12. Der Zustand von Funken- und Teilchentrennwänden von Kanälen zum Absaugen des Gases aus gefährdeten Zonen ist zufrieden stellend
13. Spezielle Betriebsbedingungen (falls zutreffend) sind eingehalten

C Umgebungseinflüsse

1. Das Betriebsmittel ist ausreichend gegen Korrosion, Wetter, Schwingung und andere Störfaktoren geschützt
2. Keine übermäßige Staub- oder Schmutzansammlung

(Auf Basis des Beschlusses des DKE/K 239 "Elektrostatische Sprühanlagen und -einrichtungen" vom April 1999)

1 Allgemeines

1.1 Kontinuierliche Betreuung

Ständige Überwachung ist die kontinuierliche Betreuung der elektrischen Anlage von automatischen (ortsfesten) elektrostatischen Beschichtungsanlagen durch eine Elektrofachkraft (3.19) zur Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes und einschl. der Instandhaltung.

1.2 Prüfung vor der Inbetriebnahme

Die ständige Überwachung erfordert eine Prüfung durch einen Sachverständigen (3.16) vor der ersten Inbetriebnahme sowohl bei Neuerrichtungen als auch bei Änderungen zur Feststellung des ordnungsgemäßen Zustandes.

1.3 Prüfung nach Bedarf

Die ständige Überwachung erfordert weiter, dass die automatischen (ortsfesten) elektrostatischen Beschichtungsanlagen und deren Zubehör nach Bedarf, mindestens aber einmal jährlich, durch einen Sachverständigen (3.16) auf arbeitssicheren Zustand geprüft werden.

2 Anforderungen

2.1 Die wiederkehrenden Prüfungen der Anlagen, welche nach EN 50176, EN 50177, EN 50223 und prEN 50348 und nach Abschnitt 6.3.2.1 bis 6.3.2.7 dieser BGI vorgesehen sind, können ganz oder teilweise durch die situationsbezogene Prüfung (siehe oben unter 1.3) von Anlagenteilen ersetzt werden, die nach den o.g. Vorgaben ausgewählt werden. Dazu sind die folgenden Maßnahmen nach 2.2 bis 2.9 durchzuführen.

2.2 Es ist erforderlich, dass eine Elektrofachkraft unter Leitung einer fachkundigen Person in leitender Funktion die automatische (ortsfeste) elektrostatische Beschichtungsanlage, unter Beachtung der Vorgaben, kontinuierlich betreut.

2.3 Für die Durchführung der Prüfungen können sinngemäß die für die wiederkehrenden Prüfungen angegebenen Verfahren mit verwendet werden.

2.4 Es ist eine Dokumentation zu erstellen, welche die erforderlichen Prüfungen festlegt. Die Dokumentation muss die Besonderheiten der automatischen (ortsfesten) elektrostatischen Beschichtungsanlage und die betrieblichen und örtlichen Verhältnisse berücksichtigen.

2.5 Manuelle Prüfvorgänge können unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse, z.B. durch eine Selbstüberwachung von Geräten, ganz oder teilweise ersetzt oder ergänzt werden.

2.6 Im Rahmen der für die Betreuung der automatischen (ortsfesten) elektrostatischen Beschichtungsanlage erforderlichen Tätigkeiten (z.B. Montagearbeiten, Änderungen, Inspektionen, Wartungsarbeiten, Fehlersuche, Reinigungsarbeiten, Kontrollgänge, Schaltheftungen, An- und Abklemmarbeiten, Einstell- und Ausgleichsarbeiten, Funktionsprüfungen, Messungen) erkennt die Elektrofachkraft auftretende Mängel und Veränderungen frühzeitig. Sie beseitigt, falls möglich, den Mangel selbstständig oder ergreift andere erforderliche Maßnahmen und informiert unverzüglich den Fachvorgesetzten. Es ist sicher zu stellen, dass die fachkundige Person in leitender Funktion über alle wesentlichen Vorgänge in Kenntnis gesetzt wird.

2.7 Die fachkundige Person in leitender Funktion macht Vorgaben unter Berücksichtigung

- ihrer besonderen Kenntnisse des Betriebes,
- der Arbeitsabläufe,
- der Umgebungsbedingungen,
- der ständigen Rückmeldungen der Instandhaltung,
- der ständigen Beurteilung des Zustandes der automatischen (ortsfesten) elektrostatischen Beschichtungsanlage,

- der Veränderung des Zustandes schon in der Tendenz.

Die fachkundige Person in leitender Funktion muss weiter

- die Vorgaben nach 2.1 auf Einhaltung prüfen,
- für einen geeigneten Nachwuchs sorgen,
- sich von der Eignung der Elektrofachkraft überzeugen und
- für die Weiterbildung der Elektrofachkraft sorgen.

Die fachkundige Person in leitender Funktion muss sich selbst durch geeignete Weiterbildungsmaßnahmen auf dem "Stand der Technik" halten.

2.8 Kann ein Mangel nicht gleich behoben werden, muss die fachkundige Person in leitender Funktion umgehend geeignete Maßnahmen (z.B. Belüften, Abschränken, Abschalten) veranlassen.

2.9 Die Elektrofachkraft muss eine Einweisung in die Örtlichkeiten und Besonderheiten der betreuten automatischen (ortsfesten) elektrostatischen Beschichtungsanlagen erhalten und wird über jede Änderung informiert.

3 Zusammenfassung

Die ständige Überwachung der elektrischen Anlage von automatischen (ortsfesten) elektrostatischen Beschichtungsanlagen ermöglicht eine Risikoanalyse (Schwachstellenanalyse) und eine Optimierung des sicherheitstechnischen Konzeptes.

Die ständige Überwachung ermöglicht eine Anpassung der Intervalle für wiederkehrende Prüfungen unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse.

Daraus folgt eine permanente Verbesserung des sicherheitstechnischen Konzeptes und des sicherheitstechnischen Zustandes der automatischen (ortsfesten) elektrostatischen Beschichtungsanlage.

Die Maßnahmen zur "ständigen Überwachung" sind im Hinblick auf die Häufigkeit mit der zuständigen Aufsichtsbehörde (in der Regel die zuständige Gewerbeaufsicht oder Berufsgenossenschaft) abzustimmen.

Muster-Betriebsanweisung für "Elektrostatisches Beschichten"	Anhang D
---	-----------------

(in Anlehnung an BGI 578)

Betrieb:	Betriebsanweisung	Nr.
Abteilung:		Ausgabe/ Stand:
1. Anwendungsbereich		
Arbeitsbereich/-platz:	Lackierraum	
Arbeitsmittel:	Automatische (ortsfeste) elektrostatische Beschichtungsanlagen und deren Zusatzeinrichtungen	
Tätigkeit:	Bedienen, Einrichten, Wartung und Instandhaltung	
Unterweisung:	Die Bedienungspersonen 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 Betretungsverbot für das Innere von automatischen Sprühanlagen,
- Gefahr durch Rutschen oder Stolpern wegen verschmutzten Fußbodens oder verbogener Gitterrosten,
- 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 durch z.B. Verschütten von Lacken und Lösemitteln.

3. Schutzmassnahmen und Verhaltensregeln

- Nur unterwiesene und besonders beauftragte Personen dürfen elektrostatische Sprüheinrichtungen oder Sprühanlagen bedienen und den Sprühraum für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten betreten.
- Rauchen und der Umgang mit Feuer 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. Wartungschalters 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.
- Zur Hautreinigung nur die vorgesehenen Hautreiniger benutzen, niemals Verdünnung verwenden.
- Nur die vom Arbeitgeber bereitgestellte geeignete Schuttkleidung benutzen; keine stark verschmutzte oder durchtränkte Kleidung benutzen.
- Für die jeweilige Tätigkeit bereitgestellte Schutzbrille, persönlichen Atemschutz (z.B. Lackierschutzmaske, 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 Lackierraum bereithalten.
- Verkehrs- und Fluchtwege zur eigenen Sicherheit immer frei halten.
- Auf Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz achten.

4. Verhalten bei Störungen

- 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.

5. Verhalten bei Unfällen / Erste Hilfe

- Sprühanlage abschalten, z.B. über Notaus-Taster.
- Erste Hilfe leisten.
- Unfall dem Vorgesetzten melden.
- Bei leichten Unfällen oder Unwohlsein die Sanitätsstelle aufsuchen.

WO ist WAS passiert, WER meldet an:

Betriebs-/Abteilungsleiter (Tel.):

Erste Hilfe (Tel.):

Arbeitssicherheit (Tel.):

Feuerwehr (Tel.):

6. 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 Arbeitsmittel sowie leere Gebinde in dafür vorgesehenen Behältern sammeln (Sonderabfall).

7. Folgen der Nichtbeachtung

Gesundheitliche Folgen: Verletzungen, Erkrankungen.

Sachschäden durch z.B. Brände, Explosionen.

Verantwortlicher für Freigabe der Betriebsanweisung:

(Datum)

(Unterschrift)

Bild E.1: Manuelles Beschichten von Metallformteilen mit brennbarem Flüssiglack mit einem elektrostatischen luftlosen (Airless) Handsprühsystem

$$C_{UEG} = \frac{100 \cdot \bar{c}}{UEG}$$

Bild E.2: Manuelles Beschichten eines Flugzeugumpfes in einer Werft mit brennbarem Flüssiglack und einem elektrostatischen (Airless) Handsprühsystem

$$\bar{c} = \frac{M_{\max} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{Q_{\min}}$$

Bild E.3: Automatische (ortsfeste) elektrostatische Beschichtungsanlage zum Lackieren von Holzfenstern mit Flüssiglack und luftlosen (Airless) Sprühsystemen des Typs "C" gemäß EN 50176 an Bewegungsautomaten

$$\bar{c} = \frac{20000 \text{ g/h} \times 0,85 \times 0,8 \times 3}{40320 \text{ m}^3/\text{h}} = 1,01 \text{ g/m}^3$$

Bild E.4: Automatisches Beschichten von Kunststoffformteilen für Automobilkarossen mit brennbarem Flüssiglack und elektrostatischen Hochrotationszerstäubern des Typs "C" gemäß EN 50176. Zerstäuberführung durch einen Industrieroboter

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

Bild E.5: Beschichten von Gasflaschen mit nicht brennbarem Flüssiglack und elektrostatischen Hochrotationszerstäubern mit Aufladungselektroden des Typs "B" gemäß EN 50176.

Die Sprühsysteme werden mittels Bewegungsautomaten geführt.

$$\bar{c}_{\max} = \frac{C_{UEG, \max} \cdot UEG}{100}$$

Bild E.6: Beschichten von Stahlprofilen mit nicht brennbarem Flüssiglack und elektrostatischen Hochrotationszerstäubern mit Aufladungselektroden des Typs "B" gemäß EN 50176

Die Sprühsysteme werden mittels Bewegungsautomaten geführt.

$$Q_{\text{neu}, \min} = \frac{M_{\max} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{\bar{c}_{\max}}$$

Bild E.7: Automatische (ortsfeste) elektrostatische Lackieranlage zum Beschichten von Automobilkarossen mit brennbarem Flüssiglack mit elektrostatischem Hochrotationszerstäuber vom Typ "C" gemäß EN 50176 und Bewegungsmaschinen

$$Q_{\text{neu}, \min} = \frac{25000 \text{ g/h} \times 0,85 \times 0,80}{10 \text{ g/m}^3} \times 3 = 5100 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bild E.8: Automatische (ortsfeste) elektrostatische Lackieranlage zum Beschichten von Kfz-Zubehör mit brennbarem Flüssiglack und elektrostatischem Scheibenzerstäuber vom Typ "C" gemäß EN 50176 und sogenannter Omega (SZ) Werkstückbahnführung

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

Bild E.9: Automatisches Beschichten mit brennbarem Flüssiglack von Kfz-Kunststoffstoßfängern mit einem elektrostatischen Hochrotationszerstäuber vom Typ "C" gemäß EN 50176 an einem bahngesteuerten Lackierroboter

$$C_{UEG} = \frac{100 \cdot \bar{c}}{UEG}$$

Bild E.10: Elektrostatische Handsprüheinrichtung zur Verarbeitung von brennbarem Pulverlack mit Handsprühsystem, Steuergerät, Pulvervorratsbehälter und Pulverfördereinrichtung

$$\bar{c} = \frac{M_{\max}}{Q_{\min}}$$

Bild E.11: Automatisches (ortsfestes) Doppelsprühsystem des Typs "A" bzw. des Typs "B" gemäß EN 50177 zur Verarbeitung von brennbarem Pulverlack und zum vorzugsweisen Betrieb mit bahngesteuerten Robotern

$$\bar{c} = \frac{90\,000 \text{ g/h}}{8640 \text{ m}^3/\text{h}} = 10,42 \text{ g/m}^3$$

Bild E.12: Pulverbeschichtungskabine mit Rückgewinnungssystem für Pulverlacke

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

Bild E.13: Elektrostatische Handsprüheinrichtung zur Verarbeitung von Flock mit Hochspannungserzeuger und Sprühsystem

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

Bild E.14: Automatische (ortsfeste) elektrostatische Beschichtungsanlage mit Rückgewinnungssystem zur Verarbeitung von Flock

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

Bild E.15: Vollgekapselter und abgeschirmter Hochspannungserzeuger der Schutzart IP 65, zur Hochspannungsversorgung von Sprühsystemen des Typs "B" und "C" in automatischen (ortsfesten) elektrostatischen Beschichtungsanlagen

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

Bild E.16: Steuer- und Regeleinheit für Hochspannungserzeuger mit Spannungs- und Stromanzeige sowie allen Bedienelementen zum Einbau in Schaltanlagen

$$C_{\text{UEG}} = \frac{100 \cdot \bar{c}}{UEG}$$

Beispiel: "Warnschild für die Reinigung von Sprühpistolen"

Anhang F

Ein Warnschild muss mindestens folgende Informationen geben:

- Die Einrichtung darf nur von unterwiesenem Personal betrieben werden.
- Vor Beginn der Reinigung der Sprühpistole oder der Ausführung anderer Arbeiten im Sprühbereich muss die Hochspannungsversorgung derart abgeschaltet werden, dass sie nicht durch Betätigung des Abzuges der Sprühpistole wieder eingeschaltet werden kann⁶.
- Es dürfen nur metallene Behälter für die Reinigungsflüssigkeit verwendet werden.
- Es sollen Lösemittel mit einem möglichst hohen Flammpunkt, möglichst höher als die Umgebungstemperatur, verwendet werden.
- Die elektrostatische Sprühanlage muss regelmäßig nach den Anleitungen des Herstellers gewartet werden. Instandsetzungen (Reparaturen) dürfen nur gemäß den Anleitungen des Herstellers ausgeführt werden.

Vorschriften und Regeln

Anhang G

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

1. Gesetze, Verordnungen

Gerätesicherheitsgesetz (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz)

Gewerbeordnung

Bauordnungen der Länder

Arbeitsstättenverordnung mit Arbeitsstättenrichtlinien

Gefahrstoffverordnung

Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen

Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (**neu:** BetrSichV) mit Technischen Regeln

2. Europäische Normen

(Bezugsquelle: Beuth- Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin)

prEN 619	Stetigförderer; Geräte und Systeme für Stückgut; Spezielle Sicherheitsanforderungen für Planung, Herstellung, Aufstellung und Inbetriebnahme
EN 971-1	Lacke und Anstrichstoffe - Fachausdrücke und Definitionen für Beschichtungsstoffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe
EN 1149	Schutzkleidung; Elektrostatische Eigenschaften
EN 1539	Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden - Sicherheitsanforderungen
EN 1953	Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe - Sicherheitsanforderungen
prEN 12215	Beschichtungsanlagen - Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe - Sicherheitsanforderungen
prEN 12621	Förder- und/oder Umlaufanlagen für Beschichtungsstoffe unter Druck - Sicherheitsanforderungen
prEN 12753	Thermische Reinigungsanlagen für Abluft aus Anlagen zur Oberflächenbehandlung - Sicherheitsanforderungen
prEN 12981	Beschichtungsanlagen - Sprühkabinen für organische Pulverlacke - Sicherheitsanforderungen
prEN 13355	Beschichtungsanlagen - Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen - Sicherheitsanforderungen
EN 50050	Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche; Elektrostatische Handsprüheinrichtungen
EN 50053-1	Bestimmungen für die Auswahl, Errichtung und Anwendung elektrostatischer Sprühanlagen für brennbare Sprühstoffe; Teil 1: Elektrostatische Handsprüheinrichtungen für flüssige Sprühstoffe mit einer Energiegrenze von 0,24 mJ sowie Zubehör
EN 50053-2	Bestimmungen für die Auswahl, Errichtung und Anwendung elektrostatischer Sprühanlagen für brennbare Sprühstoffe; Teil 2: Elektrostatische Handsprüheinrichtungen für Pulver mit einer Energiegrenze von 5 mJ sowie Zubehör
EN 50053-3	Bestimmungen für die Auswahl, Errichtung und Anwendung elektrostatischer Sprühanlagen für brennbare Sprühstoffe; Teil 3: Elektrostatische Handsprüheinrichtungen für Flock mit einer Energiegrenze von 0,24 mJ oder 5 mJ sowie Zubehör
EN 50059	Bestimmungen für elektrostatische Handsprüheinrichtungen für nicht brennbare Sprühstoffe für Beschichtungen
EN 50110-1	Betrieb von elektrischen Anlagen
EN 50110-2	Betrieb von elektrischen Anlagen (nationale Anhänge)
EN 50176	Ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare flüssige Beschichtungsstoffe
EN 50177	Ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare Beschichtungspulver
EN 50223	Ortsfeste elektrostatische Flockanlagen für entzündbaren Flock

EN 50281-1-2 (VDE0165 Teil 2)	Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub - Teil 1-2: Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse; Auswahl, Errichten und Instandhaltung
prEN 50348	Ortsfeste elektrostatische Sprüheinrichtungen für nichtbrennbare flüssige Beschichtungsstoffe
EN 60079-14 (VDE 0165 Teil 1)	Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche Teil 14: Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue)
EN 60079-17	Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche - Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue)
EN 60204-1	Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 60529	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

3. Berufsgenossenschaftliche Vorschriften, Regeln, Informationen und sonstige Schriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

BGV A1 Grundsätze der Prävention

BGV A3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

BGV A8 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz

BGV B1 Umgang mit Gefahrstoffen

BGV D15 Arbeiten mit Flüssigkeitsstrahlern

BGV D24 Trockner für Beschichtungsstoffe

BGV D25 Verarbeiten von Beschichtungsstoffen

VBG 10 Stetigförderer

BGR 104 Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)

BGR 117 Arbeiten in Behältern und engen Räumen

BGR 132 Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

BGR 133 Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern

BGR 134 Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen

BGR 144 Elektrostatisches Versprühen von brennbaren flüssigen Beschichtungsstoffen mit Handsprüheinrichtungen

BGR 145 Elektrostatisches Versprühen von brennbaren flüssigen Beschichtungsstoffen mit ortsfesten Sprühanlagen

BGR 155 Elektrostatisches Versprühen von brennbaren Beschichtungspulvern mit Handsprüheinrichtungen

BGR 156 Elektrostatisches Versprühen von brennbaren Beschichtungspulvern mit ortsfesten Sprühanlagen

BGR 191 Benutzung von Fuß- und Beinschutz

BGR 195 Einsatz von Schutzhandschuhen

BGI 527 Sicherheit durch Unterweisung

BGI 546 Umgang mit Gefahrstoffen

BGI 557 Lackierer

BGI 560 Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz

BGI 578 Sicherheit durch Betriebsanweisungen

BGI 639 Maler- und Lackierarbeiten

BGI 740 Lackierräume und -einrichtungen - Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb

ZH 1/406 Flüssigkeitsstrahler (Spritzgeräte)

4. DIN-Normen

(Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin)

DIN EN 345-1 Sicherheitsschuhe für den gewerblichen Gebrauch - Teil 1: Spezifikation

DIN EN 345-2 Sicherheitsschuhe für den gewerblichen Gebrauch - Teil 2: Zusätzliche Spezifikation

DIN 4102-... Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen ...

DIN 4844-... Sicherheitskennzeichnung ...

DIN 18230-... Baulicher Brandschutz im Industriebau -...

5. VDE-Bestimmungen

(Bezugsquelle: VDE-Verlag GmbH,
Bismarckstraße 33, 10625 Berlin)

DIN VDE 0100 Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V

DIN VDE 0105-100 Betrieb von elektrischen Anlagen

DIN VDE 0147-1 Errichten ortsfester Sprühanlagen; Allgemeine Festlegungen

DIN VDE 0147-2 Errichten ortsfester Sprühanlagen; Flockmaschinen

6. VDI-Richtlinien

(Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin)

VDI 30042 VDI-Handbuch Raumluftechnik

VDI 2263 Staubbrände und Staubexplosionen; Gefahren, Beurteilung, Schutzmaßnahmen

VDI 3673 Blatt 1 Druckentlastung von Staubexplosionen

7. Bestimmungen der Feuerversicherer

(Bezugsquelle: Verband der Sachversicherer (VdS),
Postfach 10 20 24, 50460 Köln)

VdS 2001 Regeln für die Ausrüstung von Feuerlöscher

VdS 2006 Blitzschutz durch Blitzableiter - Merkblatt zur Schadenverhütung

VdS 2015 Elektrische Geräte und Einrichtungen - Merkblatt zur Schadenverhütung

VdS 2028 Fundamente der für den Potentialausgleich und als Blitzschutzterder; Merkblatt zur Schadenverhütung

VdS 2030 Brandschutzplan - Anleitung und Hilfsmittel für die Erstellung

- VdS 2031 Blitz- und Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen - Merkblatt zur Schadenverhütung
VdS 2033 Feuergefährdete Betriebsstätten und diesen gleichzustellenden Risiken - Richtlinien zur Schadenverhütung
VdS 2046 Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen bis 1000 V
VdS 2093 Richtlinien für CO₂-Feuerlöschanlagen; Planung und Einbau
VdS 2095 Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen; Planung und Einbau
VdS 2097-4 Baulicher Brandschutz - Produkte und Anlagen - Teil 4: Feuerschutzabschlüsse, sonstige Brandschutztüren und ergänzende Sonderbauteile; Erläuterungen und Verzeichnisse
VdS 2097-5 Baulicher Brandschutz - Teil 5: Brandschutzverglasungen; Erläuterungen und Verzeichnisse
VdS 2098 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen; Richtlinien für Planung und Einbau
VdS 2111 Richtlinien für Pulver-Löschanlagen; Planung und Einbau
VdS 2234 Brandwände und Komplextrennwände - Merkblatt für die Anordnung und Ausführung
VdS 2240 Betriebsbuch für Inertgas- und Pulver-Löschanlagen
VdS 2325 Betrieb für CO₂-Feuerlöschanlagen; Merkblatt
VdS 2460 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (FI) - Merkblatt zur Schadenverhütung
VdS 2473 VdS-anerkannte Bauteile für Gaslöschanlagen
VdS 2490 VdS-anerkannte Errichterfirmen für Feuerlöschanlagen
VdS 2496 Richtlinien für Ansteuerung von Feuerlöschanlagen

8. VDMA-Einheitsblätter

(Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin)

VDMA 24169- Lufttechnische Anlagen; Bauliche Explosionsschutzmaßnahmen an Ventilatoren; Teil 1: Richtlinien für Ventilatoren zur Förderung von brennbaren Gasen, Dämpfe oder Nebel
1 enthaltender Atmosphäre

VDMA 24169- Lufttechnische Anlagen; Bauliche Explosionsschutzmaßnahmen an Ventilatoren; Teil 2: Richtlinien für Ventilatoren zur Förderung von brennbaren Stäuben enthaltender Atmosphäre
2

¹ Der Begriff häufig ist im Sinne von "zeitlich überwiegend" zu verwenden.

² Der Begriff häufig ist im Sinne von "zeitlich überwiegend" zu verwenden.

³ da ein Prüfzeugnis einer der benannten Prüfstellen gem. der Richtlinie 94/9/EG erforderlich ist, z.B. der PTB Braunschweig, ausgenommen sind nur Tribo-Pistolen.

⁴ da nur geprüfte Handsprühsysteme zulässig (siehe auch 5.2)

⁵ bei Reinigungsarbeiten mit Lösemitteln

⁶ Anmerkung: Dieses bezieht sich nicht auf automatische Reinigungsvorgänge des Sprühsystems wie z.B. beim Kurzspülen und Farbwechsel.

ENDE