

**209-052**

## **DGUV Information 209-052**



## **Elektrostatisches Beschichten**

## **Impressum**

Herausgeber:  
Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet „Oberflächentechnik und Schweißen“ des  
Fachbereichs „Holz und Metall“ der DGUV

Ausgabe: Mai 2017

DGUV Information 209-052 (bisher BGI 764)  
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

# Elektrostatisches Beschichten

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>	7.11	Reinigung der Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme .....	22
<b>2</b>	<b>Anwendungsbereich</b> .....	<b>6</b>	7.12	Voraussetzungen für das Begehen von Sprühkabinen .....	23
<b>3</b>	<b>Elektrostatische Beschichtungsverfahren</b> .....	<b>7</b>	7.13	Persönliche Schutzausrüstung .....	23
3.1	Allgemein .....	7	7.14	Arbeiten mit Zündgefahr .....	24
3.2	Elektrostatisches Beschichten mit flüssigen Beschichtungsstoffen .....	7	<b>8</b>	<b>Prüfung</b> .....	<b>25</b>
3.3	Elektrostatisches Beschichten mit Beschichtungspulvern .....	8	8.1	Allgemeines .....	25
3.4	Elektrostatisches Beschichten mit Flock (elektrostatisches Beflocken) .....	8	8.2	Ordnungsprüfung .....	27
<b>4</b>	<b>Gefährdungen</b> .....	<b>10</b>	8.3	Technische Prüfung .....	29
4.1	Brand- und Explosionsgefährdungen .....	10	<b>9</b>	<b>Instandhaltung</b> .....	<b>34</b>
4.2	Elektrische Gefährdungen .....	11	<b>Anhang 1</b>	<b>Anhang 1</b>	
4.3	Gesundheitsgefährdungen .....	11		Festlegung feuer- und explosionsgefährdeter Bereiche mit Zoneneinteilung – Verarbeitungsbeispiele .....	37
4.4	Sonstige Gefährdungen .....	12	<b>Anhang 2</b>	<b>Anhang 2</b>	
4.5	Gefährdungsbeurteilung .....	12		Entzündbarkeit von Beschichtungsstoffen .....	47
<b>5</b>	<b>Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>13</b>	<b>Anhang 3</b>	<b>Anhang 3</b>	
5.1	Beschichtungsstoff .....	13		Beispiel eines Explosionsschutzdokuments für die Pulverbeschichtung .....	48
5.2	Entzündbarkeit flüssiger Beschichtungsstoffe .....	13	<b>Anhang 4</b>	<b>Anhang 4</b>	
5.3	Entzündbare Beschichtungspulver .....	13		Berechnung der Konzentration brennbarer Beschichtungsstoffe .....	56
5.4	Entzündbarer Flock .....	13	<b>Anhang 5</b>	<b>Anhang 5</b>	
5.5	Sprühsystem .....	13		Berechnung der Pulver-/Flockkonzentration im Reinluftbereich eines geschlossenen Rückgewinnungssystems .....	64
5.6	Handsprüheinrichtung .....	13	<b>Anhang 6</b>	<b>Anhang 6</b>	
5.7	Explosionsfähige Atmosphäre .....	14		Prüfung der Luftsinkgeschwindigkeit .....	66
5.8	Gefährliches explosionsfähiges Gemisch .....	14	<b>Anhang 7</b>	<b>Anhang 7</b>	
5.9	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) .....	14		Besondere Prüfanforderung für Sprühsysteme der Kategorie 2G und 2D .....	68
5.10	Explosionsgefährdete Bereiche .....	14	<b>Anhang 8</b>	<b>Anhang 8</b>	
5.11	Feuergefährdete Räume und Bereiche .....	14		Muster-Betriebsanweisung	
5.12	Zur Prüfung befähigte Person .....	14		Elektrostatisches Beschichten mit Flüssiglack .....	69
5.13	Unterwiesene Person .....	15	<b>Anhang 9</b>	<b>Anhang 9</b>	
5.14	Elektrofachkraft .....	15		Muster-Betriebsanweisung	
5.15	Elektrotechnisch unterwiesene Person .....	15		Elektrostatisches Beschichten mit Beschichtungspulver .....	71
<b>6</b>	<b>Europäische Produktnormen, Typen elektrostatischer Sprühsysteme</b> .....	<b>16</b>	<b>Anhang 10</b>	<b>Anhang 10</b>	
<b>7</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>19</b>		Beispiele für Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme zum elektrostatischem Beschichten .....	78
7.1	Allgemeine Anforderungen .....	19	<b>Anhang 11</b>	<b>Anhang 11</b>	
7.2	Inbetriebnahme .....	19		Vorschriften und Regeln .....	79
7.3	Betriebsanweisung .....	19			
7.4	Unterweisung .....	19			
7.5	Einsatz von Sprühsystemen und Handsprüheinrichtungen in explosionsgefährdeten Bereichen .....	20			
7.6	Arbeitsplatz .....	20			
7.7	Innenbeschichten von Hohlkörpern .....	20			
7.8	Verwendung von isolierenden Abdeckungen und Folien .....	21			
7.9	Reinigung – Allgemeines .....	22			
7.10	Reinigung der Arbeitsumgebung (z. B. Kabine, Stand, Fördertechnik) .....	22			

# 1 Vorwort

Die Besonderheit des elektrostatischen Beschichtens besteht in der Anwendung von Hochspannung, die im Allgemeinen mehrere zehntausend Volt beträgt, und teilweise gleichzeitigem Erzeugen von explosionsfähigen Lösemittel/Dampf-Luftgemischen, Staub-Luftgemischen und Flock-Luftgemischen. Die dabei entstehenden Gefährdungen durch

- entzündbare Beschichtungsstoffe
- gegebenenfalls explosionsfähige Atmosphäre
- zündfähige Entladung
- elektrischen Schlag

erfordern besondere Schutzmaßnahmen. Weiterhin sind Gesundheitsgefährdungen durch Gefahrstoffe und Gefährdungen durch Druckluft und Materialdruck (z. B. bei Airlessgeräten) zu beachten.

Diese DGUV Information wendet sich an Unternehmer und Unternehmerinnen, die elektrostatische Beschichtungsverfahren anwenden. Sie hilft dabei, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung insbesondere die Brand- und Explosionsgefahren sowie elektrische Gefahren zu erkennen und zu beurteilen und die

erforderlichen Schutzmaßnahmen abzuleiten. Unternehmer und Unternehmerinnen sollen auch in die Lage versetzt werden, anhand der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung Betriebsanweisungen zu erarbeiten und die Beschäftigten über die Gefährdungen und erforderlichen Schutzmaßnahmen beim elektrostatischen Beschichten zu unterweisen.

Diese DGUV Information wendet sich auch an Hersteller sowie an Service- und Wartungsunternehmen und an zur Prüfung befähigte Personen, die Prüfungen entsprechender Anlagen durchführen.

Bei Beachtung dieser DGUV Information kann davon ausgegangen werden, dass alle Anforderungen an

- den Brand- und Explosionsschutz
  - den Schutz vor elektrischen Gefährdungen
- beim Betrieb elektrostatischer Sprühanlagen und -einrichtungen erfüllt sind.

## 2 Anwendungsbereich

Diese DGUV Information erläutert die zur sicheren Anwendung elektrostatischer Beschichtungsverfahren notwendigen Schutzmaßnahmen.

Insbesondere legt diese DGUV Information Anforderungen für den Betrieb (einschließlich Wartung, Instandhaltung und Prüfung) elektrostatischer Sprühanlagen und -einrichtungen fest, die den genannten Fassungen folgender Normen entsprechen:

DIN EN 1953:2013  
DIN EN 50050-1:2014  
DIN EN 50050-2:2014  
DIN EN 50050-3:2014  
DIN EN 50059:1992  
DIN EN 50176:2010  
DIN EN 50177:2010  
DIN EN 50223:2015  
DIN EN 50348:2010

Für Anlagen, die älteren Fassungen der genannten Normen entsprechen, sollten die vorhergehenden Versionen dieser DGUV Information (BGI 764) hinzugezogen werden.

Die DGUV Information enthält keine spezifischen Informationen zu:

- sonstigen Gefährdungen nach Abschnitt 4.4;
- Spritz- und Sprühverfahren ohne elektrostatische Unterstützung (siehe DGUV Information 209-046, DGUV Information 209-014);
- Maßnahmen des Gesundheitsschutzes beim Spritz- und Sprühauftrag (siehe DGUV Regel 109-013);
- Reinigung und Vorbehandlung von Werkstücken (siehe DGUV Regel 109-010);
- andere Auftragsverfahren (z. B. Tauchlackierung, Fluten, Wirbelsintern);
- Trocknungsverfahren für beschichtete Werkstücke;
- Beschichtungsverfahren für den pharmazeutischen und den Lebensmittelbereich.

Abb. 2-1 zeigt schematisch den Aufbau und die Elemente einer Pulverbeschichtungsanlage.

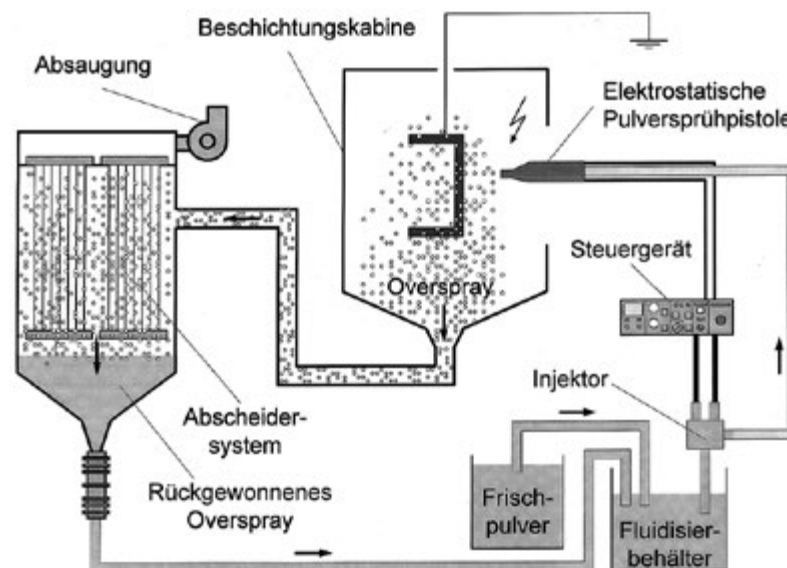


Abb. 2-1 Aufbau einer elektrostatischen Pulverbeschichtungsanlage

# 3 Elektrostatische Beschichtungsverfahren

## 3.1 Allgemein

Elektrostatisches Beschichten ist der Sammelbegriff für alle Auftragsverfahren, bei denen elektrostatisch aufgeladener Beschichtungsstoff auf einem Werkstück niedergeschlagen wird. Beschichtungsstoffe können organische oder anorganische flüssige Beschichtungsstoffe, Beschichtungspulver oder Flock sein.

Die elektrostatische Aufladung kann durch Hochspannung oder, bei triboelektrischen Sprühgeräten, durch Reibungselektrizität erfolgen.

Es werden automatische Sprühgeräte (Sprühsysteme) oder handgeführte Sprühgeräte (Handsprüheinrichtungen) eingesetzt. Sprühsysteme können entweder fest installiert oder mit Hub- und Bewegungseinrichtungen (z. B. Robotern) verbunden sein.

Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme können entweder kontinuierlich oder intermittierend betrieben werden. Sie werden dabei entweder auf das Werkstück gerichtet bewegt, oder das Werkstück wird an ihnen vorbei gefördert.

### ANMERKUNG

Als Synonyme zum „Elektrostatischen Beschichten“ werden auch die Begriffe „Elektrostatische Lackierung“, „Pulverbeschichten“, „Beflockung“, „Elektrostatisches Sprühverfahren“ oder „Elektrostatisches Spritzverfahren“ verwendet.

## 3.2 Elektrostatisches Beschichten mit flüssigen Beschichtungsstoffen

Das elektrostatische Beschichten mit flüssigen Beschichtungsstoffen erzielt im Vergleich zu anderen Spritzverfahren einen höheren Auftragswirkungsgrad beziehungsweise einen geringeren Overspray-Anteil.

Beim elektrostatischen Beschichten wird flüssiger Beschichtungsstoff aus einem Vorratsbehälter oder einer (Schlauch-) Leitung zur Auftragseinrichtung transportiert, dort durch mechanische Kräfte und durch den Einfluss des elektrostatischen Feldes zerstäubt und durch Hochspannung von einigen 10 kV aufgeladen. Die versprühten Tropfen werden von dem geerdeten Werkstück angezogen und bilden darauf einen flüssigen Film. Die elektrostatische Aufladung erfolgt durch direkten Kontakt des Lackmaterials mit einer auf Hochspannung liegenden Elektrode (Abb. 3-1) oder durch Außenaufladung mit Hilfe von Luftionen im Coronabereich der Außenelektroden (Abb. 3-2).

Tropfen, die nicht an dem Werkstück haften (Overspray), werden durch eine technische Lüftung oder andere Einrichtungen erfasst und abgeführt.

Nach dem Beschichtungsvorgang werden die beschichteten Werkstücke in eine Trocknungszone oder einen Trockner eingebracht, in dem das Lösemittel verdunstet und durch Vernetzung ein fester Film erzeugt wird.

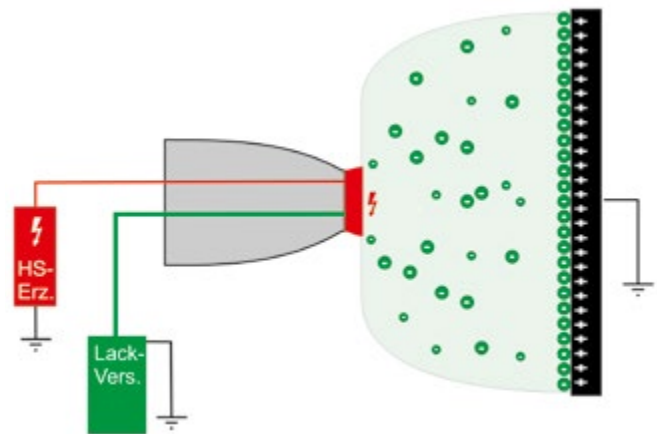


Abb. 3-1 Sprühsystem (Rotationszerstäuber) für flüssigen Beschichtungsstoff mit Kontaktaufladung

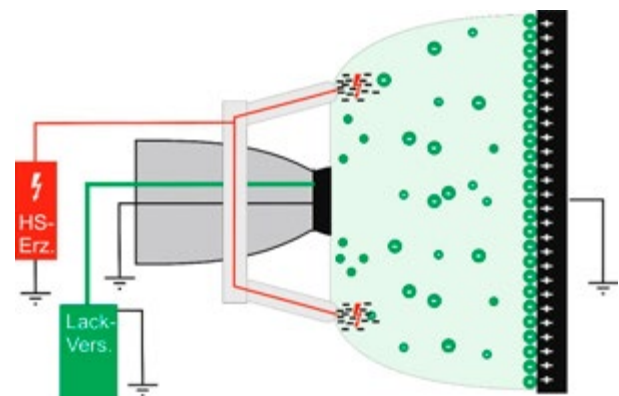


Abb. 3-2 Sprühsystem (Rotationszerstäuber) für flüssigen Beschichtungsstoff mit Außenaufladung

Beispiele für Sprühsysteme und Handprüheinrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe enthält Anhang 10.1.

### 3.3 Elektrostatisches Beschichten mit Beschichtungspulvern

Der Sprühauftrag von Beschichtungspulver erfolgt immer elektrostatisch unterstützt, da das Pulver ohne Aufladung nicht ausreichend am Werkstück anhaftet.

Das Beschichtungspulver wird aus einem Vorratsbehälter in einem Luftstrom zu einer Auftragseinrichtung transportiert. Während die Pulverteilchen durch die Auftragseinrichtung strömen, werden sie durch Hochspannung von einigen 10 kV (Abb. 3-3) oder triboelektrisch aufgeladen. Bei triboelektrischen Pulversprühgeräten wird die Aufladung durch die Reibungselektrizität erzeugt, die durch den innigen Kontakt des strömenden Pulver/Luft-Gemisches mit den Bauteilen im Inneren der Auftragseinrichtung entsteht (Abb. 3-4).

Es gibt auch Kombinationen der beiden vorgenannten Systeme.

Die aufgeladenen Pulverteilchen werden von dem geerdeten Werkstück angezogen und bilden darauf eine Schicht.

Pulver, das nicht auf dem Werkstück anhaftet (Overspray), wird durch eine technische Lüftung oder andere Einrichtungen abgesaugt und in die Pulver-Rückgewinnungsanlage gefördert.

Die mit Pulver beschichteten Werkstücke werden anschließend in einen Ofen eingebracht, wo das Pulver geschmolzen, vernetzt und in einen festen Film überführt wird.

#### Tribo-Aufladung

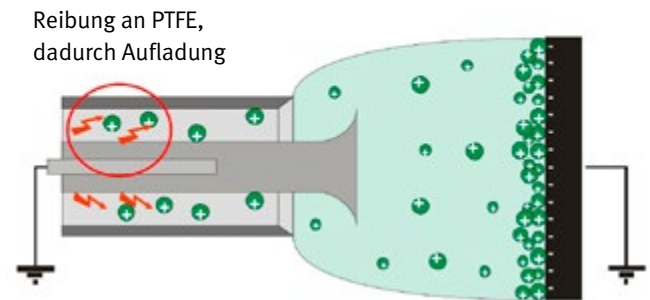


Abb. 3-4 Pulversprühgerät mit Tribo-Aufladung

Beispiele für Sprühsysteme und Handsprüheinrichtungen für Beschichtungspulver enthält Anhang 10.2.

#### Corona-Aufladung

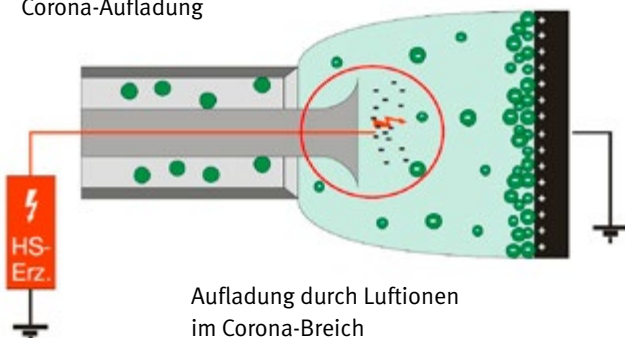


Abb. 3-3 Pulversprühgerät mit Corona-Aufladung



### 3.4 Elektrostatisches Beschichten mit Flock (elektrostatisches Beflocken)

Die Beflockung erfolgt in der Regel elektrostatisch unterstützt, da sich die Flockteilchen ohne Aufladung nicht in der gewünschten Weise auf dem Werkstück ausrichten.

Beim elektrostatischen Beflocken werden Flockteilchen aus einem Vorratsbehälter in einem Luftstrom oder durch Schwerkraft zu einer Auftragseinrichtung transportiert. Während die Flockteilchen sich durch das Sprühorgan oder die Auftragseinrichtung bewegen, werden sie durch Hochspannung von einigen 10 kV aufgeladen (Abb. 3-5).

Die aufgeladenen Flockteilchen werden von dem geerdeten Werkstück angezogen und teilweise in eine vorher aufgetragene, nicht ausgehärtete Klebstoffschicht eingebunden. Die Klebstoffschicht härtet mit eingebundenen Flockteilchen bei Raumtemperatur oder durch Erwärmen aus.

Flockteilchen, die nicht auf dem Werkstück anhaften (Overspray), werden durch die technische Lüftung, Bürsten oder andere Einrichtungen entfernt und in die Flock-Rückgewinnungsanlage gefördert.

Beispiele für Sprühsysteme und Handsprüheinrichtungen für Flock enthält Anhang 10.3.

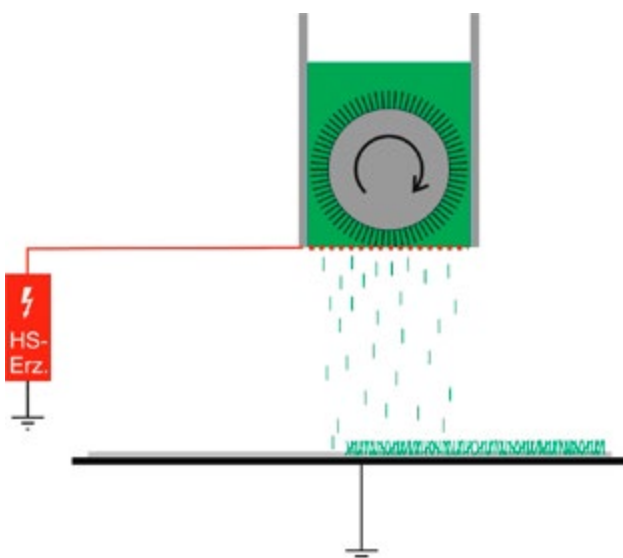


Abb. 3-5 Flockeinrichtung mit Corona-Aufladung

# 4 Gefährdungen

## 4.1 Brand- und Explosionsgefährdungen

Brand- und Explosionsgefährdungen können entstehen, wenn brennbare Stoffe und Luftsauerstoff vorhanden sind und als Gemisch eine explosionsfähige Atmosphäre bilden und zusätzlich Zündquellen auftreten. Fast alle beim elektrostatischen Beschichten verarbeiteten Stoffe (Flüssiglack, Pulver oder Flock) sind brennbar.






Auch die meisten ausgehärteten Lackstäube, z.B. Nitrozellulosestäube, sind brennbar und als Lackstaub/Luft-Gemisch unter bestimmten Umständen explosionsfähig. Stark beladene Filtermatten und mit ausgehärteten Lackfeststoffen verschmutzte Teile der technischen Lüftung stellen zudem eine große Brandlast dar.

Bei bestimmten Beschichtungsstoffen, z. B. Naturlacken und -farben, die trocknende Öle enthalten (z. B. Teakholzöle, Leinölfirnisse, Alkydharzlacke), kann es infolge einer Reaktion mit der Luft zur Erhitzung bis zur Selbstentzündung kommen.

### 4.1.1 Explosionsfähige Atmosphäre

Flüssige Beschichtungsstoffe, die nach CLP-Verordnung<sup>1</sup> als entzündbare, leicht entzündbare oder extrem entzündbare Flüssigkeiten eingestuft und gekennzeichnet sind, führen zu Brand- und Explosionsgefahren, weil durch Verdunstung des Lösemittels eine explosionsfähige Atmosphäre entsteht. Dies gilt nicht nur für Flüssiglacke, sondern auch für Verdünnungen und für zum Reinigen von Maschinen und Sprühgeräten verwendete Flüssigkeiten. Tabelle 4-1 zeigt die bisherigen und die neuen Einstufungen brennbarer Flüssigkeiten.

Tabelle 4-1: Einstufung und Kennzeichnung brennbarer Flüssigkeiten

Gegenüberstellung der Einstufung und Kennzeichnung für brennbare Flüssigkeiten									
gemäß Stoff- und Zubereitungs-Richtlinie (alt)					gemäß CLP-Verordnung (neu)				
Flamm- punkt F (°C)	Siede- punkt (°C)	Gefahren- zeichnung	R-Satz	Gefahren- symbol mit Kenn- buchstaben	Flammpunkt F (°C)	Siedepunkt (°C)	Gefahren	H-Satz	Gefahren- piktogramm
< 0	≤ 35	hoch- entzündlich	R12		< 23	≤ 35	Kat. 1 extrem entzündbar	H224	
< 21		leicht- entzündlich	R11		< 23	> 35	Kat. 2 leicht entzündbar	H225	
21 ≤ F ≤ 55		entzündlich	R10		23 ≤ F ≤ 60		Kat. 3 entzündbar	H226	



### Hinweis:

Auch flüssige Beschichtungsstoffe mit einem hohen oder keinem Flammpunkt (meist Wasserlacke) können entzündbare Sprühnebel bilden – nicht zu verwechseln mit der oben genannten Einstufung der Entzündbarkeit nach CLP. Nach der

Entzündbarkeit des Sprühnebels werden flüssige Beschichtungsstoffe in die Kategorien „entzündbar“, „schwer entzündbar“ und „nicht entzündbar“ eingeteilt. Siehe auch Abschnitte 5.2.1 bis 5.2.3 und Anhang 2.

1 Verordnung zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen

Bei Verarbeitung ausschließlich nicht entzündbarer Lacke (einschließlich der zur Reinigung verwendeten nicht entzündbaren Flüssigkeiten) ist nicht mit der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen.

Bei der Verarbeitung von Beschichtungspulver und Flockmaterialien kann durch das Gemisch von organischem, brennbarem Material mit Luftsauerstoff eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen.

#### 4.1.2 Zündquellen

Eine Besonderheit des elektrostatischen Beschichtens ist, dass Teile des Sprühgeräts unter Hochspannung stehen. Dadurch bestehen dauerhaft potentielle Zündquellen, die sich verfahrensbedingt im Bereich des Sprühnebels, also in einer potentiell explosionsfähigen Atmosphäre, befinden. Daher sind besondere, in Abschnitt 7 beschriebene Explosionsschutzmaßnahmen anzuwenden.

Die für den Zündschutz relevanten Grenzen für die Entladeenergie hängen von der Art des Beschichtungsstoffs ab, siehe Tabelle 6-2.

Beim elektrostatischen Beschichten besteht außerdem immer die Gefahr, dass sich Werkstücke, Teile der Lackieranlage oder auch die Bedienperson aufladen und bei Entladung zur Zündquelle werden können. Hierzu gehören Funkenentladungen, Büschelentladungen sowie die besonders energiereichen Gleitstielbüschelentladungen. Sie können entstehen, wenn Kunststoffe mit einer Dicke von weniger als 8 mm in Kontakt mit Flächen  $> 5 \text{ cm}^2$  von geerdetem Metall (oder anderen Leitern) stehen. Dies ist insbesondere beim Maskieren von Werkstücken, z. B. Karosserien, oder beim Abdecken von Geräten und anderen Bauteilen zum Schutz vor Overspray zu beachten, siehe hierzu Abschnitt 7.8.

#### 4.2 Elektrische Gefährdungen

Die unter Hochspannung stehenden Teile elektrostatischer Sprühgeräte und Anlagen führen nicht nur zu potentiellen Zündquellen, sondern auch zu Gefährdungen durch elektrischen Schlag. Auch hier hängt es vom Typ des Geräts ab, ob diese Gefährdung besteht.

Die für den Berührungsschutz relevante Grenze für die Entladeenergie beträgt 350 mJ, siehe Tabelle 6-2.

### 4.3 Gesundheitsgefährdungen

#### 4.3.1 Allgemeines

Die meisten Beschichtungsstoffe enthalten Gefahrstoffe und können daher die Gesundheit schädigen. Informationen zu den Gesundheits- und Umweltgefahren von Beschichtungsstoffen sind z. B. in den Sicherheitsdatenblättern, in den Gefahrstoffinformationen der Unfallversicherungsträger und in den technischen Merkblättern aufgeführt. Die wichtigsten Gesundheitsgefahren werden in den folgenden Abschnitten beschrieben. Die entsprechenden Schutzmaßnahmen werden z. B. in der DGUV Regel 109-013 behandelt.

#### 4.3.2 Beschichtungspulver und Flock

Gesundheitsgefährdungen beim Umgang mit Pulverlack und Flock entstehen zum einen durch die Einwirkung von gefährlichen Stoffen, die in den Materialien enthalten sein können, zum anderen durch den Beschichtungsstoff selbst.

Wegen der seit 1998 geltenden Einstufung von TGIC (Triglycidylisocyanurat, Härter) als „erbgutverändernd“ sind in Europa fast keine TGIC-haltigen Beschichtungspulver mehr am Markt. Außereuropäisch sind TGIC-Produkte allerdings weiterhin sehr beliebt.

Für Beschichtungspulver und Flock gilt nach der neuen TRGS 900 der Allgemeine Staubgrenzwert; dieser beträgt für einatembaren Staub  $10 \text{ mg/m}^3$  und für Feinstaub  $1,25 \text{ mg/m}^3$  (bisher  $3 \text{ mg/m}^3$ ). Der bisherige Grenzwert für Feinstaub ist nur unter besonderen Bedingungen anwendbar.

Einige Pulverlacke enthalten schwermetallhaltige Pigmente (z. B. Blei). Die deutsche Pulverlackindustrie ist eine freiwillige Selbstverpflichtung zum Verzicht auf Bleipigmente eingegangen. Bleihaltige Produkte müssen entsprechend gekennzeichnet sein. Bei Verarbeitung schwermetallhaltiger Beschichtungspulver sind die relevanten Grenzwerte zu einzuhalten.

#### 4.3.3 Flüssige Beschichtungsstoffe

Bei der Verarbeitung flüssiger Beschichtungsstoffe sind besonders folgende Gefährdungen zu beachten:

- stark entfettende Wirkung auf die Haut durch Lösemittel;
- toxisch-irritative Wirkung auf die Atemwege durch z. B. Lösemittel, Styrol oder isocyanathaltige Härter, Peroxidhärter;
- akute und chronische Einwirkungen auf das Nervensystem (narkotische Wirkung) durch Lösemittel oder Styrol;
- haut- bzw. atemwegssensibilisierende Wirkung durch z. B. Epoxidharze oder isocyanathaltige Härter.

Auch Wasserlacke enthalten noch einen Anteil Lösemittel, darunter auch Glykoletherderivate, die z. T. als fruchtschädigend eingestuft sind.

Ferner sind wasserbasierte Beschichtungsstoffe in der Regel mit Bioziden konserviert, um Verkeimungen zu reduzieren. Biozide wirken reizend und sensibilisierend.

UV-härtende Lacksysteme enthalten z. B. Photoinitiatoren, die reizend und sensibilisierend wirken.

### 4.4 Sonstige Gefährdungen

Viele Unfälle sind auf mechanische Gefährdungen zurückzuführen, insbesondere durch Ausrutschen auf Beschichtungspulver oder Stoßen, Quetschen und Einziehen an Förderanlagen. Bei einigen elektrostatischen Sprühgeräten kommt es außerdem zu Gefährdungen durch Lärm, Vibrationen, Druckluft und Materialdruck; im Sprühbereich kann es zudem zu Gefährdungen durch Strahlung kommen, wenn entsprechende Trocknungs- und Härungsverfahren eingesetzt werden.

Sonstige Gefährdungen werden in dieser Informationsschrift nicht behandelt.

### 4.5 Gefährdungsbeurteilung

Vor Beginn der Tätigkeiten muss gemäß Arbeitsschutzgesetz eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden, in der die Gefährdungen am Arbeitsplatz bestimmt und die technischen, organisatorischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen festgelegt werden.

Wenn die Arbeiten selbst ausgeführt werden, muss die Gefährdungsbeurteilung auch die Instandhaltung (Reinigung, Wartung, Instandsetzung) umfassen. Die Beseitigung von Störungen ist ebenfalls zu berücksichtigen.

Anhand der Gefährdungsbeurteilung wird eine schriftliche Betriebsanweisung für die Beschäftigten erstellt. Sie bildet die Grundlage für die mündliche Unterweisung, die mindestens einmal jährlich arbeitsplatzbezogen durchgeführt und dokumentiert wird. Muster von Betriebsanweisungen sind in den Anhängen 8 und 9 enthalten.

Das Explosionsschutzdokument ist ein besonderer Teil der Gefährdungsbeurteilung. Darin muss beurteilt werden, ob gefährliche Mengen oder Konzentrationen von Gefahrstoffen auftreten, die zu Brand- und Explosionsgefährdungen können. Für nahezu alle Lackieranlagen und -einrichtungen ist die Erstellung des Explosionsschutzdokuments notwendig. Ein Muster des Explosionsschutzdokuments für eine elektrostatische Lackieranlage enthält Anhang 3.

# 5 Begriffsbestimmungen

## 5.1 Beschichtungsstoff

Flüssiges oder pulverförmiges Produkt, das, auf ein Substrat aufgetragen, eine Beschichtung mit schützenden, dekorativen und/oder anderen spezifischen Eigenschaften ergibt.

Beschichtungsstoffe bestehen im Allgemeinen aus Bindemitteln, Pigmenten, Farbstoffen, Füllstoffen und anderen Zusätzen. Flüssige Beschichtungsstoffe können darüber hinaus organische Lösemittel und/oder Wasser enthalten.

Beschichtungsstoffe, die üblicherweise elektrostatisch aufgetragen werden, sind z. B.:

- Lacke
- Pulverlacke
- Flock
- Klebstoffe
- Füller

## 5.2 Entzündbarkeit flüssiger Beschichtungsstoffe

Einstufung flüssiger Beschichtungsstoffe hinsichtlich der Neigung, in feinversprühtem Zustand entzündet werden zu können und damit eine Brand- und Explosionsgefahr hervorzurufen

### ANMERKUNG 1

*Die Entzündbarkeit flüssiger Beschichtungsstoffe in feinversprühtem Zustand ist nicht mit der Einstufung entzündbarer Flüssigkeiten entsprechend der CLP-Verordnung (siehe Abschnitt 4.1.1) gleichzusetzen.*

### ANMERKUNG 2

*Informationen zur Beurteilung flüssiger Beschichtungsstoffe siehe Anhang 2.*

### 5.2.1 Entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe

Stoffe, die im versprühten Zustand (z. B. bei der Verarbeitung in elektrostatischen Sprüheinrichtungen) durch Zündquellen zur Entzündung gebracht werden können und nach Entfernen der Zündquelle weiter brennen oder explosionsartig reagieren.

### 5.2.2 Schwer entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe

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

### 5.2.3 Nicht entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe

Stoffe, die im versprühten Zustand (z. B. 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.

## 5.3 Entzündbare Beschichtungspulver

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

## 5.4 Entzündbarer Flock

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

## 5.5 Sprühsystem

Fest installierte oder z. B. durch Roboter oder Hubgeräte geführte Geräte zum Auftragen von Beschichtungsstoff durch elektrostatische Aufladung.

Das Sprühsystem besteht im Allgemeinen aus folgenden Teilen:

- Versorgungseinrichtung für Beschichtungsstoff
- Hochspannungselektrode
- Hochspannungsversorgung
- Sprühorgan

## 5.6 Handsprüheinrichtung

Handgehaltene oder von Hand geführte Geräte zum elektrostatischen Beschichten mit Beschichtungsstoffen, im Allgemeinen bestehend aus folgenden Teilen:

- Auftragseinrichtung (Applikator)
- Versorgungseinrichtung für Beschichtungsstoff
- Steuergerät
- Hochspannungsversorgung, falls zutreffend (kann in die Auftragseinrichtung integriert sein)
- Verbindungskabel

## 5.7 Explosionsfähige Atmosphäre

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.

## 5.8 Gefährliches explosionsfähiges Gemisch

Ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch ist ein explosionsfähiges Gemisch, das in solcher Menge auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen erforderlich werden.

## 5.9 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.)

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch mit Luft als Oxidationsmittel unter atmosphärischen Bedingungen (Umgebungstemperatur von -20 °C bis +60 °C und Druck von 0,8 bar bis 1,1 bar).

## 5.10 Explosionsgefährdete Bereiche

Explosionsgefährdeter Bereich ist der Gefahrenbereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Die explosionsgefährdeten Bereiche werden nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen eingeteilt.

### 5.10.1 Zone 0

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**

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

### 5.10.2 Zone 1

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

### 5.10.3 Zone 2

Bereiche, in denen im Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und

brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht auftritt, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit.

### 5.10.4 Zone 20

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**

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

### 5.10.5 Zone 21

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

### 5.10.6 Zone 22

Bereiche, in denen bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht auftritt, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit.

## 5.11 Feuergefährdete Räume und Bereiche

Räume oder Bereiche, in denen brennbare Stoffe zu einer hohen Brandbelastung führen (siehe auch TRGS 800).

#### **ANMERKUNG**

*Weitere Anforderungen in feuergefährdeten Bereichen enthält die DGUV Information 209-046.*

## 5.12 Zur Prüfung befähigte Person

Person, die auf Grund ihrer fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet des elektrostatischen Versprühens von flüssigen Beschichtungsstoffen, Pulverlacken oder Flock mit Handsprüheinrichtungen und Sprühsystemen hat. Die befähigte Person ist mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z. B. DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, technische Regeln anderer EG-Mitgliedstaaten) so vertraut, dass sie den arbeitssicheren Zustand von Handsprüheinrichtungen und Sprühsystemen auf Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung prüfen kann.

Zur Prüfung befähigte Personen können bei entsprechender Qualifikation gleichzeitig Elektrofachkräfte nach Abschnitt 5.14 sein.

Weitere Anforderungen an zur Prüfung befähigte Personen sind Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV zu entnehmen.

### 5.13 Unterwiesene Person

Eine unterwiesene Person wurde anhand der Betriebsanweisung durch eine für die Anlage verantwortliche Person über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und, falls erforderlich, angeleert sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und -maßnahmen belehrt.

#### **ANMERKUNG**

*Unterwiesene Personen im Sinne dieser DGUV Information sind in der Regel die Bedienpersonen elektrostatischer Beschichtungsanlagen.*

### 5.14 Elektrofachkraft

Eine Elektrofachkraft kann aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie der Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihr übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen (siehe § 2 Abs. 3 DGUV Vorschrift 3 und 4).

Die Elektrofachkraft hat im Sinne dieser DGUV Information darüberhinausgehend und soweit für die jeweilige Prüftätigkeit erforderlich, folgende Qualifikationen: durch Ausbildung erworbene Kenntnisse auf dem Gebiet des Explosionsschutzes und auf dem Fachgebiet der elektrostatischen Prozesstechnik/Hochspannungstechnik, Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten, Kenntnis der elektrischen Anlage, Kenntnis der Beanspruchung der elektrischen Anlage.

Elektrofachkräfte können bei entsprechender Qualifikation gleichzeitig befähigte Personen nach Abschnitt 5.10 sein.

### 5.15 Elektrotechnisch unterwiesene Person

Eine elektrotechnisch unterwiesene Person wurde durch eine Elektrofachkraft entsprechend Abschnitt 5.14 über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und, falls erforderlich, angeleert sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt.

Anforderungen für elektrotechnisch unterwiesene Personen, die Instandhaltungsarbeiten ausführen, enthält Abschnitt 9.

# 6 Europäische Produktnormen, Typen elektrostatischer Sprühsysteme

Tabelle 6-1 zeigt die aktuellen Produktnormen aus dem Bereich der Lackier- und Beschichtungstechnik im Überblick. Diese Normen konkretisieren die Anforderungen der verbindlichen europäischen Beschaffenheitsrichtlinien 2006/42/EG (Maschinen) sowie 2014/34/EU (explosionsgeschützte Geräte). Sie sind in erster Linie von den Herstellern der Beschichtungsanlage oder von Einrichtungen zum elektrostatischen Beschichten zu berücksichtigen. Sie geben aber auch dem Betreiber bereits in der Planungsphase die Möglichkeit, sich über sicherheitstechnische Anforderungen der Anlage zu informieren.

Mit diesen Informationen kann der Betreiber die Anlage im Rahmen des Pflichtenheftes für den Hersteller detailliert beschreiben, sodass Missverständnisse, z. B. hinsichtlich der bestimmungsgemäßen Verwendung, sowie gegebenenfalls teure und zeitaufwändige Nachrüstungen vermieden werden können. Im

Falle bereits bestehender Anlagen wird mit Hilfe der EG-Konformitätserklärung und der Betriebsanleitung geprüft, ob alle relevanten Normen bei den jeweiligen Anlagen/Anlagenteilen berücksichtigt wurden.

Ein Beispiel soll die Anwendung der Tabelle 6-1 erläutern:

Bei Errichtung eines Spritzstands mit Handsprüheinrichtungen für entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoff ergibt sich aus der Tabelle, dass folgende Regelwerke der Nummern 6.1, 6.4 und 6.5 zu beachten sind: DIN EN 12215, DIN EN 1953 und DIN EN 50050-1.



Tabelle 6-1: Europäische Produktnormen aus dem Bereich der Lackier- und Beschichtungstechnik

Nr.	Produktnorm	Titel/Geltungsbereich	Nasslack			Pulverlack	Flock	Bemerkungen
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar	
6.1	DIN EN 12215	Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen	H/S	H/S	H/S			in Überarbeitung
6.2	DIN EN 13355	Beschichtungsanlagen – Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen	H	H	H			in Überarbeitung
6.3	DIN EN 12981	Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für organische Pulverlacke – Sicherheitsanforderungen				H/S		in Überarbeitung
6.4	DIN EN 1953	Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen	H/S	H/S	H/S	H/S	H/S	
6.5	DIN EN 50050-1	Elektrostatische Handsprüheinrichtungen – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Handsprüheinrichtungen für entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe	H/S*	H/S*	**			
6.6	DIN EN 50050-2	Elektrostatische Handsprüheinrichtungen – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Handsprüheinrichtungen für entzündbares Beschichtungspulver				H/S*		
6.7	DIN EN 50050-3	Elektrostatische Handsprüheinrichtungen – Sicherheitsanforderungen – Teil 3: Handsprüheinrichtungen für entzündbaren Flock					H/S*	
6.8	DIN EN 50059	Bestimmungen für elektrostatische Handsprüheinrichtungen für nichtbrennbare Sprühstoffe für Beschichtungen			H			in Überarbeitung
6.9	DIN EN 50176	Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen – Sicherheitsanforderungen	S	S	**			
6.10	DIN EN 50177	Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren Beschichtungspulvern – Sicherheitsanforderungen				S		
6.11	DIN EN 50223	Stationäre elektrostatische Flockanlagen für entzündbaren Flock – Sicherheitsanforderungen					S	
6.12	DIN EN 50348	Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit nichtentzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen – Sicherheitsanforderungen			S			

\* In den entsprechenden Normen werden auch Anforderungen an Sprühsysteme der Typen A-L, A-P und A-F festgelegt, siehe auch Tabelle 6-2.  
\*\* Nach diesen Normen hergestellte Geräte dürfen auch zur Verarbeitung nichtentzündbarer flüssiger Beschichtungsstoffe eingesetzt werden  
H = Handsprüheinrichtung (manuelle Applikation)  
S = Sprühsystem (automatische Applikation)

Sprühsysteme werden in Abhängigkeit von der maximal zulässigen Entladeenergie und dem zu verarbeitenden Beschichtungsstoff in Typen eingeteilt (Tabelle 6-2). Der Typ des Sprühsystems bestimmt einen Teil der Prüfanforderungen in Abschnitt 8 dieser Information.

Tabelle 6-2: Übersicht der Sprühsystem-Typen für alle Arten von Beschichtungsstoff

Typen*	Produktnorm	Entladeenergie	Gefährdung durch zündfähige Entladung bei der Verarbeitung		Gefährdung durch elektrischen Schlag
			entzündbarer Beschichtungsstoffe	schwer entzündbarer Beschichtungsstoffe	
Typ A-L	DIN EN 50050-1**	< 0,24 mJ	Nein	Nein	Nein
Typ B-L	DIN EN 50176	< 350 mJ	Ja	Nein	Nein
Typ C-L		< 2 J	Ja	Nein	Ja
Typ D-L		> 2 J	Ja	Ja	Ja
Typ A-P	DIN EN 50050-2**	< 2 mJ	Nein	–	Nein
Typ B-P	DIN EN 50177	< 350 mJ	Ja	–	Nein
Typ C-P		> 350 mJ	Ja	–	Ja
Typ B-F	DIN EN 50050-3**	< 350 mJ	Nein	–	Nein
Typ C-F	DIN EN 50223	< 800 mJ	Nein	–	Ja
Typ D-F		> 800 mJ	ja	–	Ja
Typ A-NL	DIN EN 50059**	< 350 mJ	–	–	Nein
Typ B-NL	DIN EN 50348	> 350 mJ	–	–	Ja

\* der zweite Buchstabe in der Typbezeichnung bedeutet:

L – flüssiger Beschichtungsstoff

P – Pulver

F – Flock

NL – nicht entzündbarer flüssiger Beschichtungsstoff

\*\* Anforderungen für diese Typen werden durch Normen für Handsprüheinrichtungen festgelegt.

# 7 Betrieb

## 7.1 Allgemeine Anforderungen

**7.1.1** Der Unternehmer oder die Unternehmerin hat dafür zu sorgen, dass bei Einrichtungen zum elektrostatischen Beschichten die Bestimmungen zur Beschaffenheit (siehe Abschnitt 6) eingehalten sind. Dies wird durch die EG-/EU-Konformitätserklärung und die CE-Kennzeichnung nach den jeweils zutreffenden Europäischen Richtlinien bestätigt.

**7.1.2** Bei nicht verwendungsfertigen Einrichtungen müssen zumindest Einbauerklärung und Montageanleitung mitgeliefert werden. Vor der Inbetriebnahme muss auch in diesem Fall die Konformität für die Gesamtanlage (Gesamtheit von Maschinen) erklärt und die CE-Kennzeichnung vorgenommen werden.

### ANMERKUNG

*Eine Einbauerklärung und Montageanleitung darf nur in Verbindung mit der RL 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie), nicht jedoch in Verbindung mit der RL 2014/34/EU abgegeben werden.*

## 7.2 Inbetriebnahme

**7.2.1** Die Inbetriebnahme durch den Unternehmer oder die Unternehmerin darf erst erfolgen, wenn eine Prüfung nach Abschnitt 8 erfolgreich durchgeführt worden ist.

## 7.3 Betriebsanweisung

**7.3.1** Der Unternehmer oder die Unternehmerin muss für einen sicheren Betrieb der Handsprüheinrichtung oder der Sprühsysteme sowie deren Zubehör eine Betriebsanweisung unter Berücksichtigung der Betriebsanleitung des Herstellers oder Lieferers erstellen. Die Betriebsanweisung muss den Beschäftigten in geeigneter Sprache und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt gemacht werden.

### ANMERKUNG 1

*Siehe auch TRGS 555 sowie DGUV Information 211-010.*

### ANMERKUNG 2

*Muster-Betriebsanweisung siehe Anhänge 8 und 9.*

**7.3.2** Der Unternehmer oder die Unternehmerin muss die beim Umgang mit den verwendeten Beschichtungsstoffen auftretenden Gesundheitsgefahren beurteilen und

die erforderlichen Schutzmaßnahmen treffen (z. B. die Bereitstellung von Atemschutzgeräten). Auf die Maßnahmen muss in geeigneter Form hingewiesen werden.

### ANMERKUNG

*Nach der GefStoffV muss der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin 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 anstelle von konventionellen Lösemittel-Lacken eingesetzt oder emissionsärmere Verfahren verwendet werden. Weiteres siehe DGUV Regel 109-013.*

**7.3.3** Der Unternehmer oder die Unternehmerin muss die beim Umgang mit den verwendeten Beschichtungsstoffen auftretenden Brandgefahren beurteilen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen (z. B. geeignete Feuerlöscheinrichtungen) treffen. Auf die Maßnahmen muss in geeigneter Form hingewiesen werden.

### ANMERKUNG

*Weiteres siehe GefStoffV Anhang 9 Nr.1 und TRGS 800.*

**7.3.4** Für Einrichtungen zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren und schwer entzündbaren Beschichtungsstoffen sind zusätzlich die beim Umgang mit den verwendeten Beschichtungsstoffen auftretenden Explosionsgefahren zu beurteilen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen (z. B. geeignete Feuerlöscheinrichtungen, explosionsgeschützte Betriebsmittel) zu treffen. Auf die Maßnahmen muss in geeigneter Form hingewiesen werden.

### ANMERKUNG

*Muster-Explosionsschutzdokument siehe Anhang.*

## 7.4 Unterweisung

**7.4.1** Die Beschäftigten sind über

- den Betrieb der Handsprüheinrichtungen/Sprühsysteme sowie deren Zubehör,
- die mit dem elektrostatischen Beschichten verbundenen Gefahren,
- die Maßnahmen zu deren Abwendung sowie
- anlagespezifische Schutzmaßnahmen

zu unterweisen.

Die Unterweisung muss vor Aufnahme ihrer Tätigkeit und wiederholend mindestens einmal jährlich erfolgen.

Die Unterweisung muss auch den Umgang mit Feuerlöschern umfassen.

## 7.5 Einsatz von Sprühsystemen und Handsprüheinrichtungen in explosionsgefährdeten Bereichen

**7.5.1** Sprühsysteme und Handsprüheinrichtungen zur Verarbeitung von nicht entzündbaren Beschichtungsstoffen dürfen nicht in explosionsgefährdeten Bereichen betrieben werden.

## 7.6 Arbeitsplatz

**7.6.1** Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme für flüssige Beschichtungsstoffe dürfen nur in Sprühbereichen in Übereinstimmung mit DIN EN 12215 oder unter gleichwertigen Lüftungsbedingungen betrieben werden. Bei den Sprüh-/Spritzkabinen und -ständen für flüssige organische Beschichtungsstoffe handelt es sich um teilweise oder vollständig umschlossene räumliche Bereiche, die technisch belüftet werden.

**7.6.2** Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme für Beschichtungspulver dürfen nur in Sprühbereichen in Übereinstimmung mit DIN EN 12981 oder unter gleichwertigen Lüftungsbedingungen betrieben werden. Bei Pulverbeschichtungskabinen und -ständen handelt es um teilweise oder vollständig umschlossene räumliche Bereiche, die technisch belüftet werden.

**7.6.3** Handsprüheinrichtungen für Flock dürfen nur in Flockbereichen in Übereinstimmung mit DIN EN 12981, Sprühsysteme für Flock dürfen nur in Flockbereichen in Übereinstimmung mit DIN EN 50223 oder unter gleichwertigen Lüftungsbedingungen betrieben werden. Bei Flockkabinen und -ständen handelt es um teilweise oder vollständig umschlossene räumliche Bereiche, die technisch belüftet werden.

**7.6.4** Zündquellen sind zu vermeiden, Rauchen und offenes Feuer in feuer- und explosionsgefährdeten Bereichen ist zu untersagen.

**7.6.5** Arbeitsbereiche an elektrostatischen Lackieranlagen sind mindestens mit folgenden Warn- und Verbotsschildern zu kennzeichnen:

- D-P006 „Zutritt für Unbefugte verboten“;
- W012 „Warnung vor elektrischer Spannung“.

Arbeitsbereiche an elektrostatischen Lackieranlagen sind bei Entladeenergien von > 2 mJ mit dem Verbotsschild P007 „Kein Zutritt für Personen mit Herzschrittmachern oder implantierten Defibrillatoren“ zu kennzeichnen.

Zusätzlich sind Arbeitsbereiche an oder in Lackieranlagen zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren und schwer entzündbaren Beschichtungsstoffen mindestens mit folgenden Warn- und Verbotsschildern zu kennzeichnen:

- D-W021 „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“.

### ANMERKUNG

*Kennzeichnung gemäß ASR A1.3, siehe auch Anhänge 8 und 9.*

## 7.7 Innenbeschichten von Hohlkörpern

**7.7.1** Das Innenbeschichten von Hohlkörpern mit Sprühsystemen oder Handsprüheinrichtungen darf nur unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt wird. Besondere Schutzmaßnahmen sind z. B.:

- Spezielle Lüftungsmaßnahmen
- Inertisierung
- Verwendung von Explosionsunterdrückungssystemen

### ANMERKUNG 1

*Beim Innenbeschichten ohne besondere Schutzmaßnahmen besteht die Gefahr der Zündung eines hierbei gebildeten Gemisches.*

### ANMERKUNG 2

*Zu den Hohlkörpern können z. B. Röhren, Feuerlöschbehälter gehören.*

### ANMERKUNG 3

*Siehe DGUV Regel 113-004*

### ANMERKUNG 4

*Die elektrostatische Innenbeschichtung kann zu einer gefährlichen Ladungsansammlung führen.*

## 7.8 Verwendung von isolierenden Abdeckungen und Folien

**7.8.1** Isolierende Oberflächen und die Verwendung von isolierenden Abdeckungen und Folien (einschließlich Aufbringen von Schutzlacken) sind besonders beim elektrostatischen Beschichten mit der Gefahr elektrostatischer Auf- und anschließender Entladung verbunden und sollten daher grundsätzlich vermieden werden. Zu unterscheiden sind:

- Gleitstielbüschelentladungen, die wirksame Zündquellen für alle Gemische darstellen und gleichzeitig Personen gefährden;
- Büschelentladungen, die zündfähig für Lösemitteldampf-Luft-Gemische sind, Personen jedoch nicht gefährden und auch Pulver-Luft-Gemische nicht zünden können.

Kann auf die Verwendung von Abdeckungen und Folien nicht verzichtet werden, müssen Maßnahmen nach Abschnitt 7.8.2 und 7.8.3 getroffen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Maßnahmen zur Vermeidung von Büschelentladungen den Maßnahmen zur Vermeidung von Gleitstielbüschelentladungen teilweise widersprechen.

**7.8.2** Gleitstielbüschelentladungen entstehen, wenn isolierende Oberflächen, Abdeckungen und Folien mit einer Dicke von  $< 8$  mm, die auf einer Fläche von  $> 5$  cm<sup>2</sup> mit geerdetem leitfähigem Material (z. B. Werkstück, Kabinenwand) hinterlegt sind, durch einen stark ladungserzeugenden Prozess wie das elektrostatische Beschichten (stärker als manuelles Reiben) aufgeladen werden.

Gleitstielbüschelentladungen müssen durch eine der folgenden Maßnahmen verhindert werden:

- Nachweis durch Messung vor Ort, dass die maximale, von den isolierenden Oberflächen, Abdeckungen und Folien übertragene Ladung – bei vorheriger Aufladung durch das elektrostatische Beschichtungssystem mit maximaler Hochspannung im Betrieb – bei Auftreten von explosionsfähiger Lösemitteldampf-Luft-Gemischen den Grenzwert von 60 nC bzw. bei Auftreten von explosionsfähiger Pulver-Luft-Gemischen den Grenzwert von 200 nC einhält;
- Herstellernachweis oder Nachweis durch Messung vor Ort, dass die Durchschlagspannung der auf den Objekten vorhandenen isolierenden Oberflächen (z. B. Lackschicht, Kunststoffüberzug), Abdeckungen und Folien – gemessen entsprechend dem Kurzzeit-Test (schneller Anstieg) in IEC 60243-1 mit den zusätzlichen Anforderungen der IEC 60243-2 für DC-Tests – den Grenzwert von  $\leq 4$  kV einhält;

- Auswahl eines geeigneten Materials für leit- oder ableitfähige Oberflächen, Abdeckungen und Folien, so dass nachstehende Grenzen nicht überschritten werden:
  - 1 G $\Omega$ , gemessen bei  $(50 \pm 5)$  % relativer Luftfeuchte; oder
  - 100 G $\Omega$ , gemessen bei  $(30 \pm 5)$  % relativer Luftfeuchte
 Die Oberflächen, Abdeckungen und Folien müssen mit einem Ableitwiderstand von maximal 1 G $\Omega$  in den Potentialausgleich einbezogen sein;
- Aufbringen einer dauerhaften, leitfähigen Beschichtung auf den Oberflächen, Abdeckungen und Folien. Die Beschichtung muss mit einem Ableitwiderstand von maximal 1 G $\Omega$  in den Potentialausgleich einbezogen sein;
- In Bereichen mit ausschließlich explosionsfähigen Staub-Luft-Gemischen Erhöhung der Dicke der isolierenden Oberflächen, Abdeckungen und Folien, die auf einer Fläche  $> 5$  cm<sup>2</sup> mit geerdetem leitfähigem Material (z. B. Werkstück, Kabinenwand) hinterlegt sind, auf  $\geq 8$  mm.

**7.8.3** Büschelentladungen entstehen auf isolierenden Oberflächen und wenn isolierende Oberflächen, Abdeckungen und Folien mit einer Dicke von  $\geq 2$  mm, die auf einer Fläche von  $> 5$  cm<sup>2</sup> mit geerdeten leitfähigem Material (z. B. Werkstück, Kabinenwand) hinterlegt sind, durch manuelles Reiben aufgeladen werden.

Büschelentladungen entstehen auch, wenn isolierende Oberflächen, Abdeckungen und Folien mit einer Dicke von  $\geq 8$  mm, die auf einer Fläche von  $> 5$  cm<sup>2</sup> mit geerdeten leitfähigem Material (z. B. Werkstück, Kabinenwand) hinterlegt sind, durch stark ladungserzeugende Prozesse, wie das elektrostatische Beschichten, aufgeladen werden.

Gefährliche Büschelentladungen müssen verhindert werden. Dazu müssen nach der Aufladung durch das elektrostatische Beschichtungssystem bei maximaler Hochspannung im Betrieb Messungen durchgeführt werden, die bestätigen, dass die maximale, von den Oberflächen, Abdeckungen und Folien übertragene Ladung folgende Grenzwerte nicht überschreitet: 60 nC bei Auftreten von explosionsfähigen Lösemittel-Luft-Gemischen; 100 nC bei Auftreten von explosionsfähigen Pulver-Luft-Gemischen.

## 7.9 Reinigung – Allgemeines

- 7.9.1 Soweit möglich sind nicht entzündbare Reinigungsmittel zu verwenden.
- 7.9.2 Für entzündbare Reinigungsmittel dürfen nur elektrisch leitfähige oder ableitfähige und geerdete Behälter verwendet werden.
- 7.9.3 Die technische Lüftung muss während der Reinigungsarbeiten wirksam sein.

### ANMERKUNG

*Hiervon darf abgewichen werden, wenn Explosions- und Gesundheitsgefahren durch die Eigenschaften des Reinigungsmittels ausgeschlossen sind.*

## 7.10 Reinigung der Arbeitsumgebung (z. B. Kabine, Stand, Fördertechnik)

- 7.10.1 Ablagerungen von Beschichtungsstoffen müssen in angemessenen Zeitabständen entfernt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass insbesondere Sprühstände und -kabinen, einschließlich der technischen Lüftung, Lacknebelabscheider und deren Umgebung gereinigt werden. Zeitabstände sind in der Betriebsanweisung oder dem Reinigungsplan anzugeben.

### ANMERKUNG 1

*Angemessene Zeitabstände richten sich nach den betrieblichen Gegebenheiten.*

### ANMERKUNG 2

*Zu Reinigungstätigkeiten siehe DGUV Information 209-014 und DGUV Information 209-046.*

- 7.10.2 Sprühstände und -kabinen für Pulverbeschichtung sind mit geeigneten Industriestaubsaugern entsprechend der Kategorie 3D nach RL 2014/34/EU zu reinigen. Sie müssen jedoch mindestens für die Aufnahme brennbarer Stäube geeignet sein, wenn die Bildung einer g. e. A. während der Reinigung verhindert ist.
- 7.10.3 Der Unternehmer oder die Unternehmerin muss sicherstellen, dass die Werkstückaufnahmen regelmäßig gereinigt werden, damit die zu beschichtenden Werkstücke stets zuverlässig geerdet sind.

## 7.11 Reinigung der Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme

Das Spülen der Handsprüheinrichtungen sollte vorzugsweise mit speziellen Pistolenreinigungsvorrichtungen durchgeführt werden (Abb. 7-1).

- 7.11.2 Reinigungsarbeiten mit brennbaren Reinigungsmitteln (siehe Tabelle 4-1) dürfen ausschließlich mit leit- oder ableitfähigen und geerdeten Betriebs- und Hilfsmitteln (z. B. Auffangbehälter, Trichter, Transportwagen) durchgeführt werden. Die Arbeiten müssen in elektrostatisch ableitfähiger Umgebung (insbesondere Bodenbelag) und bei wirksamer technischer Lüftung erfolgen.
- 7.11.3 Die verwendete persönliche Schutzausrüstung muss die erforderlichen Ableitfähigkeit ( $\leq 10^8 \Omega$ ) aufweisen.
- 7.11.4 Die Reinigung darf nur im spannungslosen Zustand der Geräte durchgeführt werden, z. B. durch Ausschalten des Steuergeräts/Energieerzeugers oder Trennen der Energieversorgungsleitung.



Abb. 7-1 Reinigungsvorrichtung für Handsprüheinrichtungen

- 7.11.5** Vor Beginn der Reinigung muss sichergestellt sein, dass hochspannungsführende Teile auf eine Restenergie von < 0,24 mJ entladen sind.

**ANMERKUNG**

Spül- und Reinigungsprozesse können aufgrund der verwendeten Reinigungsmittel und Strömungsgeschwindigkeiten zu einer Aufladung > 0,24 mJ führen.



**Hinweise:**

Bei Sprühsystemen des Typs A-L nach DIN EN 50176 und Handsprüheinrichtungen nach DIN EN 50050-1 ist die Forderung nach Entladung auf unter 0,24 mJ bauartbedingt erfüllt. Dies gilt jedoch nur für vollständig zusammengebaute Geräte. Fehlende Teile können die Einhaltung der Entladeenergiegrenze gefährden.

Eine Überschreitung der Entladeenergiegrenze kann auch durch Verunreinigungen und kleine Beschädigungen des Sprühgeräts verursacht werden.

- 7.11.6** Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme für nicht entzündbare Beschichtungsstoffe dürfen nicht mit entzündbaren Reinigungsmitteln gespült werden.

**7.12 Voraussetzungen für das Begehen von Sprühkabinen**

- 7.12.1** Alle hochspannungsführenden Teile von Sprühsystemen müssen nach Abschaltung der Hochspannung auf eine Entladeenergie von weniger als 350 mJ entladen sein, bevor diese Teile erreicht werden können.

Die Entladezeit muss unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse festgelegt werden.

**ANMERKUNG**

Der Aufenthalt in Sprühkabinen kann z. B. zum Führen zusätzlicher Handsprüheinrichtungen erforderlich sein.

- 7.12.2** In Kabinen mit Sprühsystemen dürfen im Handbereich keine Systeme mit einer Entladeenergie von mehr als 350 mJ betrieben werden.

**ANMERKUNG**

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 DGUV Information 203-001).

- 7.12.3** Die entnehmbare Entladeenergie hochspannungsführender Teile muss weniger als 0,24 mJ betragen, wenn zu Reinigungszwecken entzündbare Flüssigkeiten verwendet werden.

- 7.12.4** Personen dürfen unzuträglichen Wirkungen des elektrischen Feldes nicht ausgesetzt sein.

- 7.12.5** Bei Verwendung von Handsprüheinrichtungen müssen Fußböden von Sprühstand und Sprühkabine elektrostatisch ableitfähig sein. Der gemessene Ableitwiderstand muss kleiner als  $10^8 \Omega$  sein.

**ANMERKUNG**

Sauberer, unbeschichteter Beton ohne Kunststoffzusatz ist ausreichend ableitfähig, siehe TRGS 727

**7.13 Persönliche Schutzausrüstung**

- 7.13.1** Personen, die mit Handsprüheinrichtungen arbeiten, und alle Personen, die sich im Bereich des ableitfähigen Fußbodens aufhalten, müssen ableitfähiges Schuhwerk entsprechend DIN EN 61340-4-3 benutzen. Der elektrische Durchgangswiderstand muss kleiner als  $10^8 \Omega$  sein. (siehe Abschnitt 7.1 von TRGS 727).

Die persönliche Schutzausrüstung muss von der Unternehmensleitung zur Verfügung gestellt werden.

**ANMERKUNG 1**

Ableitfähiges Schuhwerk hat einen hinreichend geringen Durchgangswiderstand, der die Ansammlung elektrostatischer Ladungen verhindert.

**ANMERKUNG 2**

Fußschutz siehe auch DGUV Regel 112-191 und 112-991

- 7.13.2** In Sprühkabinen muss Atemschutz benutzt werden, wenn die Lösemittel- und Lackaerosolkonzentration bzw. die Pulverlack-Konzentration in der Luft im Atembereich der Personen oberhalb der Grenze der Gesundheitsschädigung liegt.

Dies gilt auch für automatische Beschichtungseinrichtungen, wenn Kabinen, z. B. zu Wartungs- und Reinigungsarbeiten, von Personen begangen werden.

**ANMERKUNG 1**

Luftgrenzwerte für Lösemittel-Konzentrationen siehe TRGS 900.

**ANMERKUNG 2**

Pulverkonzentration im Atembereich: Einatembarer Staub < 10 mg/m<sup>3</sup>, Feinstaub < 1,25 mg/m<sup>3</sup>.

- 7.13.3** Wenn Schutzhandschuhe benutzt werden, darf deren gemessener Durchgangswiderstand 10<sup>8</sup> Ω nicht überschreiten. Die Messung des Widerstands muss entsprechend DIN EN 1149-2 durchgeführt werden.

Alternativ können Schutzhandschuhe verwendet werden, bei denen die Handflächen-Ausschnitte wenigstens 20 cm<sup>2</sup> betragen.

**ANMERKUNG**

Schutzhandschuhe siehe auch DGUV Regel 112-195 und 112-995

- 7.13.4** Bei Reinigungsarbeiten mit Reinigungsmitteln muss persönliche Schutzausrüstung nach den Vorgaben in den Sicherheitsdatenblättern benutzt werden. Diese PSA muss gleichzeitig die Anforderungen von 7.13.2 und 7.13.3 erfüllen.

**7.14 Arbeiten mit Zündgefahr**

- 7.14.1** Arbeiten mit Zündgefahr in feuergefährdeten Räumen sowie in feuer- und explosionsgefährdeten Bereichen dürfen nicht ohne besondere Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Besondere Schutzmaßnahmen sind z. B. das Entfernen von Beschichtungsstoffen, Lösemitteln und anderen brennbaren Gütern; die vorherige Reinigung aller Anlagen- und Gebäudeteile; das Sicherstellen ausreichender Lüftung. Für Arbeiten mit Zündgefahr in feuergefährdeten Räumen sowie in feuer- und explosionsgefährdeten Bereichen ist eine schriftliche Erlaubnis durch die Unternehmerin oder den Unternehmer erforderlich.

**ANMERKUNG 1**

Derartige Arbeiten sind z. B. Arbeiten mit Funkenflug (Schleifen), Feuerarbeiten (Schweißen und Schneiden) und Bohrarbeiten sowie Arbeiten mit funkenreißenden Maschinen oder Werkzeugen. Siehe auch TRBS 2152 Teil 3 und TRBS 1112-1.

**ANMERKUNG 2**

Arbeiten mit Zündgefahr können z. B. bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten notwendig sein.

**ANMERKUNG 3**

Einen Muster-Erlaubnisschein für Arbeiten mit Zündgefahr enthält die DGUV Information 209-046.

- 7.14.2** In der Nähe von Öffnungen feuer- und explosionsgefährdeter Räume und Bereiche dürfen Arbeiten mit Zündgefahr nur ausgeführt werden, wenn keine Zündquellen in diese Räume und Bereiche gelangen können.

**ANMERKUNG**

Öffnungen können z. B. Türen, Tore, Fenster, Mauerdurchbrüche sein.



# 8 Prüfung

## 8.1 Allgemeines

Die Prüfung von Arbeitsmitteln, überwachungsbedürftigen Anlagen und des im Explosionsschutzdokument dargelegten Explosionsschutzkonzepts umfasst:

- die Ermittlung des Istzustands
- den Vergleich des Istzustands mit dem Sollzustand
- die Feststellung von Abweichungen
- die Bewertung der Abweichungen

Der Istzustand ist der durch die Prüfung festgestellte Zustand des Prüfungsgegenstands.

Der 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.

Prüfungen an Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen gliedern sich grundsätzlich in Ordnungsprüfungen und technische Prüfungen.

Dieser Abschnitt zeigt, welche Prüfungen an elektrostatischen Beschichtungsanlagen insgesamt durchzuführen sind. Er unterstützt damit:

- beauftragte Personen (z. B. unterwiesene/befähigte Personen) bei der Durchführung von Prüfungen
- Unternehmerinnen und Unternehmer sowie Betreiber bei der Erfüllung der Anforderungen aus den BetrSichV und der GefStoffV.

Art, Umfang und Häufigkeit der Prüfungen sind vom Betreiber unter Berücksichtigung der betrieblichen (z. B. Handsprühverfahren mit entzündbarem Beschichtungsstoff) und örtlichen (z. B. Ausdehnung des explosionsgefährdeten Bereiches) Verhältnisse auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung festzulegen. Diese Prüfungen können z. B. auch anhand von Prüflisten nach der Handlungshilfe „Prüfungen an Lackieranlagen“ (siehe VDMA-Einheitsblatt 24365) erstellt werden.

Die zuständige Behörde kann im Einzelfall einen schriftlichen Nachweis in Form eines Prüfbuchs/einer Prüfkartei oder eines EDV-Prüfprotokolls verlangen. Prüfaufzeichnungen müssen den Anforderungen des § 17 der BetrSichV entsprechen.

Alternativ zu den wiederkehrenden Prüfungen nach Abschnitt 8.1.5 und 8.1.6 kann die Anlagensicherheit durch ein Instandhaltungskonzept auf Basis der Gefährdungsbeurteilung gewährleistet werden. Die Wirksamkeit des Instandhaltungskonzepts ist im Rahmen der Prüfungen nach Abschnitt 8.1.4 zu bewerten. Die im Rahmen des Änderungs- und Instandhaltungskonzepts durchgeführten Arbeiten und Maßnahmen an der Anlage sind zu dokumentieren und der Behörde auf Verlangen darzulegen. Informationen zur Instandhaltungsarbeiten sind in Abschnitt 9 enthalten. Prüfaufzeichnungen müssen den Anforderungen des § 17 der BetrSichV entsprechen.



### Hinweis:

Zusätzlich zu den in diesem Abschnitt beschriebenen Prüfungen an Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen auf Grundlage der Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung sind Geräte, die mit Niederspannung (Netzspannung) betrieben werden, z. B. Steuergeräte oder Netzteile, entsprechend den Anforderungen der DGUV Vorschrift 3 und 4 zu prüfen.

Für Prüfungen nach Abschnitt 8.3 ist eine automatische Überwachung als gleichwertig anzusehen.

Art der Prüfung	Rechtsgrundlage	Qualifikation entsprechend BetrSichV	Beispiele	Zeitpunkt
<b>8.1.1</b> Einfache Überprüfungen	Festlegungen gemäß § 4 Abs. 5 BetrSichV	Unterrichtete Person	Vorhandensein von Erdungsmaßnahmen Zustand der persönlichen Schutzausrüstung Zustand der Handsprüh-einrichtung	Regelmäßig
<b>8.1.2</b> Prüfungen an Arbeitsmittel, deren Sicherheit von den Montagebedingungen abhängt *	§ 14 Abs. 1 BetrSichV	Befähigte Person § 2 Abs. 6	Beschichtungsanlagen insgesamt	Vor Inbetriebnahme
<b>8.1.3</b> Prüfungen an Arbeitsmitteln, die Schäden verursachenden Einflüssen ausgesetzt sind, die zu Gefährdungen der Beschäftigten führen können *	§ 14 Abs. 2 BetrSichV	Befähigte Person § 2 Abs. 6	Prüfung der elektrischen Sicherheit an Sprühsystemen und Handsprüheinrichtungen	Wiederkehrend, Frist entsprechend Gefährdungsbeurteilung
<b>8.1.4</b> Prüfungen an Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	§§ 15, 16 BetrSichV, Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV	Befähigte Person/ZÜS Anhang 2, Abschnitt 3 Nr. 3.3	Prüfung des Explosionsschutzkonzepts im Explosionsschutzdokument, z. B. Zoneneinteilung, Vorhandensein von Schutzeinrichtungen, Lüftungsanlagen, Gaswarngeräten	Vor Inbetriebnahme Nach prüfpflichtigen Änderungen/nach Instandsetzung Mindestens alle sechs Jahre
<b>8.1.5</b> Prüfungen an Geräten, Schutzsystemen (...) im Sinne der RL 2014/34/EU	§ 16 BetrSichV, Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV	Befähigte Person/ZÜS Anhang 2, Abschnitt 3 Nr. 3.1	Leuchten, Motoren, Rührwerke	Mindestens alle drei Jahre
<b>8.1.6</b> Prüfungen an Lüftungsanlagen, Gaswarngeräten, Inertisierungseinrichtungen mit Funktion im Explosionsschutz	§ 16 BetrSichV, Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV	Befähigte Person/ZÜS Anhang 2, Abschnitt 3 Nr. 3.1		Mindestens jährlich

\* bei explosionsgeschützten/überwachungsbedürftigen Arbeitsmitteln nur erforderlich, wenn nicht bereits durch Prüfungen nach Nr. 8.1.4 bis 8.1.6 abgedeckt

Lfd. Nr.	* Die genannten Fristen sind Mindestanforderungen; zusätzliche Prüfungen werden bei sicherheits- und gesundheitsschutzrelevanten Änderungen erforderlich.	H = Handsprüheinrichtung S = Sprühsystem	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen*
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar	entzündbar	entzündbar				
<b>8.2</b>	<b>Ordnungsprüfung</b>										
<b>8.2.1</b>	Kennzeichnung von Handsprühgeräten als Geräte der Kategorie 2G bzw. 2D nach RL 2014/34/EU <sup>2</sup> <b>ANMERKUNG</b> <i>Diese Forderung gilt wegen der besonderen Bedingungen beim elektrostatischen Handbeschichten auch dann, wenn ein explosionsgefährdeter Bereich der Zone 2 oder 22 festgelegt wurde.</i>	H	X			X		BP	OP	X	alle 3 Jahre
<b>8.2.2</b>	Kennzeichnung von Handsprühgeräten als Geräte der Kategorie 3D nach RL 2014/34/EU	H					X	BP	OP	X	alle 3 Jahre
<b>8.2.3</b>	Kennzeichnung der in Zone 1 oder 21 verwendeten Sprühsysteme als Geräte der Kategorie 2G bzw. 2D nach RL 2014/34/EU	S	X	X		X		BP	OP	X	alle 3 Jahre
<b>8.2.4</b>	Kennzeichnung der in Zone 2 oder 22 verwendeten Sprühsysteme als Geräte der Kategorie 3G bzw. 3D nach RL 2014/34/EU	S	X	X		X	X	BP	OP	X	alle 3 Jahre
<b>8.2.5</b>	Verwendung von Sprühsystemen zur Verarbeitung schwer entzündbarer Beschichtungsstoffe nach RL 2014/34/EU <sup>2</sup> Sprühsysteme zur Verarbeitung schwer entzündbarer Beschichtungsstoffe dürfen nicht mit entzündbaren Beschichtungsstoffen betrieben werden. Zusätzlich dürfen nur schwer entzündbaren Löse- und Reinigungsmitteln oder nicht entzündbare Gemische verwendet werden. <b>ANMERKUNG</b> <i>Sprühsysteme vom Typ B-L und C-L, die ausschließlich zur Verarbeitung schwer entzündbarer Beschichtungsstoffe geeignet sind, weisen geringere Schutzmaßnahmen auf und sind deshalb zusätzlich mit einem „X“ gekennzeichnet.</i>	S		B-L C-L				BP	OP	X	alle 3 Jahre
<b>8.2.6</b>	Verwendung von Sprühsystemen und Handsprüheinrichtungen zur Verarbeitung nicht entzündbarer/nicht brennbarer Beschichtungsstoffe nach RL 2006/42/EG Sprühsysteme und Handsprüheinrichtungen zur Verarbeitung nicht entzündbarer/nicht brennbarer Beschichtungsstoffe dürfen nicht mit schwer entzündbaren oder entzündbaren Beschichtungsstoffen betrieben werden. Zusätzlich dürfen nur nicht entzündbare Löse- und Reinigungsmitteln und nicht entzündbare Gemische verwendet werden.	H/S			X			BP	OP	X	alle 3 Jahre

Legende:

HE Hersteller  
BP befähigte Person  
UP unterwiesene Person  
EFK Elektrofachkraft  
BSB Brandschutzbeauftragte(r)

OP Ordnungsprüfung  
TP Technische Prüfung  
SI Sichtprüfung  
FU Funktionsprüfung  
ME Messung  
SÜ Ständige Überwachung

B-L, C-L, D-L, B-P, C-P, B-F, C-F, D-F, B-NL, C-NL

Sprühsystem-Typen siehe Tabelle 6-2

2 Bis 19. April 2016 RL 94/9/EG; bestehende Konformitätserklärungen und Kennzeichnungen nach RL 94/9/EG behalten ihre Gültigkeit.

Lfd. Nr.	* Die genannten Fristen sind Mindestanforderungen; zusätzliche Prüfungen werden bei sicherheits- und gesundheitsschutzrelevanten Änderungen erforderlich.	H = Handsprüheinrichtung S = Sprühsystem	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen*																								
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar																														
<b>8.2.7</b>	Benutzerinformation Folgende Dokumente müssen vorliegen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsanleitung</li> <li>• Wartungsanleitung</li> <li>• Hinweise zu Reinigung und Instandsetzung</li> <li>• Warnvermerke</li> <li>• Empfehlungen zu Prüfintervallen</li> </ul>		X	X	X	X	X	BP	OP	X	alle 3 Jahre																								
<b>8.2.8</b>	Betriebliche Dokumentation Folgende Dokumente müssen erstellt werden und verfügbar sein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefährdungsbeurteilung</li> <li>• Explosionsschutzdokument</li> <li>• Betriebsanweisung</li> <li>• Arbeitsanweisung</li> <li>• Unterweisungsnachweise</li> <li>• Warnschilder</li> <li>• Nachweis über Prüftätigkeiten</li> </ul> <b>ANMERKUNG</b> <i>Die Anfertigung des Explosionsschutz-Dokuments ist nur erforderlich, wenn gefährliche Mengen oder Konzentrationen von Gefahrstoffen, die zu Brand- und Explosionsgefährdungen führen können, auftreten. Es wird jedoch empfohlen, mit dem Dokument auch die Feuergefährdung zu beurteilen.</i>		X	X	X	X	X	BP	OP	X	alle 3 Jahre																								
<b>8.3</b>	<b>Technische Prüfungen</b>																																		
<b>8.3.1</b>	<b>Technische Lüftung</b>																																		
<b>8.3.1.1</b>	Wirksamkeit der technischen Lüftung		X	X	X	X	X	UP/ BP	SÜ	SÜ																									
<b>8.3.1.2</b>	Verriegelung zwischen technischer Lüftung und Hochspannung, Druckluft und Beschichtungsstoffzufuhr <b>ANMERKUNG</b> <i>Siehe 5.6.2.4 b) der DIN EN 12215</i>		X	X	X	X	X	BP	FU	X	jährlich																								
<b>8.3.1.3</b>	Messung der Verteilung der Luftsinkgeschwindigkeiten <b>ANMERKUNG</b> <i>Durchführungshinweise zur Messung siehe Anhang 6</i>		H	X	X	X	X	UP/BP	ME	X	jährlich																								
<b>8.3.2</b>	<b>Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme</b>																																		
<b>8.3.2.1</b>	Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme sind vollständig und frei von sicherheitsrelevanten Modifikationen, Beschädigungen und Verunreinigungen.		X	X	X	X	X	UP	SI	X	täglich																								
<p>Legende:</p> <table> <tr> <td>HE</td> <td>Hersteller</td> <td>OP</td> <td>Ordnungsprüfung</td> </tr> <tr> <td>BP</td> <td>befähigte Person</td> <td>TP</td> <td>Technische Prüfung</td> </tr> <tr> <td>UP</td> <td>unterwiesene Person</td> <td>SI</td> <td>Sichtprüfung</td> </tr> <tr> <td>EFK</td> <td>Elektrofachkraft</td> <td>FU</td> <td>Funktionsprüfung</td> </tr> <tr> <td>BSB</td> <td>Brandschutzbeauftragte(r)</td> <td>ME</td> <td>Messung</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>SÜ</td> <td>Ständige Überwachung</td> </tr> </table> <p>B-L, C-L, D-L, B-P, C-P, B-F, C-F, D-F, B-NL, C-NL</p> <p>Sprühsystem-Typen siehe Tabelle 6-2</p>												HE	Hersteller	OP	Ordnungsprüfung	BP	befähigte Person	TP	Technische Prüfung	UP	unterwiesene Person	SI	Sichtprüfung	EFK	Elektrofachkraft	FU	Funktionsprüfung	BSB	Brandschutzbeauftragte(r)	ME	Messung			SÜ	Ständige Überwachung
HE	Hersteller	OP	Ordnungsprüfung																																
BP	befähigte Person	TP	Technische Prüfung																																
UP	unterwiesene Person	SI	Sichtprüfung																																
EFK	Elektrofachkraft	FU	Funktionsprüfung																																
BSB	Brandschutzbeauftragte(r)	ME	Messung																																
		SÜ	Ständige Überwachung																																

Lfd. Nr.	* Die genannten Fristen sind Mindestanforderungen; zusätzliche Prüfungen werden bei sicherheits- und gesundheitsschutzrelevanten Änderungen erforderlich.	H = Handsprüheinrichtung S = Sprühsystem	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen*
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar						
8.3.2.1.1	Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme entsprechen der festgelegten Spezifikation bezüglich folgender Parameter: maximale Ausgangshochspannung, Schutzwiderstände, Kurzschlussstrom.										
		H/S	X	X	X	X	X	BP	ME	X	jährlich
8.3.2.1.2	Alle leitfähigen Teile der Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme sind geerdet.										
		H/S	X	X	X	X	X	BP	ME	X	jährlich
8.3.2.2	Sichere Abschaltung der Hochspannung bei <b>spannungsgesteuerter und spannungskonstanter Betriebsart</b> Die Abschaltswelle $I_{ij}$ ist unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse festzulegen und zu dokumentieren. Es ist zu überprüfen, ob die Steuerung bei einem nicht zulässigen Anstieg des Betriebsstroms $I_b$ und Erreichen der Abschaltswelle $I_{ij}$ die Hochspannung abschaltet und das Sprühsystem ausreichend entladen wird. Bei wiederkehrenden Prüfungen ist die bei der Erstprüfung festgelegte Abschaltswelle $I_{ij}$ zu überprüfen.										
	<p><b>ANMERKUNG</b> Unzulässig ist eine Abschaltswelle <math>I_{ij}</math>, bei der damit gerechnet werden muss, dass es zu gefährlichen Entladungen oder Überschlägen zwischen hochspannungsführenden und geerdeten Teilen der Anlage kommt, wenn der Sicherheitsabstand unterschritten wird. Unzulässig sind gefährliche Entladungen bzw. Überschläge nach der Abschaltung durch eine unzureichende Entladung des Sprühsystems.</p>										
8.3.2.2.1	Bei Geräten der Kategorie 3 bzw. ohne Kategorie bei Geräten für nichtentzündbare Nasslacke muss die Abschaltung spätestens nach der ersten Entladung erfolgen.										
		S	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	B-F C-F D-F	BP	FU	X	wöchentlich
8.3.2.2.2	Bei Geräten der Kategorie 2 muss die Abschaltung vor der ersten Entladung erfolgen; hierfür ist bei der Erstprüfung und bei jährlich wiederkehrenden Prüfungen eine spezielle Prüfprozedur erforderlich, siehe Anhang 7.										
		S	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L		B-P C-P		BP	FU	X	täglich
8.3.2.3	Sichere Abschaltung der Hochspannung bei <b>stromkonstanter Betriebsart</b> Die Abschaltswelle $U_{min}$ ist unter Berücksichtigung der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse festzulegen und zu dokumentieren. Es ist zu prüfen, ob die Steuerung bei einem nicht zulässigen Abfallen der Betriebsspannung $U_b$ und Erreichen der Abschaltswelle $U_{min}$ die Hochspannung abschaltet und das Sprühsystem ausreichend entladen wird. Bei wiederkehrenden Prüfungen ist die bei der Erstprüfung festgelegte Abschaltswelle $U_{min}$ zu überprüfen.										
	<p><b>ANMERKUNG</b> Unzulässig ist eine Abschaltswelle <math>U_{min}</math>, bei der damit gerechnet werden muss, dass es zu gefährlichen Entladungen bzw. Überschlägen zwischen hochspannungsführenden und geerdeten Teilen der Anlage kommt, wenn der Sicherheitsabstand unterschritten wird. Unzulässig sind gefährliche Entladungen bzw. Überschläge nach der Abschaltung durch eine unzureichende Entladung des Sprühsystems.</p>										
8.3.2.3.1	Bei Geräten der Kategorie 3 bzw. ohne Kategorie bei Geräten für nichtentzündbare Nasslacke muss die Abschaltung spätestens nach der ersten Entladung erfolgen.										
		S	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	B-F C-F D-F	BP	FU	X	wöchentlich

Legende:

HE Hersteller  
BP befähigte Person  
UP unterwiesene Person  
EFK Elektrofachkraft  
BSB Brandschutzbeauftragte(r)

OP Ordnungsprüfung  
TP Technische Prüfung  
SI Sichtprüfung  
FU Funktionsprüfung  
ME Messung  
SÜ Ständige Überwachung

B-L, C-L, D-L, B-P, C-P, B-F, C-F, D-F, B-NL, C-NL

Sprühsystem-Typen siehe Tabelle 6-2

Lfd. Nr.	* Die genannten Fristen sind Mindestanforderungen; zusätzliche Prüfungen werden bei sicherheits- und gesundheitsschutzrelevanten Änderungen erforderlich.	H = Handsprühleinrichtung S = Sprühsystem	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen*
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar						
<b>8.3.2.3.2</b>	Bei Geräten der Kategorie 2 muss die Abschaltung vor der ersten Entladung erfolgen; hierfür ist bei der Erstprüfung und bei jährlich wiederkehrenden Prüfungen eine spezielle Prüfprozedur erforderlich, siehe Anhang 7	S	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L		B-P C-P		BP	FU	X	täglich
<b>8.3.2.4</b>	<p>Schutz gegen zu hohe Entladeenergie</p> <p>Nach Abschaltung der Hochspannung müssen alle hochspannungsführenden Teile auf eine Entladeenergie von weniger als 350 mJ entladen sein, bevor sie erreicht werden können. Die Entladezeit ist auf Grund der betrieblichen und örtlichen Verhältnisse festzulegen.</p>	S	C-L D-L	C-L D-L	B-NL	C-P	C-F D-F	BP	FU	X	wöchentlich
<b>8.3.2.5</b>	<p>Schutz gegen Zündung von entzündbaren Reinigungsmitteln:</p> <p>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 sie erreicht werden können.</p> <p><sup>1)</sup> Verwendung entzündbarer Flüssigkeiten zu Reinigungszwecken grundsätzlich nicht zulässig.</p> <p><sup>2)</sup> Bei Geräten der Kategorie 2: vor jedem Reinigungsvorgang.</p> <p><sup>3)</sup> Bauartbedingte erfüllt.</p>	H	χ <sup>3)</sup>	χ <sup>3)</sup>	1)	1)	1)				
		S	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	ME	X	wöchentlich <sup>2)</sup>
<b>8.3.3</b>	Sprühbereich/Hochspannungsversorgung										
<b>8.3.3.1</b>	<p>Unbefugtes Einschalten der Hochspannungsversorgung</p> <p>Die Hochspannungsversorgung muss gegen unbefugtes Einschalten gesichert sein. Das Ausschalten muss jederzeit möglich sein.</p>	S	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	B-F C-F D-F	EFK/BP	FU	X	
<b>8.3.3.2</b>	<p>Optisches/akustisches Signal bei Anliegen der Hochspannung</p> <p>An allen Türen und Öffnungen des Sprühbereichs, an denen die Gefahr der Berührung von hochspannungsführenden Teilen besteht, muss das Anliegen der Hochspannung durch ein optisches oder akustisches Signal angezeigt werden. Jeder für die Bedienpersonen vorgesehene Zugang zum Sprühbereich ist so zu sichern, dass im Fall des Öffnens die Hochspannung abgeschaltet wird. Andere Öffnungen des Sprühbereichs, durch die hochspannungsführende Teile 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.</p>	S	C-L D-L	C-L D-L	B-NL	C-P	C-F D-F	EFK/BP	SI/FU	X	wöchentlich

Legende:

HE Hersteller  
 BP befähigte Person  
 UP unterwiesene Person  
 EFK Elektrofachkraft  
 BSB Brandschutzbeauftragte(r)

OP Ordnungsprüfung  
 TP Technische Prüfung  
 SI Sichtprüfung  
 FU Funktionsprüfung  
 ME Messung  
 SÜ Ständige Überwachung

B-L, C-L, D-L, B-P, C-P, B-F, C-F, D-F, B-NL, C-NL

Sprühsystem-Typen siehe Tabelle 6-2

Lfd. Nr.	* Die genannten Fristen sind Mindestanforderungen; zusätzliche Prüfungen werden bei sicherheits- und gesundheitsschutzrelevanten Änderungen erforderlich.	H = Handsprüheinrichtung S = Sprühsystem	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen*
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar						
<b>8.3.3.3</b>	Schutz gegen direktes Berühren Liegen Teile der Hochspannungsversorgung (mit Ausnahme des Sprühorgans) oder Teile einer elektrischen Betriebsstätte frei, muss ein vollständiger Schutz gegen direktes Berühren vorhanden sein. Zusätzlich muss durch geeignete Maßnahmen verhindert sein, dass Personen oder Gegenstände aufgeladen werden können.				X		X	BP	SI	X	wöchentlich
		S	B-L C-L D-L	B-L C-L D-L	B-NL	B-P C-P	C-F D-F	BP	SI	X	
<b>8.3.3.4</b>	Hochspannungsführende Teile Hochspannungsführende Teile des Sprühsystems/der Handsprüheinrichtung (mit Ausnahme des Sprühorgans) müssen so verlegt sein, dass Personen gefährdende Entladungen nicht auftreten können. <b>ANMERKUNG</b> Zu den hochspannungsführenden Teilen können z. B. die Beschichtungsstoff-Versorgungsleitung und nicht abgeschirmte Hochspannungskabel gehören.				X		X	BP	SI/ME	X	wöchentlich
		S	X	X	X	X	X	BP	SI/ME	X	
<b>8.3.3.5</b>	Mindestabstände Der Mindestabstand in Luft zwischen hochspannungsführenden Teilen und geerdeten Teilen darf 0,25 cm/kV nicht unterschreiten. Diese Mindestabstände gelten nicht für den Abstand zwischen Sprühsystem und Werkstück sowie für die konstruktionsbedingten Abstände des Sprühsystems.				X		X	BP	ME/ FU	X	jährlich
<b>8.3.4</b>	<b>Erdung</b>										
<b>8.3.4.1</b>	Wirksamkeit der Erdungsmaßnahmen Alle leitfähigen und ableitfähigen Bauteile der Anlage, wie Fußböden, Wände, Decken, Absperrgitter, Transporteinrichtungen, Werkstücke, Pulvorratsbehälter, Bewegungsautomaten oder Konstruktionsteile etc. im Sprühbereich, mit Ausnahme der betriebsmäßig hochspannungsführenden Teile, müssen an das Erdungssystem angeschlossen sein.				X		X	BP	SI/ ME/ SÜ	X	wöchentlich
		H/S	X	X	X	X	X				
<b>8.3.4.2</b>	Maßnahmen bei unzureichender Erdung leitfähiger und ableitfähiger Bauteile Wenn eine ausreichende Erdung der leitfähigen und ableitfähigen Bauteile nicht sicherzustellen ist, darf deren Entladeenergie den zulässigen Wert nicht überschreiten. <b>ANMERKUNG</b> Zulässige Werte zum Personenschutz und/oder zum Explosionsschutz siehe Tabelle 6-2.				X		X		ME/SÜ	X	wöchentlich
		S	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	ME/SÜ	X	

Legende:

HE Hersteller  
BP befähigte Person  
UP unterwiesene Person  
EFK Elektrofachkraft  
BSB Brandschutzbeauftragte(r)

OP Ordnungsprüfung  
TP Technische Prüfung  
SI Sichtprüfung  
FU Funktionsprüfung  
ME Messung  
SÜ Ständige Überwachung

B-L, C-L, D-L, B-P, C-P, B-F, C-F, D-F, B-NL, C-NL

Sprühsystem-Typen siehe Tabelle 6-2

Lfd. Nr.	* Die genannten Fristen sind Mindestanforderungen; zusätzliche Prüfungen werden bei sicherheits- und gesundheitsschutzrelevanten Änderungen erforderlich.	H = Handsprüheinrichtung S = Sprühsystem	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen*
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar						
<b>8.3.4.3</b>	Erdbleit-Widerstand vom Werkstück-Aufnahmepunkt Der Erdbleit-Widerstand vom Aufnahmepunkt jedes Werkstücks darf höchstens 1MΩ betragen. Die Messspannung muss bei 500V oder 1000 V liegen. Die Konstruktion der Werkstückaufnahme muss sicherstellen, dass die Werkstücke während der Beschichtung geerdet bleiben.		X	X	X	X	X	BP	ME/SÜ	X	wöchentlich
<b>8.3.4.4</b>	Maßnahmen bei unzureichende Erdung der Werkstücke Wenn eine ausreichende Erdung des Werkstücks nach 8.3.4.3 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/Handsprüheinrichtung, 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/der Handsprüheinrichtung so verriegelt sein, dass die Hochspannung abgeschaltet wird und das Beschichten nicht stattfinden kann, wenn die Ableit-Einrichtung eine Fehlfunktion aufweist.		X	X	X	X	X	BP	ME/FU/SÜ	X	wöchentlich
<b>8.3.5</b>	<b>Beschichtungsstoff-Versorgung</b>										
<b>8.3.5.1</b>	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/der Handsprüheinrichtung ist. <b>ANMERKUNG</b> Siehe auch VdS 2093		X	X	X			BP	SI/ ME		jährlich
<b>8.3.5.2</b>	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.		X	X	X			BP	SI/ FU		jährlich
<b>8.3.5.3</b>	Ableitung nichtleitender Versorgungsbehälter Wird ein Beschichtungsstoff-Versorgungsbehälter aus nichtleitendem 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.		X	X	X			BP	SI / ME		jährlich
<b>8.3.5.4</b>	Ersatzschutzmaßnahmen für nichtleitende Versorgungsbehälter Werden die Anforderungen entsprechend 8.3.5.2 und 8.3.5.3 nicht erfüllt sind, müssen Schutzmaßnahmen ergriffen werden, die bewirken, dass jeder Kontakt mit dem Versorgungsbehälter oder anderen offen liegenden Teilen der Beschichtungsstoff-Versorgung, die im Normalbetrieb an Hochspannung liegen, vermieden wird.		X	X	X			BP	SI / ME		jährlich
Legende: HE Hersteller BP befähigte Person UP unterwiesene Person EFK Elektrofachkraft BSB Brandschutzbeauftragte(r) OP Ordnungsprüfung TP Technische Prüfung SI Sichtprüfung FU Funktionsprüfung ME Messung SÜ Ständige Überwachung											
B-L, C-L, D-L, B-P, C-P, B-F, C-F, D-F, B-NL,C-NL						Sprühsystem-Typen siehe Tabelle 6-2					



Lfd. Nr.	* Die genannten Fristen sind Mindestanforderungen; zusätzliche Prüfungen werden bei sicherheits- und gesundheitsschutzrelevanten Änderungen erforderlich.	H = Handprüheinrichtung S = Sprühsystem	Nasslack			Pulverlack	Flock	Prüfung durch	Art der Prüfung	Erstprüfung	wiederkehrende Prüfungen*	
			entzündbar	schwer entzündbar	nicht entzündbar							entzündbar
<b>8.3.5.5</b>	Maßnahmen für nichtleitende Versorgungsleitungen Beschichtungsstoff-Versorgungsleitungen aus nichtleitendem Material, die für Beschichtungsstoffe, die im Normalbetrieb auf Hochspannungspotential liegen, verwendet werden, müssen den Beschaffenheitsanforderungen der C-Normen (siehe Tabelle 6-1 Nr. 6.5, 6.9 und 6.12) entsprechen.		H/S	X	X	X			BP	SI/ ME/ FU	X	jährlich
<b>8.3.6</b>	<b>Brandschutz</b>											
<b>8.3.6.1</b>	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. 1) Bei Einsatz von Kategorie 2G-Geräten des Typs B-L, C-L und D-L ausschließlich in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 2 ist ein örtlich wirkendes Löschesystem nicht erforderlich. 2) Bei Einsatz von Kategorie 2D-Geräten des Typs B-P und C-P ausschließlich in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 22 ist ein örtlich wirkendes Löschesystem nicht erforderlich. 3) Bei Einsatz von Geräten des Typs B-F, C-F, D-F ist ein örtlich wirkendes Löschesystem nur erforderlich bei der Verarbeitung von Baumwollflock, Kunstseidflock und vergleichbarem Material.		S	1) B-L C-L D-L	D-L	2)	3) B-P C-P	B-F C-F D-F	HE/ BSB	FU	X	6 Monate
<b>8.3.6.2</b>	Wirksamkeit des manuell oder automatisch betätigten Feuerlöschsystems (Raumschutzanlage) <b>ANMERKUNG 1</b> Zu Anforderungen an Feuerlöschsysteme siehe DIN EN 12215 <b>ANMERKUNG 2</b> Siehe auch VdS 2093		H/S	X	X	X	X	X	HE / BSB	FU	X	6 Monate

Legende:

HE Hersteller  
BP befähigte Person  
UP unterwiesene Person  
EFK Elektrofachkraft  
BSB Brandschutzbeauftragte(r)

OP Ordnungsprüfung  
TP Technische Prüfung  
SI Sichtprüfung  
FU Funktionsprüfung  
ME Messung  
SÜ Ständige Überwachung

B-L, C-L, D-L, B-P, C-P, B-F, C-F, D-F, B-NL, C-NL

Sprühsystem-Typen siehe Tabelle 6-2

# 9 Instandhaltung

Instandhaltungsarbeiten sind für einen funktionierenden Prozess und zur sicheren Anwendung elektrostatischer Beschichtungsverfahren notwendig.

Sie beinhalten Wartung und Reinigung, Inspektion, Instandsetzung, Reparatur oder Verbesserung elektrostatischer Sprühsysteme und Handsprüheinrichtungen.

Personen, die Instandsetzungsarbeiten, Inspektion, Reparaturen und Verbesserungen durchführen, müssen aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, ihrer Spezialkenntnisse sowie ihrer Fähigkeiten und Erfahrung für die übertragenen Arbeiten geeignet sein. Sie müssen im Rahmen ihrer Tätigkeiten die Relevanz für den Explosionsschutz erkennen können.

Für Wartungsarbeiten, Reinigung und Störungsbeseitigung müssen die beauftragten Personen mit den Anweisungen der Hersteller vertraut sein.

Bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten ist zu beachten:

- es müssen alle relevanten Informationen des Herstellers für die jeweilige Instandhaltung vorliegen (z. B. Vorgehensweise, freigegebene Ersatzteile);
- bei Relevanz für den Explosionsschutz muss der Betreiber einen Wartungsplan erstellen; durchgeführte Maßnahmen müssen dokumentiert werden;

- Betriebs-, Wartungs-, Reinigungs- und Serviceunterlagen müssen vorliegen;
- besondere Hinweise der Hersteller, z. B. Verwendung von Originalersatzteilen oder Lebensdauerangaben, sind zu berücksichtigen;
- die erforderlichen Mess- und Prüfmittel müssen verfügbar sein;
- je nach Art der Instandhaltung kann eine anschließende Prüfung notwendig sein.

Dieser Abschnitt erläutert, welche Instandsetzungsarbeiten an einzelnen Geräten elektrostatischer Sprühsysteme/Handsprüheinrichtungen typischerweise durchgeführt werden, welche Qualifikation jeweils erforderlich ist und welche Prüfungen nach Instandsetzung gegebenenfalls durchzuführen sind. Die genannte Qualifikation ist jeweils die Minimalanforderung, zum Beispiel können sämtliche Instandsetzungsarbeiten auch von den Herstellern durchgeführt werden.

Weitere Informationen zur Instandsetzung und den sich gegebenenfalls anschließenden Prüfungen explosionsgeschützter Geräte enthält TRBS 1201 Teil 3.

Anforderungen an befähigte Personen zur Prüfung bestimmter Gefährdungen (Explosionsschutz, elektrische Gefährdungen) enthält Anhang 2 Abschnitt 3 der BetrSichV.

Lfd. Nr.	Kat.	Beispiel für Instandhaltungstätigkeit	Qualifikation des IH-Personals	Prüfung nach IH durch	Bemerkung
<b>9.1 Handsprüheinrichtungen nach DIN EN 50050-1, -2, -3 und Sprühsysteme nach DIN EN 50176, DIN EN 50177, DIN EN 50233</b>					
9.1.1	2G 3G 2D 3D	Austausch Düsentile (Überwurfmutter, Düse, Luftkappe, Ventilsitz, Ventalnadel etc.), Glockenteller	UP	*	
9.1.2		einfache Reinigung	UP	*	entspr. Betriebsanleitung
9.1.3		Komplexe Reinigung	UP+	*	entspr. Serviceanleitung und ggf. zusätzliche Schulung durch Hersteller
9.1.4		Austausch Abzugsbügel, Schlauchpaket, Niederspannungskabel, HS Zuführungskabel	UP	*	wenn ohne Zerlegung der Auftragseinrichtung möglich
9.1.5		Austausch Abzugsbügel, Kaskade, innere Dichtungen und Teile, Niederspannungskabel, HS Zuführungskabel, HS-Elektroden, Schutzwiderstände	UP+	BP	Zerlegung der Auftragseinrichtung notwendig
9.1.6		Austausch Gehäusedichtungen, Durchführungen und Gehäuse Teile	UP+	BP+	wenn Zerlegung der Auftragseinrichtung erforderlich
9.1.7		Austausch oder Reparatur Lichtwellenleiter, Widerstandsblock, innere Material-/Luftschläuche, Ventile	UP	*	wenn ohne Zerlegung der Auftragseinrichtung möglich
9.1.8		Austausch oder Reparatur Lichtwellenleiter, Widerstandsblock, innere Material-/Luftschläuche, Ventile	UP+	BP	wenn Zerlegung der Auftragseinrichtung erforderlich
<b>9.2 Handsprüheinrichtungen nach DIN EN 50059 und Sprühsysteme nach DIN EN 50348</b>					
9.2.1	-	Austausch Düsentile (Überwurfmutter, Düse, Luftkappe, Ventilsitz, Ventalnadel etc.)	UP	-	
9.2.2		einfache Reinigung	UP	-	entspr. Betriebsanleitung
9.2.3		komplexe Reinigung	UP	-	entspr. Serviceanleitung und ggf. zusätzliche Schulung durch Hersteller
9.2.4		Austausch Abzugsbügel, Schlauchpaket, Niederspannungskabel, HS Zuführungskabel	UP	-	wenn ohne Zerlegung der Auftragseinrichtung möglich
9.2.5		Austausch Abzugsbügel, Kaskade, innere Dichtungen und Teile, Niederspannungskabel, HS-Zuführungskabel	UP+	-	Zerlegung der Auftragseinrichtung notwendig
9.2.6		Austausch oder Reparatur Lichtwellenleiter, Widerstandsblock, innere Mat./Luft Schläuche, Ventile	UP	-	wenn ohne Zerlegung der Auftragseinrichtung möglich
9.2.7		Austausch oder Reparatur Lichtwellenleiter, Widerstandsblock, innere Mat./Luft Schläuche, Ventile	U+	-	wenn Zerlegung der Auftragseinrichtung erforderlich
<b>9.3 Steuergeräte für Handsprüheinrichtungen nach DIN EN 50050-1, -2, -3 und für Sprühsysteme nach DIN EN 50176, DIN EN 50177, DIN EN 50233</b>					
9.3.1	(2)3G (2)3D	Austausch von Gehäusedichtungen, Gehäuse teilen und Durchführungen	EUP+	BP+	
9.3.2		Austausch Platine, Ventil, Netzschalter, Netzteil	EUP+	BP	
9.3.3	(2)G (3)G	Austausch Platine, Ventil, Gehäusedichtung	EUP	*	Ohne Relevanz der Spannungsversorgung
9.3.4	(2)D (3)D	Austausch Netzschalter, Netzteil	EUP	BP	

Lfd. Nr.	Kat.	Beispiel für Instandhaltungstätigkeit	Qualifikation des IH-Personals	Prüfung nach IH durch	Bemerkung
<b>9.4 Steuergeräte für Handprüheinrichtungen nach DIN EN 50059 und für Sprühsysteme DIN EN 50348</b>					
9.4.1	–	Austausch Platine, Ventil, Gehäusedichtung	EUP	–	Ohne Relevanz der Spannungsversorgung
9.4.2	–	Austausch Netzschalter, Netzteil	EUP	BP	
<b>9.5 Beschichtungsstoff-Versorgungssysteme mit isoliertem Aufbau für Sprühsysteme nach DIN EN 50176</b>					
9.5.1	2G 3G	Reinigung und Austausch Versorgungsleitung, Vorratsbehälter, Abdeckeinrichtungen und Zubehör	EUP+	BP	Bei Systemen für leitfähige Beschichtungsstoffe (z. B. Wasserlacke), die auf Hochspannung liegen
<b>9.6 Beschichtungsstoff-Versorgungssysteme mit isoliertem Aufbau für Sprühsysteme nach DIN EN 50348</b>					
9.6.1	–	Reinigung und Austausch Versorgungsleitung, Vorratsbehälter, Abdeckeinrichtungen und Zubehör	EUP	BP	Bei Systemen für leitfähige Beschichtungsstoffe (z. B. Wasserlacke), die auf Hochspannung liegen
<b>9.7 Beschichtungsstoff-Versorgungssysteme mit geerdetem Aufbau für Handprühgeräte nach DIN EN 50050-1, -2, -3, DIN EN 50059 und für Sprühsysteme nach DIN EN 50176, DIN EN 50177, DIN EN 50348</b>					
9.7.1	–	Reinigung und Austausch Abdeckeinrichtungen	UP	BP	Bei Systemen für isolierende Beschichtungsstoffe (z. B. Lösemittellacke, Pulverlacke), die auf Erdpotential liegen
9.7.2	2G 3G 3D –	Reinigung und Austausch Versorgungsleitung, Vorratsbehälter und Zubehör	UP	–	Bei Systemen für isolierende Beschichtungsstoffe (z. B. Lösemittellacke, Pulverlacke), die auf Erdpotential liegen

**Legende**

- UP Unterwiesene Person mit für die jeweils beschriebene Instandsetzungsarbeit erforderlichen Kenntnissen; einfache Prüfung gemäß § 4 Abs. 5 BetrSichV
- UP+ Unterwiesene Person mit zusätzlichen, für die jeweils beschriebene Instandsetzungsarbeit erforderlichen produktbezogenen Kenntnissen im Explosionsschutz
- EUP Elektrotechnisch unterwiesene Person mit für die jeweils beschriebene Instandsetzungsarbeit erforderlichen Kenntnissen
- EUP+ EUP mit zusätzlichen, für die jeweils beschriebene Instandsetzungsarbeit erforderlichen produktbezogenen Kenntnissen im Explosionsschutz
- BP befähigte Person nach Absatz 3.1 in Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV;
- BP+ befähigte Person nach Absatz 3.2 in Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV;
- \* Eine Prüfung nach TRBS 1201 Teil 3 ist nach Durchführung dieser Tätigkeiten in der Regel nicht erforderlich.

**Hinweis:**  
Produktbezogene Kenntnisse im Explosionsschutz können z. B. durch Schulungsmaßnahmen des Herstellers erworben werden.

# Anhang 1

## Festlegung feuer- und explosionsgefährdeter Bereiche mit Zoneneinteilung – Verarbeitungsbeispiele

Es wird empfohlen, die Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, in Zonen einzuteilen. Die Einteilung der Zonen erfolgt in Abhängigkeit von der Art der Beschichtungsstoffe und der Beschaffenheit der Anlage.

### Verarbeiten von entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen (A1.1)

Für die Zonenfestlegung an Lackierarbeitsplätzen zum Verarbeiten von entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen können zwei unterschiedliche Beurteilungsgrundlagen herangezogen werden:

Beim Konzentrationskriterium erfolgt die Zonenfestlegung nach der rechnerischen mittleren Durchschnittskonzentration brennbarer Lösemittel in Luft, deren Berechnung in der DIN EN 12215 beschrieben ist (siehe Anhang 4.1). Dabei steht „verspritzte Höchstmenge flüssiger organischer Beschichtungsstoffe/Stunde“ für den maximalen 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 Bedienungsperson) oder größer als 25 % der UEG (nur zulässig ohne Bedienungsperson) ist.

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

Überwiegend für ältere Anlagen oder für einfache Lackiereinrichtungen (z. B. mobile Absaugwände), die nicht die Anforderungen der DIN EN 12215 oder DIN EN 13355 erfüllen, wird die Zoneneinteilung nach der Höhe des Flammpunkts des Beschichtungsstoffs vorgenommen. Beispiele zum Flammpunktkriterium siehe DGUV Information 209-046.

#### Hinweise:

- Derzeit werden DIN EN 12215 und DIN EN 13355 überarbeitet. Nach derzeitigem Stand wird es eine Reduzierung der Ex-Zoneneinteilung geben: auf sämtliche Zonen außerhalb von Kabinen an ständigen Öffnungen soll verzichtet werden, wenn im Inneren die rechnerische Konzentration auf 25 % der UEG begrenzt ist (Zone 2). Auch in Abluftleitungen sollen die Anforderungen herabgesetzt werden.
- Bei ausschließlicher Verarbeitung von nichtentzündbaren Beschichtungsstoffen kann auf die Festlegung explosionsgefährdeter Bereiche verzichtet beziehungsweise die Ausbreitung und die Einteilung der Zonen reduziert werden.

### Verarbeiten von pulverförmigen Beschichtungsstoffen (A1.2)

Die Zonenfestlegung an Anlagen zum Verarbeiten von pulverförmigen Beschichtungsstoffen erfolgt nach der rechnerischen mittleren Durchschnittskonzentration entzündbaren Beschichtungspulvers in Luft. Die Berechnung ist in der DIN EN 12981 beschrieben (siehe Anhang 4.2). Dabei ist die „pro Stunde versprühte höchste Pulverlackmenge“ zu verstehen als der maximale Massestromwert, der auch bei kurzzeitigem Einsatz nicht überschritten wird.

#### Hinweis:

Derzeit wird die DIN EN 12981 überarbeitet. Nach derzeitigem Stand wird es eine Reduzierung der Ex-Zoneneinteilung geben: auf sämtliche Zonen außerhalb von Kabinen an ständigen Öffnungen soll verzichtet werden, und auch in Abluftleitungen sollen die Anforderungen herabgesetzt werden.

### Verarbeiten von entzündbarem Flock (A1.3)

Die Zonenfestlegung an Anlagen zur Verarbeiten von entzündbarem Flock erfolgt nach der rechnerischen mittleren Durchschnittskonzentration von Flock in Luft, deren Berechnung in der DIN EN 50223 beschrieben ist (siehe Anhang 3.3). Dabei steht die „pro Stunde versprühte höchste Flockmenge“ für den maximalen Massestromwert, der auch bei kurzzeitigem Einsatz nicht überschritten wird.

**A 1.1 Verarbeiten von entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen**

**A1.1.1 Beispiel für die Verarbeitung flüssiger organischer Beschichtungsstoffe in Spritz- und Sprühkabinen 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 4.1). Für eine mittlere Konzentration  $> 25\%$  der UEG siehe Beispiel 1.1.2.

**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
an Standöffnungen (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 2: 1 m

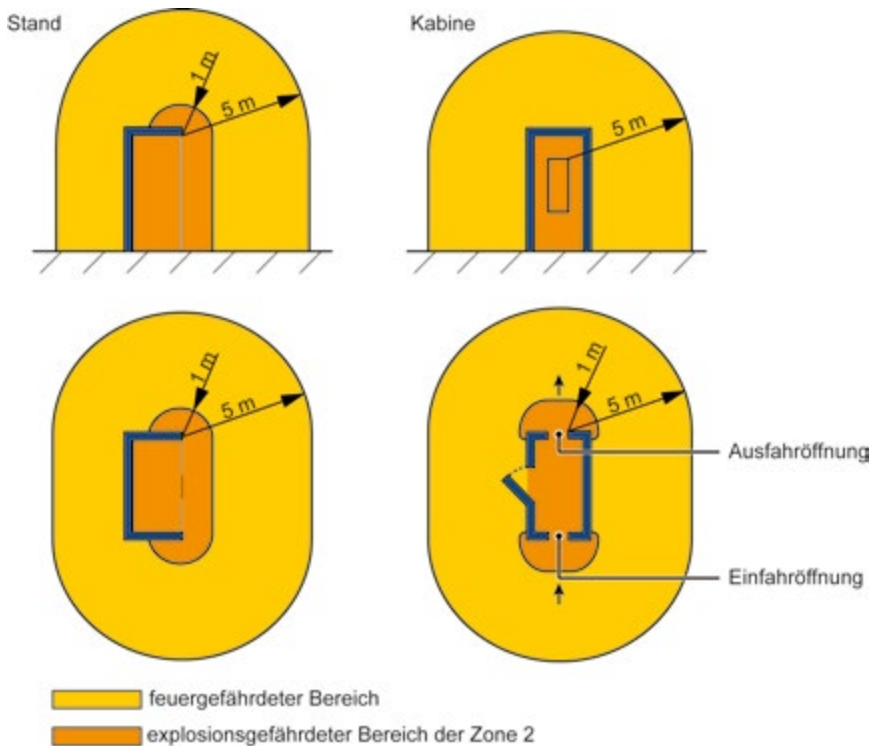


Abb. A1-1 Spritz- und Sprühkabinen mit oder ohne Bedienperson

### A1.1.2 Beispiel für die Verarbeitung flüssiger organischer Beschichtungsstoffe in Spritz- und Sprühkabinen ohne Bedienerperson

Die mittlere Konzentration an brennbaren Lösemitteln (unabhängig vom Flammpunkt!) muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von  $\leq 50\%$  der UEG begrenzt sein (siehe Anhang 4.1); dies 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
an Standöffnungen (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 2: 1 m Abstand/Radius

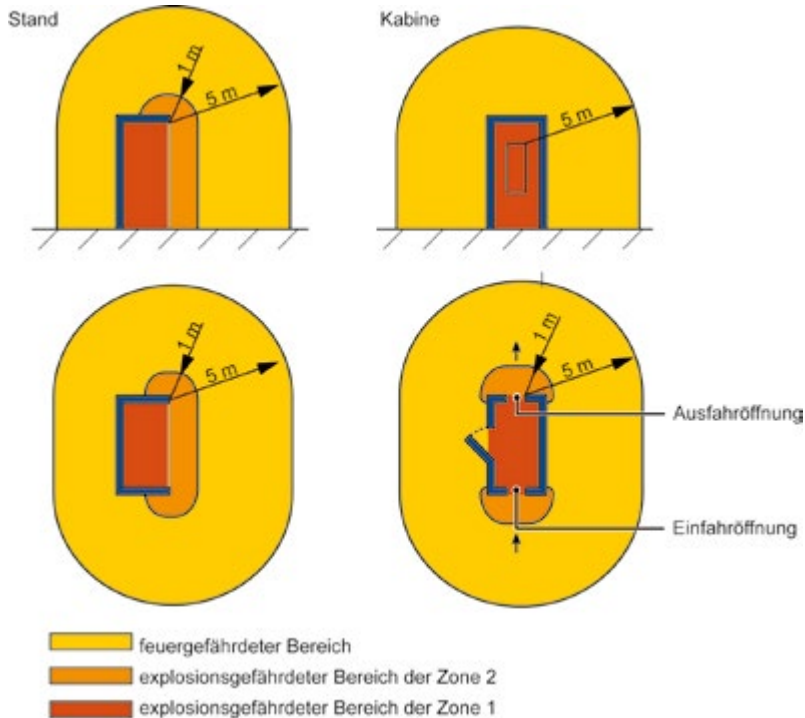


Abb. A1-2 Spritz- und Sprühkabine ohne Bedienerperson

**A1.2 Verarbeiten von pulverförmigen Beschichtungsstoffen**

**A1.2.1 Beispiel für die Verarbeitung von Pulverlacken in einem Pulver-Sprühstand mit offenem Rückgewinnungssystem**

Die mittlere Konzentration an Pulverlack muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von  $\leq 50\%$  der UEG begrenzt sein (siehe Anhang 4.2).

**Hinweis:**  
Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
innerhalb von Ständen einschl. offenem Rückgewinnungssystem	technische Lüftung	Zone 22
an Standöffnungen	technische Lüftung	Zone 22: 1 m Abstand/Radius
innerhalb des offenen Rückgewinnungssystems	technische Lüftung	Zone 21

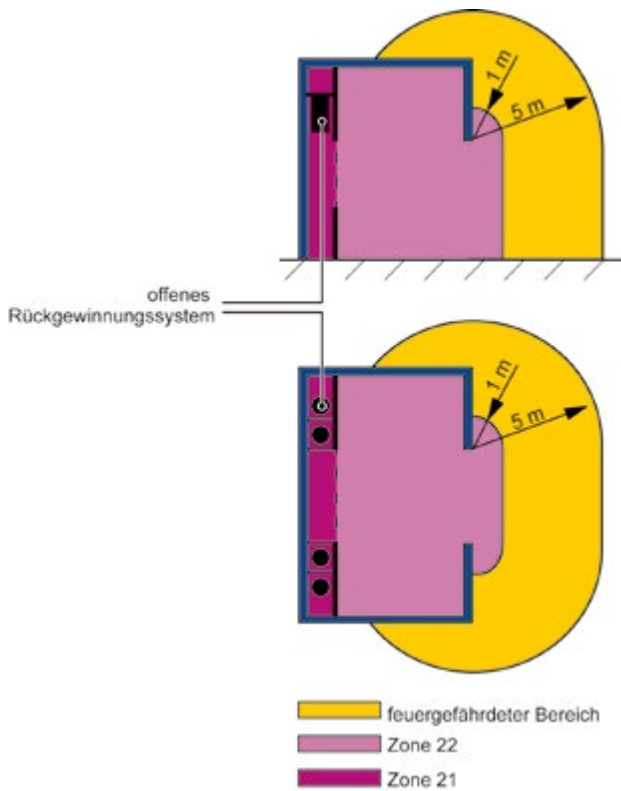


Abb. A1-3 Pulver-Sprühstand mit offenem Rückgewinnungssystem



### A1.2.2 Beispiel für die Verarbeitung von Pulverlacken in einer Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und einer Öffnung zum Handsprühen

Die mittlere Konzentration an Pulverlack muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von  $\leq 50\%$  der UEG begrenzt sein (siehe Anhang 4.2).

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
innerhalb der Pulver-Sprühkabine	technische Lüftung	Zone 22
an Standöffnungen der Kabine (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22: 1 m Abstand/Radius
an Einfahr- und Ausfahröffnungen	technische Lüftung	Zone 22: 1 m Abstand/Radius
in der umhausten Pulverversorgungseinrichtung	technische Lüftung	Zone 22
in Abluftleitungen zwischen Sprühkabine und Pulverrückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22
in der Pulverrückgewinnung	technische Lüftung	siehe A1.2.4

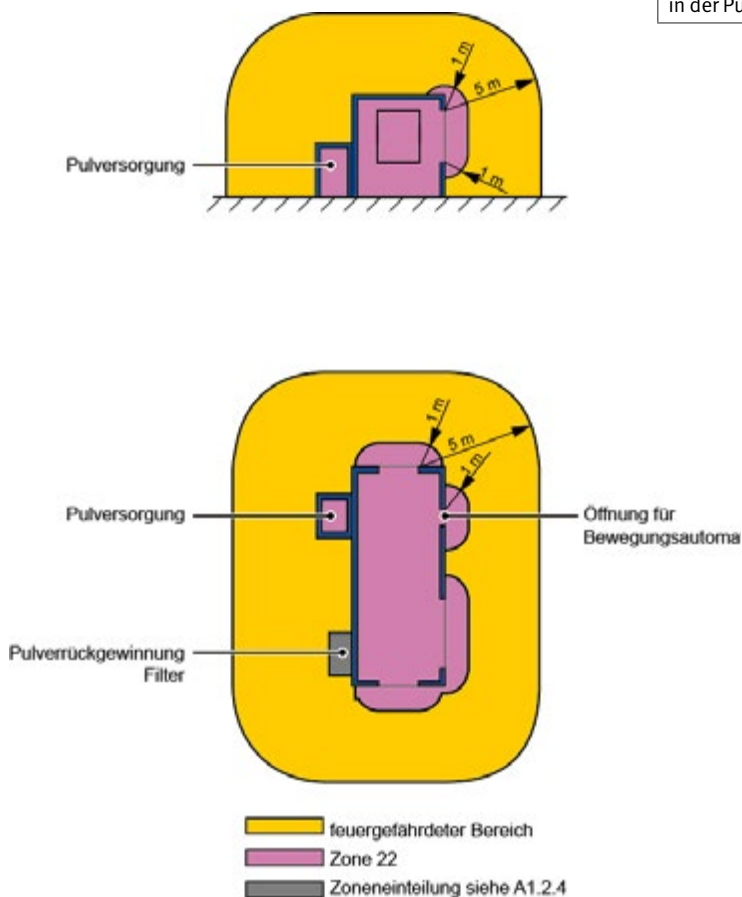


Abb. A1-4 Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und einer Öffnung zum Handsprühen

#### Hinweis:

Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

**A1.2.3 Beispiel für die Verarbeitung von Pulverlacken in einer Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und Vor- oder Nachbeschichtungsplatz**

Die mittlere Konzentration an Pulverlack muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von  $\leq 50\%$  der UEG begrenzt sein (siehe Anhang 4.2).

**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
An Standöffnungen der Kabine (ständige Öffnungen, aber keine Türen)	technische Lüftung	Zone 22: 1 m Abstand/Radius
An Einfahr- und Ausfahröffnungen	technische Lüftung	Zone 22: 1 m Abstand/Radius
Am Vor-/Nachbeschichtungsplatz	technische Lüftung	Zone 22: im festgelegten Bereich und zusätzlich in 1 m Abstand/Radius
In Abluftleitungen zwischen Sprühkabine und Pulverrückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22
in der Pulverrückgewinnung	technische Lüftung	siehe A1.2.4

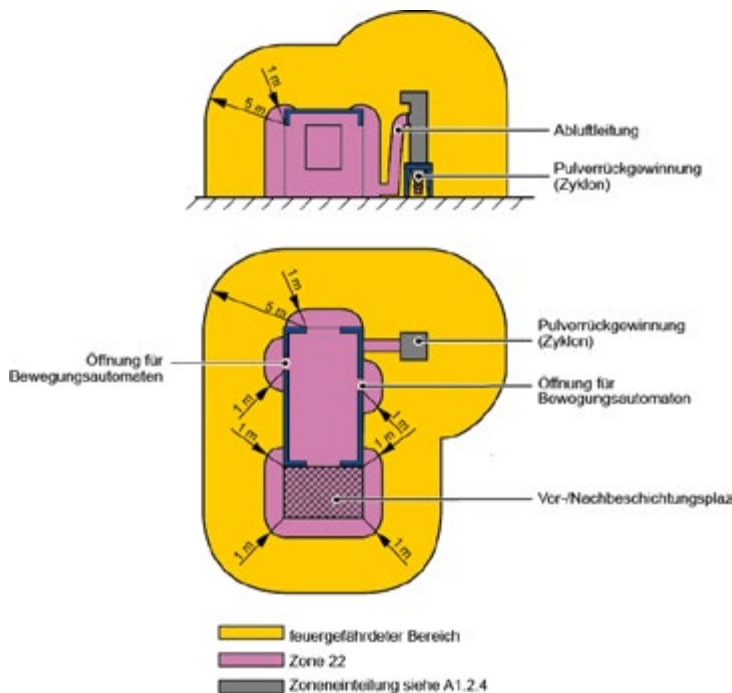


Abb. A1-5 Pulver-Sprühkabine mit geschlossenem Rückgewinnungssystem und Vor- und Nachbeschichtungsplatz

#### A1.2.4 Beispiele für die Zoneneinteilung in geschlossenen Rückgewinnungsanlagen (Pulver und Flock)

Die Zoneneinteilung in geschlossenen Rückgewinnungsanlagen hängt von der Bauweise der Filtersysteme, der gefilterten Staubmenge und gegebenenfalls von installierten Überwachungseinrichtungen ab.

Ort	Zone	Zusatzmaßnahmen
Inneres des Vorabscheiders (z. B. Zyklon)	Zone 21	
Rohluftseite im Inneren von geschlossenen Rückgewinnungssystemen	Zone 20	
	Zone 21	Entstaubung ist nach folgenden Gesichtspunkten optimiert: <ul style="list-style-type: none"> <li>Die erzeugte Staubwolke ist so klein wie möglich zu halten und darf sich nicht weiter als 0,5 m von der Oberfläche des Filtereinsatzes entfernt ausbreiten.</li> <li>Filterelemente werden nicht gleichzeitig entstaubt.</li> <li>Der Luftstrom wird über die gesamte Betriebszeit aufrecht erhalten.</li> </ul>
Reinluftseite des Hauptfilters im Inneren von geschlossenen Rückgewinnungssystemen	Zone 21	Ohne Überwachung der Filter und mit unbekanntem Staubbedingungen oder einer berechneten Staubkonzentration von > 1% der UEG <sup>1)</sup>
	Zone 22	Ohne Überwachung des Filters und mit einer berechneten Staubkonzentration von < 1% der UEG <sup>1)</sup>
	Keine Zone	Mit Überwachung der Staubkonzentration auf der Reinluftseite des Filters (z. B. Partikelsensor) und mit Verriegelung der technischen Lüftung oder mit starrem Filtermedium <b>Hinweis</b> Die Haltbarkeit von starren Filtermedien entspricht der Lebenszeit der Kabine, da sich das Medium nicht verbiegt und nicht verschleißt. Aus diesem Grund ist kein Filterdurchbruch zu erwarten.
	Keine Zone	Mit einem überwachten Nachfilter (z. B. Differenzdruckschalter). Die Überwachung des Nachfilters ist mit dem nachgeschalteten Ventilator zu verriegeln.
<sup>1)</sup> Zur Berechnung der Staubkonzentration siehe Anhang 5		

**A1.3 Verarbeiten von entzündbarem Flock**

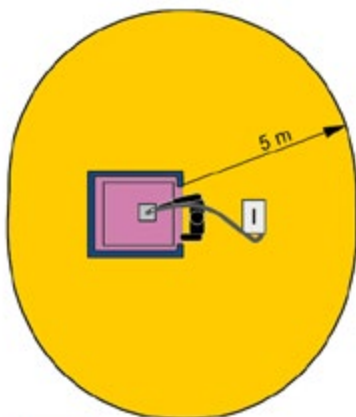
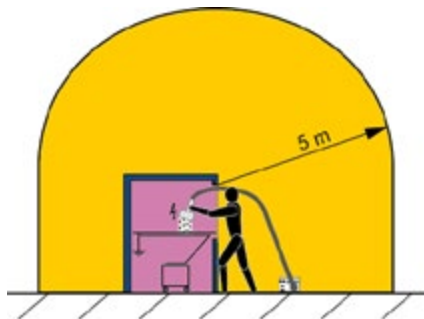
**A1.3.1 Beispiel für die Verarbeitung von Flock in einem Hand-Flockstand mit offenem Flock-Rückgewinnungssystem**

Die mittlere Konzentration an Flock muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von  $\leq 50\%$  der UEG begrenzt sein (siehe Anhang 4.3).

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 4.1).

**Hinweis:**  
Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
innerhalb vom Flockstand	technische Lüftung	Zone 22
innerhalb des offenen Rückgewinnungssystems (nicht dargestellt)	technische Lüftung	Zone 21



(nur) feuergefährdeter Bereich  
 Zone 22

Abb. A1-6 Hand-Flockstand mit offenem Flock-Rückgewinnungssystem

### A1.3.2 Beispiel für die Verarbeitung von Flock in einem Hand-Flockstand mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem

Die mittlere Konzentration an Flock muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von  $\leq 50\%$  der UEG begrenzt sein (siehe Anhang 4.3).

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 4.1).

#### Hinweis:

Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
innerhalb vom Flockstand	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
in Abluftleitungen zwischen Flockstand und Flock-Rückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
innerhalb des geschlossenen Flock-Rückgewinnungssystems	technische Lüftung	siehe A1.2.4

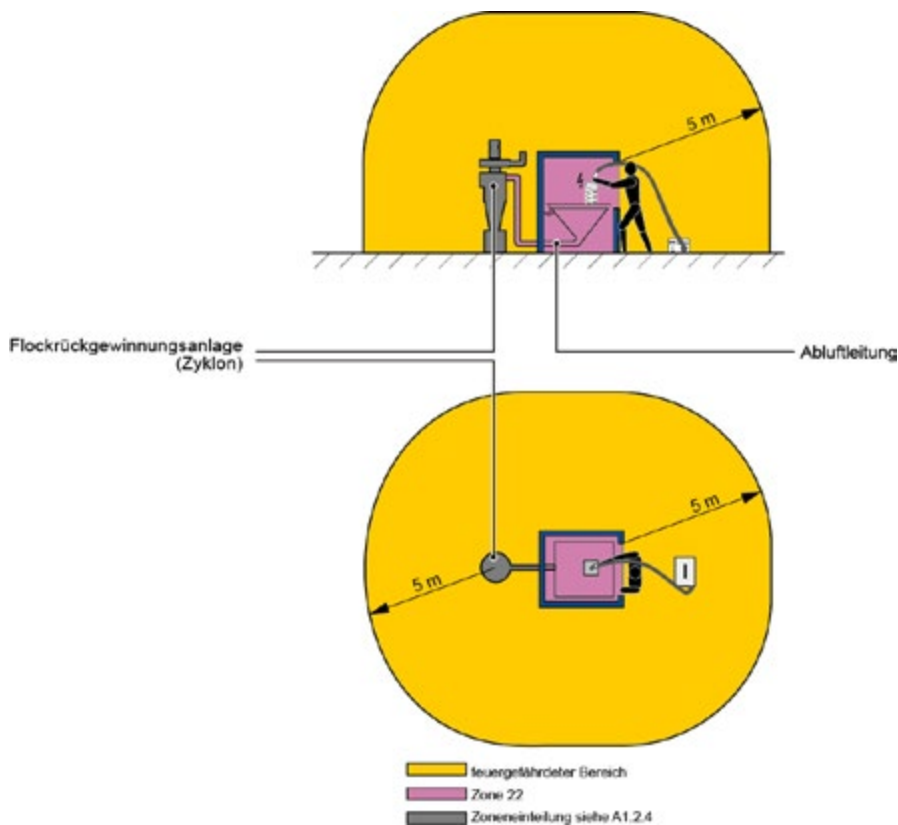


Abb. A1-7 Hand-Flockstand mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem

**A1.3.3 Beispiel für die Verarbeitung von Flock in einer automatischen Flockanlage mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem (Filter)**

Die mittlere Konzentration an Flock muss in der Kabine auf einen rechnerischen Wert von  $\leq 50\%$  der UEG begrenzt sein (siehe Anhang 4.3).

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 4.1)

**Hinweis:**  
Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

	Art der Lüftung	Einteilung der Bereiche in Zonen
innerhalb vom Flockkabine	technische Lüftung	Zone 22: im Inneren
in Abluftleitungen zwischen Flockkabine und Flock-Rückgewinnung	technische Lüftung	Zone 22
innerhalb des geschlossenen Flock-Rückgewinnungssystems	technische Lüftung	siehe A1.2.4

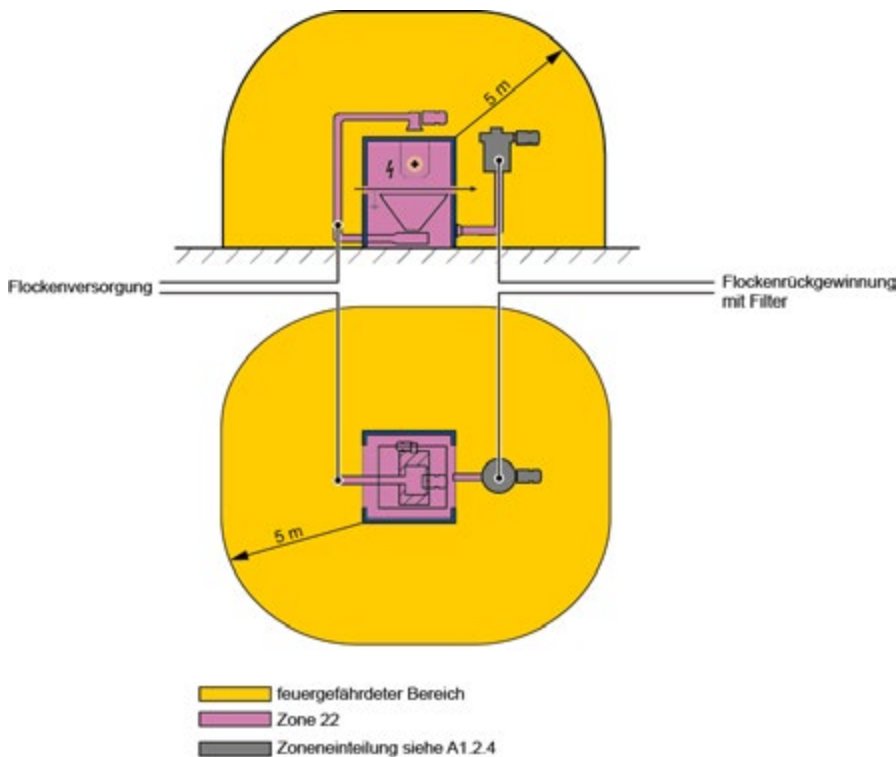


Abb. A1-8 Automatische (ortsfeste) Flockanlage mit geschlossenem Flock-Rückgewinnungssystem

# Anhang 2

## Entzündbarkeit von Beschichtungsstoffen

Bei der Verarbeitung von Beschichtungsstoffen mit geringem Lösemittelanteil und hohem Flammpunkt (in der Regel wasserbasierte Lacke) können erhebliche Erleichterungen im Brand- und Explosionsschutz der Lackieranlagen in Anspruch genommen werden. Dies setzt jedoch voraus, dass die Beschichtungsstoffe im versprühten Zustand als nicht entzündbar oder schwer entzündbar anzusehen sind. Umfangreiche Untersuchungen haben ergeben, dass die Entzündbarkeit in versprühtem Zustand von der Zusammensetzung der Lacke aus den Hauptbestandteilen Wasser, organische Lösemittel und organische Feststoffe abhängt.

Hierzu wurde die folgende Einstufung festgelegt:

### **Nicht entzündbare Beschichtungsstoffe**

Lacke dieser Gruppe haben die folgende Zusammensetzung:  
 $[\% \text{H}_2\text{O}] > 1,70 \times [\% \text{LM}] + 0,96 \times [\% \text{ORG}]$

Hierin sind:

H<sub>2</sub>O: Wasser

LM: flüssige organische Phase, meistens bestehend aus höheren Glykolen

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

– alle Angaben in Gewichts-Prozenten –

Derartige Lacke verhalten sich in flüssiger Phase und im versprühten Zustand wie Wasser. Sofern auch die Reinigungs- und Verdünnungsflüssigkeiten dieser Kategorie entsprechen, z. B. nicht mehr als 35 Gew. % 1:1 Butylglykol/N-Propanol, Rest Wasser, enthalten, ist Explosionsschutz nicht erforderlich.

Lacke dieser Gruppe werden als nicht entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe eingestuft.

### **Schwer entzündbare Beschichtungsstoffe**

Lacke dieser Gruppe haben die folgende Zusammensetzung:  
 $[\% \text{H}_2\text{O}] > 1,50 \times [\% \text{LM}] + 0,49 \times [\% \text{ORG}]$

– alle Angaben in Gewichts-Prozenten –

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.

### **Entzündbare Beschichtungsstoffe**

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

Lacke dieser Gruppe werden als entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe eingestuft.

# Anhang 3

## Beispiel eines Explosionsschutzdokuments für die Pulverbeschichtung



### Hinweis:

Weitere Beispiele für das Explosionsschutz-Dokument, z. B. für die Verarbeitung von Flüssiglack, enthält – in vergleichbarer Darstellung und auch als ausgefülltes Muster – die DGUV Information 209-046.

Alle verfügbaren Vorlagen zum Explosionsschutz-Dokument stehen auch als ausfüllbare Word-Dateien zum Download bereit unter [▶ BGHM.de](https://www.bghm.de), Webcode 425.



# Explosionsschutzdokument

nach § 6 GefStoffV

Formblatt 1

## Allgemeine Angaben

Name und Adresse des Unternehmens				
Zuständiger Unfallversicherungsträger				
Mitgliedsnummer				
Betriebsstätte				
Explosionsdokument erstellt von:				
Explosionsgefährdete Bereiche	Explosionsgefahr durch*		Siehe Blatt Nr.	
	Gase, Dämpfe Nebel	Stäube		
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Datum	Unterschrift der Unternehmensleitung	Explosionsschutzdokument erstellt von		

\* ankreuzen, wenn zutreffend

Blatt Nr. 1

# Explosionsschutzdokument

Beurteilung der Explosionsgefahr beim Pulverbeschichten in Anlagen/Räumen

Formblatt 2 – Seite 1

Bezeichnung der Anlage:				
Aufstellort/Raum:				
Entzündbares Beschichtungspulver			1	
Stoffdaten des kritischsten Beschichtungspulvers	Zündtemperatur: Glimmtemperatur:	Untere Explosionsgrenze: Staubexplosionsklasse: Mindestzündenergie:	2	
Beschreibung der Anlage/Art der Aufladung		<input type="checkbox"/> Tribo <input type="checkbox"/> Corona	3	
Zoneneinteilungen im Raum/Bereich		Ex-Zone	Keine Ex-Zone*	Beurteilungsgrundlage
		4		5
1.			<input type="checkbox"/>	
2.			<input type="checkbox"/>	
3.			<input type="checkbox"/>	
4.			<input type="checkbox"/>	
5.			<input type="checkbox"/>	
Technische Schutzmaßnahmen				
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Verhinderung oder Einschränkung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre</b> (z. B. durch natürliche oder technische Lüftung oder Absaugung) – siehe Geräteleiste für den jeweiligen Raum/Bereich (Formblatt 3)				6
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend				
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Verhinderung der Zündung explosionsfähiger Atmosphäre</b> (Vermeidung wirksamer Zündquellen)				7
<b>Ausführung der Applikationstechnik (Sprühgeräte und Hochspannungsversorgung)</b>				8
<input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der ATEX-Richtlinie (für Geräte, die ab 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der ElexV (für Altgeräte, die bis 30.06.2003 in Verkehr gebracht wurden) sowie <input type="checkbox"/> DIN EN 50050 (Handsprühgeräte) Gerätekategorie <input type="checkbox"/> DIN EN 50177 (automatische Sprüheinrichtungen) Gerätekategorie <input type="checkbox"/> vollständige Dokumentation ist verfügbar <input type="checkbox"/> Kennzeichnung ist dauerhaft angebracht				
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<b>Ausführung weiterer elektrischer Geräte:</b> <input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der ATEX-Richtlinie (für Geräte, die ab 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der ElexV (für Altgeräte, die bis 30.06.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Die Bewertung der Altgeräte zur sicheren Verwendung in der jeweiligen Ex-Zone ist erfolgt			9
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<b>Ausführung der nichtelektrischen Geräte:</b> <input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der ATEX-Richtlinie (für Geräte, die ab 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Die Bewertung der Altgeräte zur sicheren Verwendung in der jeweiligen Ex-Zone ist erfolgt			10

\* Zutreffendes ankreuzen

(1) – (10) siehe nachfolgende Erläuterungen

Blatt Nr. \_\_\_\_\_

# Explosionsschutzdokument

## Beurteilung der Explosionsgefahr beim Pulverbeschichten in Anlagen/Räumen

Formblatt 2 – Seite 2

### Technische Schutzmaßnahmen (Fortsetzung)

**■ Konstruktive Maßnahmen, die die Explosionsauswirkungen auf ein unbedenkliches Maß beschränken** 11

<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Explosionsdruckfeste Bauweise
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Explosionsdruckstoßfeste Bauweise
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Explosionsunterdrückung
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Explosionsdruckentlastung
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Verhinderung der Flammen- und Explosionsübertragung
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Sonstige Maßnahmen

**■ Zusätzliche technische Maßnahmen zur Verringerung des Restrisikos** 12

nicht zutreffend

**Organisatorische Schutzmaßnahmen** 13  
zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten in explosionsgefährdeten Bereichen

Anlage / Raum	Schriftliche Betriebsanweisung vorhanden	zu erstellen bis	Unterweisung der Beschäftigten erfolgt am ...
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		

**■ Zusätzliche organisatorische Maßnahmen für gefährliche Tätigkeiten** (z. B. Arbeitsfreigaben) 14

**■ Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche** 15  
entsprechend ASR A1.3

vorhanden  
 vorzunehmen bis \_\_\_\_\_

**■ Regelmäßige Reinigung der explosionsgefährdeten Bereiche** 16

Ist die regelmäßige Reinigung gemäß Betriebsanweisung sichergestellt?  Ja  Nein

**■ Prüfung der Arbeitsplätze/Arbeitsmittel** 17

Ist vor der erstmaligen Nutzung eine Prüfung durch eine befähigte Person erfolgt?  Ja  Nein  
Erfolgen regelmäßige Prüfungen?  Ja  Nein Prüfintervall \_\_\_\_\_

- Weitere Dokumente/Anlagen**
- Sicherheitsdatenblätter (Ordner \_\_\_\_\_)  Gefahrstoffkataster (Ordner \_\_\_\_\_)
- Lageplan (Ordner \_\_\_\_\_)  Ex-Zonenplan (Ordner \_\_\_\_\_)
- Prüfbescheinigungen (Ordner \_\_\_\_\_)  Maßnahmenliste (Ordner \_\_\_\_\_)

Datum	Unterschrift der Unternehmensleitung	Explosionsschutzdokument erstellt von

\* Zutreffendes ankreuzen

(11) – (17) siehe nachfolgende Erläuterungen

## Anlage zum Explosionsschutzdokument

# Liste explosionsgeschützter Geräte

Formblatt 3

Geräteliste für Raum/Bereich:

Hinweise zur Ausführung nach ElexV/ATEX siehe Abschnitt „Elektrische und nichtelektrische Geräte und Komponenten – Kennzeichnung“ der DGUV Information 209-046

<b>Mindestanforderungen entsprechend der ermittelten Ex-Zonen und der sicherheitstechnischen Kenngrößen</b>	Ausführung nach ElexV*		Ausführung nach ATEX			
	 J/N	Schutzart IP ...	Gerätegruppe	Geräte-kategorie	Explosions-gruppe	max. Oberflächen-temperatur
			III			

### Elektrische Geräte (z. B. elektrische Motoren, Schalter, Leuchten)

Bezeichnung	Ausführung nach ElexV*		Ausführung nach ATEX				Mindestanforderungen erfüllt J/N
	 J/N	Schutzart IP ...	Gerätegruppe	Geräte-kategorie	Explosions-gruppe	max. Oberflächen-temperatur	

### Nichtelektrische Geräte (z. B. Förderbänder, Getriebe, pneumatische Pumpen)

Bezeichnung	Ausführung nach ATEX*	Gerätegruppe	Geräte-kategorie	Explosions-gruppe	max. Oberflächen-temperatur	Zünd-schutzart	Mindestanforderungen erfüllt J/N
	J/N						

Blatt Nr. \_\_\_\_\_

# Explosionsschutzdokument

## Beurteilung der Explosionsgefahr beim Pulverbeschichten in Anlagen/Räumen

### Erläuterungen zum Formblatt 2

- 1 Hier ist das Beschichtungspulver (Korngröße  $\leq 0,5$  mm) zu nennen, das explosionstechnisch die kritischsten Stoffeigenschaften besitzt (z. B. niedrigste Zündtemperatur, niedrigste UEG).
- 2 Zündtemperatur (ZT): niedrigste Temperatur zum Entzünden eines Pulver-Luftgemisches.  
  
Glimmtemperatur (GT): niedrigste Temperatur zum Entzünden einer Pulverschicht von 5 mm Dicke  
  
Untere Explosionsgrenze (UEG): niedrigste Konzentration eines Stoffes in Luft, bei der durch Zündung eine Explosion ausgelöst werden kann  
  
Staubexplosionsklasse (St): Klasseneinteilung nach Explosionsfähigkeit  
  
Mindestzündenergie: Niedrigster Wert der kapazitiv gespeicherten Energie zum Entzünden eines Pulver-Luftgemisches bei Atmosphärendruck und Raumtemperatur
- 3 Hier ist die Kurzbeschreibung der Einrichtung/Anlage mit ihren wesentlichen Bestandteilen sowie die Art der elektrostatischen Aufladung anzugeben.
- 4 Hier sind die jeweiligen Zonen für den Raum zu nennen, z. B. innerhalb von Pulverkabinen Zone 22; in geschlossenen Pulverrückgewinnungsanlagen Zone 20.
- 5 Beispiele zur Zoneneinteilung beim Auftreten von Beschichtungspulver sind in dieser DGUV Information in Anhang 1 enthalten. Als weitere Beurteilungsgrundlage für die Zoneneinteilung können die DGUV Regeln (z. B. DGUV Regel 113-001) und Informationen, Normen und technische Regelwerke (z. B. VDI-Richtlinien) herangezogen werden.
- 6 Die Verhinderung oder die Einschränkung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Räumen kann z. B. durch die folgenden technischen Maßnahmen erreicht werden:
  - Absaugung von Pulver an der Entstehungsstelle
  - Verhinderung von Pulveraustritten und -ablagerungen

Hierbei kann die Leistung und Konzeption von Absauganlagen wesentlich dazu beitragen, dass Freisetzen von Pulver stark eingeschränkt bzw. vermieden werden (z. B. ausreichende Ventilatorleistungen, Betrieb der Anlagen im Unterdruck).

- 7 Wirksame Zündquellen zur Zündung explosionsfähiger Staub/Luftgemische können sein:
  - Entladungen zwischen hochspannungsführenden Teilen und anderen Bauteilen oder der Kabine
  - Kurzschlüsse und Schaltfunken bei elektrischen Betriebsmitteln
  - Heißgelaufene Antriebe/heiße Oberflächen
  - Offenes Feuer, Rauchen, Glimmnester
  - Mechanische Funken durch Werkzeuge
  - Schlag- und Reibfunken durch Metallteile
  - Funkenflug bei Schweiß- und Trennschleifarbeiten

Von den vorgenannten Zündquellen lassen sich durch technische Maßnahmen vermeiden:

  - Elektrostatische Entladungen: Verwendung geeigneter Applikationstechnik; durchgängige Erdung aller Anlagenteile
  - Schlag- und Reibfunken durch Metallteile: Ausscheiden der Metallteile z. B. durch Einsatz von Magnet- oder Schwerkraftabscheidern
  - Kurzschlüsse, Schaltfunken beim Benutzen elektrischer Betriebsmittel: richtige Auswahl der elektrischen Betriebsmittel hinsichtlich Schutzart/Ex-Schutz-Kategorie

- 8 Zum Pulverbeschichten dürfen ausschließlich Geräte/Anlagen benutzt werden, die DIN EN 50050-2 (elektrostatische Handsprüheinrichtungen) oder DIN EN 50177 (ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare Beschichtungspulver) entsprechen. Geräte und Anlagen, die ab dem 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden, müssen der RL 94/9/EG<sup>1</sup> entsprechen. Sie müssen für den Einsatz in den jeweiligen Zonen geeignet sein (siehe Tabelle). Die Hersteller- bzw. Konformitätserklärungen müssen vorliegen und die Geräte müssen vollständig gekennzeichnet sein.

1 Ab 20. April 2016 RL 2014/34/EU; bestehende Konformitätserklärungen und Kennzeichnungen nach RL 94/9/EG behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

Gerätegruppe III	Geräteklasse 1 D	Geeignet für den Einsatz in Zone 20, 21 und 22
	Geräteklasse 2 D	Geeignet für den Einsatz in Zone 21 und 22
	Geräteklasse 3 D	Geeignet für den Einsatz in Zone 22

9 Sind weitere elektrische Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen vorhanden, müssen diese Geräte so beschaffen sein, dass sie keine wirksamen Zündquellen darstellen können. Handelt es sich um Geräte oder Komponenten, die bereits vor dem 30.06.2003 in Verkehr gebracht wurden, muss die RL 94/9/EG<sup>1</sup> nicht rückwirkend auf diese Geräte angewandt werden. Es muss aber geprüft werden, ob die Geräte bzw. die Komponenten in der vorliegenden Zone sicher verwendet werden können. Elektrische Geräte, die ab dem 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden, müssen der RL 94/9/EG<sup>1</sup> entsprechen und für den Einsatz in den jeweiligen Zonen geeignet sein (siehe Tabelle). Die Hersteller- bzw. Konformitätserklärungen müssen vorliegen und die Geräte müssen vollständig gekennzeichnet sein.

10 Auch nichtelektrische Geräte (z. B. Druckluftabreinigungseinrichtungen, mechanische Fördereinrichtungen) und Werkzeuge können wirksame Zündquellen darstellen, z. B. durch mechanisch erzeugte Funken und heiße Oberflächen. Angaben hierzu können u. a. der Betriebsanleitung sowie der technischen Dokumentation entnommen werden. Für nichtelektrische Geräte, die seit 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden, müssen wie bei elektrischen Geräten Hersteller- bzw. Konformitätserklärung und Betriebsanleitung im Sinne der Richtlinie 94/9/EG<sup>1</sup> vorliegen. Alle Geräte müssen für den Einsatz in den jeweiligen Zonen geeignet (siehe Tabelle) und vollständig gekennzeichnet sein.

11 Kann die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre oder das Vorhandensein wirksamer Zündquellen in Anlagen und Bereichen nicht sicher ausgeschlossen werden, müssen konstruktive Maßnahmen getroffen sein, die die Auswirkungen möglicher Explosionen auf ein unbedenkliches Maß reduzieren. Solche Maßnahmen sind:

- Explosionsfeste Bauweise von Behältern und Apparaturen
- Explosionsunterdrückung durch schnelles Einblasen von Löschmitteln in Behälter und Apparaturen
- Explosionsdruckentlastung von Behältern und Apparaturen durch Freigabe von definierten Querschnitten zur

Abfuhr des Drucks und des Flammenstrahls in eine ungefährliche Richtung

- Verhinderung der Flammen- und Explosionsübertragung (Explosionstechnische Entkoppelung), z. B. durch mechanisches Schnelllabsperrn oder Ausschleusen

Die oben genannten konstruktiven Schutzmaßnahmen können nur in Bereichen eingesetzt werden, in denen sich bei bestimmungsgemäßem Betrieb (Normalbetrieb<sup>2</sup>) keine Personen aufhalten dürfen.

Als sonstige Maßnahmen zur Unterstützung der o. g. Schutzmaßnahmen kann insbesondere die Prozessleittechnik/Konzentrationsüberwachung (z. B. Reststaubgehaltsmessung mit automatischer Anlagenabschaltung) zur Anwendung kommen. Alle Maßnahmen, die dem Explosionsschutz dienen, fallen in den Geltungsbereich der Richtlinie 94/9/EG<sup>1</sup>.

12 Zusätzliche technische Maßnahmen können z. B. der Einbau von Funkdetektions- und -löschanlagen in die Absaugleitungen sein. Ortsfeste Sprühanlagen des Typs B oder C dürfen nur dann betrieben werden, wenn sie mit einer örtlich wirkenden automatischen Feuerlöschanlage ausgerüstet sind (siehe DIN EN 50177).

13 An den Zugängen zu explosionsgefährdeten Bereichen muss folgende Kennzeichnung vorgenommen werden:

- Warnzeichen „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“
- Verbotsschilder „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“
- Verbotsschilder „Zutritt für Unbefugte verboten“.

14 Zur Unterweisung der Beschäftigten, die in explosionsgefährdeten Bereichen tätig werden sollen, müssen schriftliche Betriebsanweisungen vorliegen. Darin sind Informationen zu den Explosionsgefahren sowie Maßnahmen zu deren Abwendung aufzunehmen. Personen, die mit der Durchführung von Instandsetzungs-, Wartungs-,

1 Ab 20. April 2016 RL 2014/34/EU; bestehende Konformitätserklärungen und Kennzeichnungen nach RL 94/9/EG behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

2 **Normalbetrieb** ist der Zustand, in dem Anlagen und Geräte innerhalb ihrer Auslegungsparameter betrieben werden. Die Freisetzung geringer Mengen brennbarer Stoffe kann zum Normalbetrieb gehören, z. B. geringe Leckagen, Staubemissionen beim Sack- oder Behälterwechsel. **Nicht zum Normalbetrieb** gehören Störungen, die die Abschaltung und Instandsetzung der Anlage erfordern.

Umbau- und Reinigungsarbeiten beauftragt werden, müssen eine angemessene spezielle Unterweisung erhalten. Die Unterweisung ist zu protokollieren. Die Teilnehmenden bestätigen durch Unterschrift die Teilnahme an der Unterweisung.

- 15 Für gefährliche Arbeiten (z. B. Schweiß-, Schneid-, Trenn-, Schleif- und sonstige Feuerarbeiten) in explosionsgefährdeten Bereichen müssen schriftliche Arbeitsfreigaben (Erlaubnisscheinverfahren) eingeführt sein. Ein Muster für einen Erlaubnisschein kann z. B. der DGUV Information 209-046 entnommen werden.
- 16 Pulverablagerungen in gefahrdrohender Menge (Schichtdicken  $\geq 1$  mm) können zu Brandgefahren und im Falle der Aufwirbelung auch zu Explosionsgefahren führen. Um diese Gefahren zu unterbinden, müssen diese Ablagerungen regelmäßig entfernt werden. Umfang und Intervall der Reinigungsmaßnahmen müssen in der Betriebsanweisung festgelegt sein.
- 17 Sind in explosionsgefährdeten Bereichen Einrichtungen oder Anlagen vorhanden, die wiederkehrende Prüfungen erfordern, muss der Betreiber die Prüf Fristen ermitteln und für eine fristgerechte Prüfung der Einrichtungen Sorge tragen. Die Prüfungen sind mit ihren Prüfergebnissen zu dokumentieren. Zur Festlegung der Prüfintervalle siehe Abschnitt 8 dieser DGUV Information.

# Anhang 4

## Berechnung der Konzentration brennbarer Beschichtungsstoffe

### A4.1 Berechnung der Konzentration brennbarer Lösemitteldämpfe (nach DIN EN 12215)

#### A4.1.1 Berechnungsgrundlage

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

$$C_{UEG} = \frac{100 \times \bar{C}}{UEG} \quad (1)$$

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

$$\bar{C} = \frac{\dot{M}_{max} \times k_1 \times k_2 \times k_3}{Q_{min}} \quad (2)$$

mit:

$C_{UEG}$	berechneter Wert der höchstzulässigen Konzentration brennbarer Lösemittel als Funktion von UEG	in %
$\bar{C}$	durchschnittliche Konzentration brennbarer Lösemittel (in Luft) in der Spritzkabine	in g/m <sup>3</sup>
UEG	untere Explosionsgrenze der Lösemittel oder Lösemittelgemische bei 293 K	in g/m <sup>3</sup>
	Wenn die Bestandteile der Lösemittelgemische bekannt sind, die UEG des Gemisches jedoch unbekannt ist, ist die UEG des Lösemittelbestandteils mit dem geringsten Wert einzusetzen. Sind keine Angaben vorhanden, ist ein Wert von 40 g/m <sup>3</sup> einzusetzen.	in g/m <sup>3</sup>
$\dot{M}_{max}$	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 der 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 <sup>3</sup> /h



**ANMERKUNG 1**

Bei einer Mehrzonenkabine muss jede Sektion separat berechnet werden.

**ANMERKUNG 2**

Bei Kabinen, die mit einem Umluftsystem ausgerüstet sind, darf bei der Berechnung ausschließlich der Zuluftanteil als  $Q_{min}$  berücksichtigt werden.

**A4.1.2 Berechnungsbeispiele****A4.1.2.1 Berechnung der Konzentration brennbarer Lösemitteldämpfe auf der Grundlage einer 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	$\dot{M}_{max}$	= 20 000 g/h
untere Explosionsgrenze	$UEG$	= 40 g/m <sup>3</sup>
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  $v$  sowie der Breite  $B$  und Länge  $L$  des Luftstromquerschnitts berechnet werden:

$$Q_{min} = v \times B \times L \quad (3)$$

nach (3)

$$Q_{min} = 0,35 \text{ m/s} \times 4 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3600 \text{ s/h} = 40\,320 \text{ m}^3/\text{h}$$

nach (2)

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

nach (1)

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

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

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

#### A4.1.2.2 Berechnung des Frischluftstroms auf der Grundlage eines festgelegten Konzentrationswerts

Gleichungen (1) und (2) können auch zur Berechnung des Frischluftstroms verwendet werden:

Wenn:

$C_{UEG,max}$  maximale Konzentration (Sollwert) als UEG

$Q_{neu,min}$  in die Spritzkabine angesaugter Mindest-Frischluftstrom, um  $\bar{C}_{max}$  im Inneren zu erhalten, dann ist

nach (1)

$$\bar{C}_{max} = \frac{C_{UEG,max} \times UEG}{100} \quad (4)$$

nach (2)

$$Q_{neu,min} = \frac{\dot{M}_{max} \times k_1 \times k_2 \times k_3}{\bar{C}_{max}} \quad (5)$$

Annahmen:

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

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

nach (4)

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

nach (5)

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

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

#### A4.2 Berechnung der Konzentration von entzündbaren Pulverlack hinsichtlich der UEG (nach DIN EN 12981)

##### A4.2.1 Berechnungsgrundlage

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

$$C_{UEG} = \frac{100 \times \bar{C}}{UEG} \quad (6)$$

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

$$\bar{C} = \frac{\dot{M}_{max} \times k_1 \times k_2 \times k_3}{Q_{min}} \quad (7)$$

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

$$Q_{min} = v \times A \times 3\,600 \quad (8)$$

mit:

$\bar{C}$	mittlere Konzentration an entzündbaren Pulverlacken in Luft innerhalb der Pulverbeschichtungskabine	$\text{g/m}^3$
UEG	untere Explosionsgrenze eines Pulverlack-Luft-Gemisches. Wenn keine Angaben vorhanden sind, ist ein Wert von $20 \text{ g/m}^3$ einzusetzen.	$\text{g/m}^3$
$C_{UEG}$	Konzentration entzündbarer Pulverlacke im Verhältnis zur UEG	in % der UEG
$\dot{M}_{max}$	pro Stunde versprühte höchste Pulverlackmenge	$\text{g/h}$

$Q_{min}$	Mindest-Luftvolumenstrom der in die Pulverbeschichtungskabine angesaugt wird und durch den die entzündbaren Pulverlacke auf den erforderlichen Konzentrationswert verdünnt werden	$m^3/h$
$v$	mittlere Luftgeschwindigkeit	$m/s$
$A$	Gesamtquerschnitt der Öffnungen (Der Gesamtquerschnitt umfasst alle ständigen Öffnungen – z. B. Ein- und Auslassöffnungen für Werkstücke, Öffnungen für Bedienungspersonen und Sprühsysteme/Handsprüheinrichtungen)	$m^2$

**ANMERKUNG**

Bei einer Mehrzonen-Pulverbeschichtungskabine muss jede Sektion separat berechnet werden.

**A4.2.2 Berechnungsbeispiel – Bestimmung der Konzentration von entzündbaren Pulverlacken bei bekannter mittlerer Luftgeschwindigkeit**

Annahmen:

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

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

nach (8)

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

nach (7)

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

nach (6)

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

Ergebnis: Eine Nennkonzentration von  $C_{UEG} = 52,1\%$  wird erreicht, wenn die technische Lüftung der Pulverbeschichtungskabine für eine mittlere Luftgeschwindigkeit von  $v = 0,4 m/s$  ausgelegt ist (und weitere oben beschriebenen Annahmen gelten). Der Grenzwert für die Konzentration liegt bei 50% der UEG. In dem oben aufgeführten Beispiel müsste entweder die Zufuhr an Pulverlacken  $\dot{M}_{max}$  oder der Mindest-Luftvolumenstrom  $Q_{min}$  erhöht werden.

Ausgehend von einer höchstzulässigen Konzentration von 50 % der UEG ist nach (6)

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

Nach (7) ist zu berechnen:

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

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

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

oder der Mindest-Luftvolumenstrom und die Höchstmenge der versprühten Pulverlacke  $\dot{M}_{max}$

$$\dot{M}_{max} = Q_{min} \times \bar{C} = 8640 \text{ m}^3/\text{h} \times 10 \text{ g/m}^3 = 86400 \text{ g/h}$$

#### **ANMERKUNG**

Unabhängig von der oben aufgeführten 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.

### **A4.3 Berechnung der Konzentration von entzündbarem Flock (nach DIN EN 50223)**

#### **A4.3.1 Berechnungsgrundlage**

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

$$C_{UEG} = \frac{100 \times \bar{C}}{UEG} \quad (9)$$

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

$$\bar{C} = \frac{\dot{M}_{max}}{Q_{min}} \quad (10)$$

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

$$Q_{min} = v \times A \times 3600 \quad (11)$$

Dabei ist:

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

#### ANMERKUNG

Bei einer Mehrzonen-Flockkabine muss jede Sektion separat berechnet werden.

#### A4.3.2 Berechnungsbeispiel – Bestimmung der Konzentration an entzündbarem Flock bei bekannter mittlerer Luftgeschwindigkeit

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

Gesamtquerschnitt der Öffnungen	$A$	= 0,5 m <sup>2</sup>
mittlere durch Gestaltung und Konstruktion festgelegte Luftgeschwindigkeit	$v$	= 0,3 m/s
	$\dot{M}_{max}$	= 30 000 g/h
	$UEG$	= 100 g/m <sup>3</sup>

nach (11)

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

nach (10)

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

nach (9)

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

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 dem oben aufgeführten Beispiel müsste entweder die Zufuhr an Flock  $\dot{M}_{max}$  reduziert oder der Mindest-Luftvolumenstrom  $Q_{min}$  erhöht werden.

Ausgehend von einer höchstzulässigen Konzentration von 50 % der UEG ist nach Gleichung (9)

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

Nach Gleichung (10) ist zu berechnen:

entweder die Höchstmenge der versprühtem Flock und der Mindest-Luftvolumenstrom  $Q_{min}$  und die mittlere Luftgeschwindigkeit  $v$ :

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

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

oder der Mindest-Luftvolumenstrom und die Höchstmenge der versprühtem Flock  $\dot{M}_{max}$

$$\dot{M}_{max} = Q_{min} \times \bar{c} = 600 \text{ m}^3/\text{h} \times 50 \text{ g/m}^3 = 30\,000 \text{ g/h}$$

Unabhängig von der oben aufgeführten Berechnung muss bei Gestaltung und Konstruktion innerhalb der Flockkabine die Strömungsgeschwindigkeit der Luft so ausgewählt werden, dass ein effektiver elektrostatischer Beschichtungsprozess möglich ist.

# Anhang 5

## Berechnung der Pulver-/Flockkonzentration im Reingluftbereich eines geschlossenen Rückgewinnungssystems

### A5.1 Berechnungsgrundlage

Zum Filtermedium transportiertes(r) Beschichtungspulver/Flock im Rohgasbereich der Rückgewinnungsanlage:

$$\dot{M}_{roh} = \dot{M}_{max} \times (1 - e_t) \times (1 - e_s) \quad (12)$$

Dabei ist

$e_t$  der Auftragswirkungsgrad des Beschichtungsprozesses; typischer Erfahrungswert der Applikationsfachleute in %

$e_s$  die vom Hersteller vorgegebene Rückgewinnungseffizienz des Vorabscheiders (z. B. für Zyklon typischerweise zwischen 0,9 und 0,95) in %

$\dot{M}_{max}$  höchste pro Stunde versprühte Menge Beschichtungspulver oder Flock g/h

$\dot{M}_{roh}$  der Massendurchsatz Beschichtungspulver/Flock im Rohgasbereich der Rückgewinnungsanlage in g/h

Beschichtungspulver/Flock, das/der das Filtermedium zum Reingluftbereich der Rückgewinnungsanlage passiert (das Berechnungsprinzip kann auch für Polzeifilter angewendet werden).

$$C_{rein} = \frac{e_{rfm} \times \dot{M}_{roh}}{Q_{op}} \times 1000 \quad (13)$$

$$\dot{M}_{rein} = e_{rfm} \times \dot{M}_{roh} \quad (14)$$

$e_{rfm}$  ist die mittlere Durchlässigkeit des Filtermediums (Lieferantenzertifikat)

$Q_{op}$  ist der Betriebsluftstrom in der Kabine für den Beschichtungsprozess

$C_{rein}$  ist die Konzentration Beschichtungspulvers/Flocks nach dem Filtermedium

$\dot{M}_{rein}$  ist der Massendurchsatz des Beschichtungspulvers/Flocks im Reingluftbereich der Rückgewinnungsanlage



### A 5.2 Berechnungsbeispiel

$$e_t = 0,5$$

$$e_s = 0,95$$

$$Q_{op} = 12\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{M}_{max} = 180\,000 \text{ g/h}$$

$$e_{rfm} < 0,0003$$

$$UEG = 20 \text{ g/m}^3$$

nach (12):

$$\dot{M}_{roh} = 180\,000 \text{ g/h} \times (1 - 0,5) \times (1 - 0,95) = 4\,500 \text{ g/h}$$

nach (13):

$$C_{rein} = \frac{(0,0003 \times 4\,500 \text{ g/h})}{(12\,000 \text{ m}^3/\text{h})} \times 1\,000 = 0,1125 \text{ mg/m}^3$$

nach (14):

$$\dot{M}_{rein} = 0,0003 \times 4\,500 \text{ g/h} = 1,35 \text{ mg/h}$$

Ergebnis: 1% der UEG ist  $200 \text{ mg/m}^3$ , das heißt mehr als  $C_{rein} = 0,1125 \text{ mg/m}^3$ . Demnach ist das Innere der Reingasseite der letzten Filterstufe in Zone 22 einzustufen (siehe Anhang A.1.2.4).

# Anhang 6

## Prüfung der Luftsinkgeschwindigkeit

In diesem Anhang ist die Prüfung der erforderlichen Luftsinkgeschwindigkeit in vertikal oder horizontal belüfteten Kabinen für Flüssiglack oder Beschichtungspulver durch Messung beschrieben. Für die Prüfung von Kabinen anderer Bauweise, z. B. mit Gruben oder unter Berücksichtigung eines großen Werkstücks, oder die Messung an ständigen Öffnungen bei Pulverbeschichtungskabinen, siehe DIN EN 12215 oder DIN EN 12981.

### A6.1 Messinstrumente

Das Messgerät (z. B. ein Anemometer) muss:

- einen Messbereich von wenigsten 0,2 bis 0,8 m/s aufweisen;
- eine Genauigkeit von  $\leq 0,05$  m/s im Bereich von 0,2 bis 0,8 m/s aufweisen;
- eine Zeitkonstante (Messhäufigkeit)  $\leq 1$  s aufweisen;
- ein Mittelwertbildungsverfahren (Berechnung von wenigstens einem Mittelwert pro Minute) oder Datenerfassungssystem (zur offline-Berechnung von Mittelwerten) aufweisen;
- ein Temperatenausgleichssystem für Apparate besitzen, die durch Temperaturunterschiede beeinflusst werden (z. B. thermisches Anemometer);
- eine Messunsicherheit kleiner als 10 % im Bereich  $10^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}$  bei 0,3 m/s haben;
- richtungsabhängig sein mit einer richtungsabhängigen Unsicherheit kleiner als 10 % im Bereich  $\pm 30^\circ$ .

Zusätzlich sollte das Messgerät innerhalb des vergangenen Jahres über den Messbereich kalibriert worden sein.

### A6.2 Luftgeschwindigkeitsmessprotokoll

#### A6.2.1 Messbedingungen

Messungen sind wie folgt durchzuführen:

- in einer leeren Lackierkabine, abgesehen von Kabinen, die für große Werkstücke konzipiert sind;
- unter bestimmungsgemäßem Betrieb der Lackierkabine. Wenn eine Lackierkabine mit einem Heizsystem ausgestattet ist, muss das Heizsystem in Betrieb sein;
- Alle Öffnungen der Werkhalle, die die Belüftung der Kabine beeinflussen können, müssen geschlossen sein.

Die Messbedingungen sind im Prüfbericht zu dokumentieren.

#### A6.2.2 Zu messende Luftgeschwindigkeitskomponenten

In vertikal belüfteten Kabinen sind vertikale Geschwindigkeitskomponenten zu messen.

In horizontal belüfteten Kabinen sind Luftgeschwindigkeitskomponenten parallel zur Hauptstromrichtung (normalerweise

lotrecht zur Frischluftzufuhrebene oder parallel zu einer Seitenwand) zu messen.

Bei Lackierkabinen mit offener Zugangsseite oder Lackierkabinen mit Arbeitsöffnungen sind die Luftgeschwindigkeitskomponenten lotrecht zur Öffnungsebene zu messen.

#### ANMERKUNG

Üblicherweise wird die Strömungsrichtung vorab mittels Rauch geprüft.

#### A6.2.3 Messebene – vertikal belüftete Lackierkabine (Flüssiglack und Pulver, Bedienerperson im Inneren)

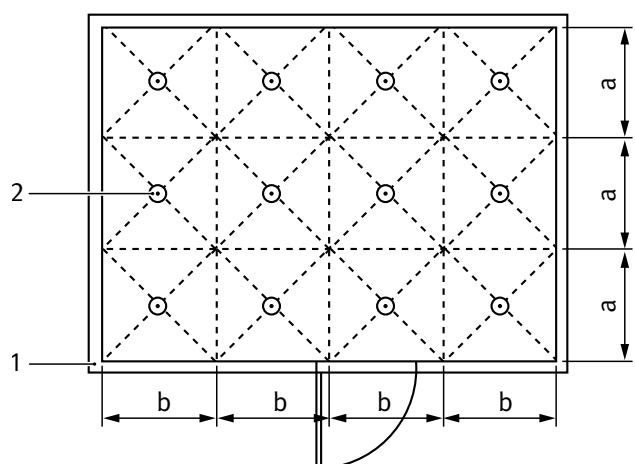
Die Messpunkte sind auf einer horizontalen Ebene festzulegen, die in 1 m Höhe über dem Boden der Lackierkabine liegt.

Die Punkte sind wie folgt definiert:

- die Messebene ist in gleiche Rechtecke mit Seitenlängen  $a$  und  $b$  zwischen 1,0 m und 1,5 m aufzuteilen;
- der Mittelpunkt jedes Rechtecks bildet einen Messpunkt;
- bei der Festlegung der Messpunkte sind Hindernisse (z. B. Förderbänder) zu berücksichtigen;
- die Lage der Messpunkte ist im Prüfbericht zu dokumentieren.

Die Anzahl der Messpunkte muss mindestens zwei in der Länge und zwei in der Breite betragen.

An jedem Messpunkt ist die vertikale Luftgeschwindigkeitskomponente in Übereinstimmung mit A6.2.2 zu messen.



Legende: 1 Arbeitsbereich 2 Messpunkt

Abb. A6-1 Messpunkte für die Luftgeschwindigkeit in vertikal belüfteten Pulverbeschichtungskabinen

#### A6.2.4 Messebene – horizontal belüftete Lackierkabinen und Pulverbeschichtungskabinen

Die Messpunkte liegen:

- in der Ebene der Öffnung, wenn die Bedienperson außerhalb der Kabine arbeitet;
- in der vertikalen Ebene innerhalb der Kabine in einem Abstand von 0,5 m zur Ebene der Öffnung, wenn die Bedienperson innerhalb der Kabine arbeitet.

Die Punkte sind wie folgt definiert:

- die Messebene ist in gleiche Rechtecke mit Seitenlängen a und b zwischen 1,0 m und 1,5 m aufzuteilen;
- der Mittelpunkt jedes Rechtecks bildet einen Messpunkt;
- die Lage der Messpunkte ist im Prüfbericht zu dokumentieren.

Messungen sind an mindestens neun Punkten (3x3 Raster) durchzuführen.

An jedem Messpunkt ist die horizontale Luftgeschwindigkeitskomponente in Übereinstimmung mit A6.2.2 zu messen.

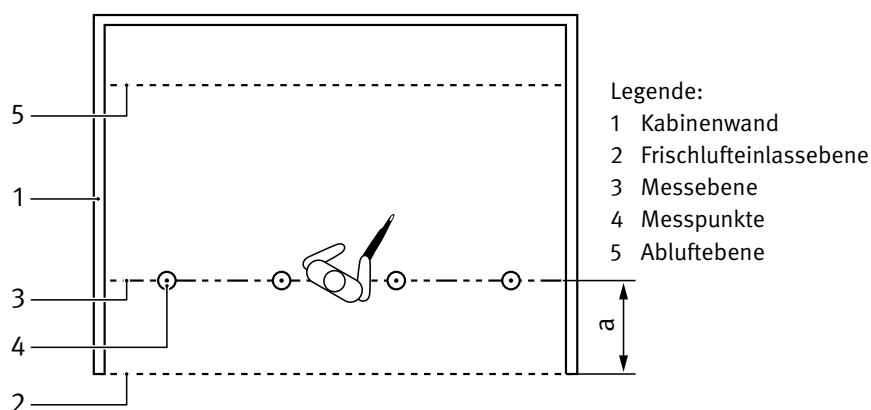


Abb. A6-2 Messpunkte für die Luftgeschwindigkeit in horizontal belüfteten Pulverbeschichtungskabinen

#### A6.3 Mindest-Luftsinkgeschwindigkeiten

Die bei den Messungen festgestellten Werte der tatsächlichen Luftsinkgeschwindigkeiten müssen mindestens die folgenden Grenzwerte erreichen:

Kabinentyp	Beschichtungsmaterial		Luftstrom		Messebene
	Flüssig	Pulver	Geschwindigkeit (m/s)		
			Durchschnitt	Einzelpunkt Minimum	
Vertikal belüftet	X	X	0.3	0.25	A6.2.3
Horizontal belüftet Offene Zugangsseite	X	X	0.5	0.4	A6.2.4

# Anhang 7

## Besondere Prüfanforderung für Sprühsysteme der Kategorie 2G und 2D

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

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

Geräte der Kategorie 2D entsprechend DIN 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, rel. Feuchte und Luftdruck) müssen im Prüfprotokoll festgehalten werden.

Die Prüfung erfolgt mit einer Vorrichtung gemäß Abb. A7-1. Die Bewegungsbahn der Elektroden (Gegenelektrode und Sprühorgan) zueinander muss auf der gemeinsamen Mittelachse verlaufen und darf durch andere Gegenstände nicht direkt oder indirekt beeinflusst werden.

### ANMERKUNG

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

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

Die Annäherungsgeschwindigkeit zwischen der hochspannungsführenden Elektrode und der geerdeten Gegenelektrode 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 Gegenelektrode muss 100 mm größer als der gedachte Umkreis um die Elektrodenspitzen sein, z. B. der Durchmesser einer Sprühglocke.



### Hinweis:

Die Prüfung muss fünf 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.

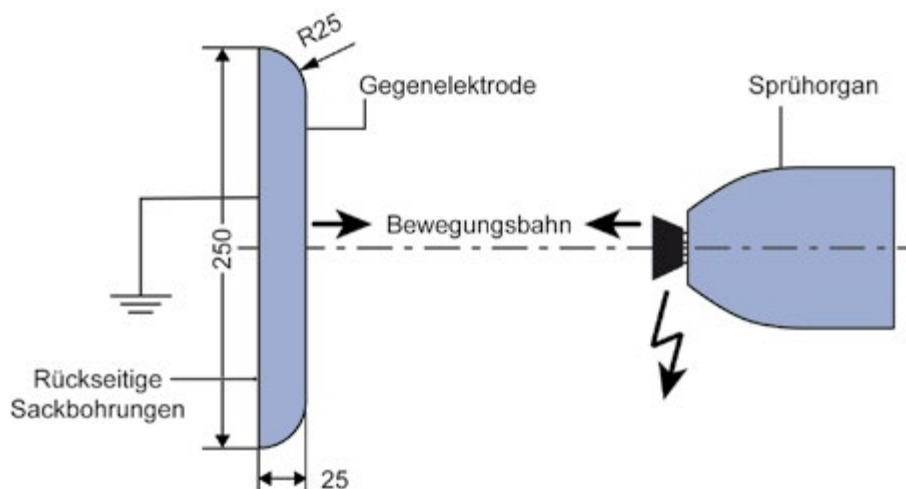


Abb. A7-1: Prüfaufbau

# Anhang 8

## Muster-Betriebsanweisung Elektrostatisches Beschichten mit Flüssiglack

Firma:  
Abteilung:

**Muster-Betriebsanweisung**  
„Manuelle/automatische elektrostatische Beschichtungsanlage“  
für flüssige Beschichtungsstoffe

Nummer:  
Ausgabe/Stand:

### 1. Anwendungsbereich

Arbeitsbereich/-platz:

Arbeitsmittel: Manuelle und automatische elektrostatische Beschichtungsanlage und deren Zusatzeinrichtungen

Tätigkeit: Betrieb, Wartung, Instandhaltung und Prüfung



### 2. Gefahren für Mensch und Umwelt

- Brand- und Explosionsgefahr
- Gesundheitsgefahren durch:
  - Einatmen von Lösemitteldämpfen und Staub bzw. Verschlucken
  - Hautkontakt (Hautentfettung, -erkrankung, -allergie)
  - Augenverletzung durch Spritzer
- Elektrischer Schlag, insbesondere durch die Hochspannungsversorgung
- Gefahr durch Rutschen oder Stolpern wegen verschmutzten Fußbodens oder verbogener Gitterroste
- Gefahr durch Quetsch- und Scherstellen im Arbeitsbereich und innerhalb der automatischen Beschichtungsanlage (Kabine)
- Gefahr durch herabfallende Gegenstände (z. B. Filterelemente der Zuluft)
- Gefahr durch herausstritzende Flüssigkeiten unter hohem Druck (z. B. bei Schlauchbruch, Hochdruckgeräte)
- Wasserverschmutzung, z. B. durch Verschütten von Lacken und Lösemitteln
- Verletzungsgefahr durch rotierende bzw. nachlaufende Glockenteller
- Erstickungsgefahr bei Auslösung der CO<sub>2</sub>-Löschanlage

### 3. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Darauf achten, dass Handsprüheinrichtungen/Sprühsysteme nur in freigegebenen Kombinationen mit Steuergeräten und Zubehörteilen betrieben werden.
- Immer bei wirksamer technischer Lüftung arbeiten (auch bei Wartung und Instandhaltung)
- Die Gefahrstoffbetriebsanweisungen sind zu beachten.
- Rauchen, offenes Licht und der Umgang mit Feuer sind verboten.
- Spülen und Reinigen der Handsprüheinrichtungen/Sprühsysteme nur bei abgeschalteter Hochspannung!
- Lösemittelreste, damit getränkte Putzlappen sowie leere Gebinde im vorgesehenen Behälter sammeln
- Ausschließlich metallische Behälter für Reinigungsmittel verwenden, deren Erdung sicherstellen
- Soweit zur Reinigung erforderlich, Lösemittel mit einem hohen Flammpunkt – möglichst mehr als 15°C oberhalb der Umgebungstemperatur – verwenden
- Handsprüheinrichtungen/Sprühsysteme sowie Material- und Luftschläuche vor jedem Einsatz auf Beschädigungen – z. B. des Gehäuses – prüfen (bereits gering erscheinende Beschädigungen können in gefährlicher Weise Schutzfunktionen beeinträchtigen)
- Regelmäßige Überprüfung der Erdung der Aufnahmepunkte der zu beschichtenden Werkstücke
- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie Prüfvorgänge stets nach Angaben des Herstellers oder besonderem Arbeitsplan durchführen; vorgegebene Intervalle (z. B. für Filterwechsel) sind zu beachten.
- Vor dem Beginn der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten in der Sprühkabine die Hochspannung abschalten, Entladung sicherstellen und vorschriftsgemäße Erdungsmaßnahmen prüfen
- Bei automatischen Beschichtungsanlagen ist das Einlegen des Reinigungs- bzw. Wartungsschalters und dessen Sicherung gegen Wiedereinschalten mit Sicherheitsschloss erforderlich, bevor mit Reinigungs- bzw. Wartungsarbeiten begonnen wird.
- Wartungs-, Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten in engen Räumen dürfen nur mit Erlaubnisschein und abgeschalteter CO<sub>2</sub>-Löschanlage durchgeführt werden (z. B. Filterwechsel, Wartung an Lüftungsschächten).
- Bei Tätigkeiten, die Zündquellen erzeugen können (z. B. Schweißarbeiten), müssen diese schriftlich mit einem Erlaubnisschein dokumentiert und die festgelegten Schutzmaßnahmen müssen eingehalten werden.
- Unterweisung: Personen müssen vor Aufnahme ihrer jeweiligen Tätigkeit (Betrieb, Wartung, Instandhaltung und Prüfung) über die mit elektrostatischen Sprühanlagen verbundenen Gefahren und Schutzmaßnahmen unterwiesen sein und beauftragt werden. Sie müssen mit der Durchführung der ihnen übertragenen Arbeiten vertraut sein. Die Betriebsanweisung ist zu beachten.

**4. Persönliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln**

- Vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitsende Hautschutz- und Hautpflegemittel benutzen
- Zur Hautreinigung nur die vorgesehenen Hautreiniger, niemals Lösemittel, verwenden
- Aufbewahrung und Verzehr von Nahrungs- und Genussmitteln in Lackierräumen sind verboten.
- Verkehrs- und Fluchtwege zur eigenen Sicherheit immer freihalten
- Nur die für die jeweilige Tätigkeit vom Unternehmen bereitgestellte Schutzausrüstung verwenden:
  - Ableitfähige Sicherheitsschuhe \_\_\_\_\_ Durchgangswiderstand  $\leq 10^8 \Omega$
  - Ableitfähige Schutzhandschuhe \_\_\_\_\_ (geeignetes Material, s. Sicherheitsdatenblatt Punkt 8), Durchgangswiderstand  $\leq 10^8 \Omega$
  - Atemschutzgeräte: mindestens filtrierende Halbmaske A2P2
  - Schutzkleidung: \_\_\_\_\_
  - Hautschutzmittel \_\_\_\_\_ Hautpflegemittel \_\_\_\_\_

**5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall**

**Kontaktperson:**

- Können während des Betriebs auftretende Störungen durch den Anlagenführer/die Anlagenführerin nicht beseitigt werden, sind die direkten Vorgesetzten bzw. ist die Fachabteilung für Instandhaltung zu verständigen.
- Bei CO<sub>2</sub>-Alarm den Arbeitsbereich sofort verlassen und bei der Sammelstelle warten
- Achtung! Bei Auslösung der CO<sub>2</sub>-Löschanlage ertönt 30 Sekunden lang ein Warnton, nach dieser Warnung wird der Bereich mit CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) geflutet.
- Nach Auslösung der CO<sub>2</sub>-Löschanlage muss vor dem Wiederbetreten der Anlage/Halle eine Freimessung durchgeführt werden.

**6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe**

**Notruf: 112**

- Beschichtungsanlage abschalten, z. B. über Not-Halt-Taster oder Hauptschalter
- Verletzte Person aus dem Gefahrenbereich bringen
- Erste Hilfe leisten
- Ersthelfer und Ersthelferinnen siehe Telefonliste
- Unfall unverzüglich den jeweiligen Vorgesetzten oder deren Vertretern oder Vertreterinnen melden.

**Datum**

**Unterschrift**

--	--

# Anhang 9

## Muster-Betriebsanweisung

### Elektrostatisches Beschichten mit Beschichtungspulver

Firma:  
Abteilung:

**Muster-Betriebsanweisung**  
„Manuelle/automatische elektrostatische Beschichtungsanlage“  
für Beschichtungspulver

Nummer:  
Ausgabe/Stand:

#### 1. Anwendungsbereich

Arbeitsbereich/-platz:

Arbeitsmittel:

Manuelle und automatische elektrostatische Beschichtungsanlage und deren Zusatzeinrichtungen

Tätigkeit:

Betrieb, Wartung, Instandhaltung und Prüfung



#### 2. Gefahren für Mensch und Umwelt

- Brand- und Explosionsgefahr
- Gesundheitsgefahren durch:
  - Einatmen von Lösemitteldämpfen und Staub bzw. Verschlucken
  - Hautkontakt (Hautentfettung, -erkrankung, -allergie)
  - Augenverletzung durch Eindringen von Beschichtungspulver
- Elektrischer Schlag, insbesondere durch die Hochspannungsversorgung
- Gefahr durch Rutschen oder Stolpern wegen verschmutzten Fußbodens oder verbogener Gitterroste
- Gefahr durch Quetsch- und Scherstellen im Arbeitsbereich und innerhalb der automatischen Beschichtungsanlage (Kabine)
- Gefahr durch herabfallende Gegenstände (z. B. Werkstücke an Hängeförderern)
- Wasserverschmutzung, z. B. durch Verschütten von Lösemitteln
- Erstickungsgefahr bei Auslösung der CO<sub>2</sub>-Löschanlage

#### 3. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Darauf achten, dass Handsprüheinrichtungen/Sprühsysteme nur in freigegebenen Kombinationen mit Steuergeräten und Zubehörteilen betrieben werden
- Immer bei wirksamer technischer Lüftung arbeiten (auch bei Wartung und Instandhaltung)
- Die Gefahrstoffbetriebsanweisungen sind zu beachten.
- Rauchen, offenes Licht und der Umgang mit Feuer sind verboten.
- Spülen und Reinigen der Handsprüheinrichtungen/Sprühsysteme nur bei abgeschalteter Hochspannung!
- Lösemittelreste, damit getränkte Putzlappen sowie leere Gebinde im vorgesehenen Behälter sammeln
- Ausschließlich metallische Behälter für Reinigungsmittel verwenden, deren Erdung sicherstellen
- Soweit zur Reinigung erforderlich, Lösemittel mit einem hohen Flammpunkt – möglichst mehr als 15 °C oberhalb der Umgebungstemperatur – verwenden
- Handsprüheinrichtungen/Sprühsysteme sowie Material- und Luftschläuche vor jedem Einsatz auf Beschädigungen – z. B. des Gehäuses – überprüfen (bereits gering erscheinende Beschädigungen können in gefährlicher Weise Schutzfunktionen beeinträchtigen)
- Regelmäßige Überprüfung der Erdung der Aufnahmepunkte der zu beschichtenden Werkstücke
- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie Prüfvorgänge stets nach Angaben des Herstellers oder besonderem Arbeitsplan durchführen; vorgegebene Intervalle (z. B. für Filterwechsel in der Pulverrückgewinnungsanlage) sind zu beachten.
- Vor dem Beginn der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten in der Sprühkabine die Hochspannung abschalten, Entladung sicherstellen und vorschriftsgemäße Erdungsmaßnahmen prüfen
- Bei automatischen Beschichtungsanlagen ist das Einlegen des Reinigungs- bzw. Wartungsschalters und dessen Sicherung gegen Wiedereinschalten mit Sicherheitsschloss erforderlich, bevor mit Reinigungs- bzw. Wartungsarbeiten begonnen wird.
- Wartungs-, Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten in engen Räumen dürfen nur mit Erlaubnisschein und abgeschalteter CO<sub>2</sub>-Löschanlage durchgeführt werden (z. B. Filterwechsel, Wartung an Lüftungsschächten).
- Tätigkeiten, die Zündquellen erzeugen können (z. B. Schweißarbeiten), müssen schriftlich mit einem Erlaubnisschein dokumentiert und die festgelegten Schutzmaßnahmen müssen eingehalten werden.
- Unterweisung: Personen müssen vor Aufnahme ihrer jeweiligen Tätigkeit (Betrieb, Wartung, Instandhaltung und Prüfung) über die mit elektrostatischen Sprühanlagen verbundenen Gefahren und Schutzmaßnahmen unterwiesen sein und beauftragt werden. Sie müssen mit der Durchführung der ihnen übertragenen Arbeiten vertraut sein. Die Betriebsanweisung ist zu beachten.

#### 4. Persönliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitsende Hautschutz- und Hautpflegemittel benutzen
- Zur Hautreinigung nur die vorgesehenen Hautreiniger, niemals Lösemittel, verwenden
- Aufbewahrung und Verzehr von Nahrungs- und Genussmitteln in Lackierräumen sind verboten.
- Verkehrs- und Fluchtwege zur eigenen Sicherheit immer freihalten
- Nur die für die jeweilige Tätigkeit vom Unternehmen bereitgestellte Schutzausrüstung verwenden:
  - Ableitfähige Sicherheitsschuhe \_\_\_\_\_ Durchgangswiderstand  $\leq 10^8 \Omega$
  - Ableitfähige Schutzhandschuhe \_\_\_\_\_ (geeignetes Material, s. Sicherheitsdatenblatt Punkt 8), Durchgangswiderstand  $\leq 10^8 \Omega$
  - Atemschutzgeräte: mindestens filtrierende Halbmaske P2, soweit die Staubgrenzwerte nicht dauerhaft sicher eingehalten sind
  - Schutzkleidung: \_\_\_\_\_
  - Hautschutzmittel \_\_\_\_\_ Hautpflegemittel \_\_\_\_\_

#### 5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall

Kontaktperson:

- Können während des Betriebs auftretende Störungen durch den Anlagenführer oder die Anlagenführerin nicht beseitigt werden, sind die direkten Vorgesetzten bzw. ist die Fachabteilung für Instandhaltung zu verständigen.
- Bei CO<sub>2</sub>-Alarm den Arbeitsbereich sofort verlassen und bei der Sammelstelle warten
- Achtung! Bei Auslösung der CO<sub>2</sub>-Löschanlage ertönt 30 Sekunden lang ein Warnton, nach dieser Warnung wird der Bereich mit CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) geflutet.
- Nach Auslösung der CO<sub>2</sub>-Löschanlage muss vor dem Wiederbetreten der Anlage/Halle eine Freimessung durchgeführt werden.

#### 6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe

Notruf: 112

- Lackieranlage abschalten, z. B. über Not-Halt-Taster oder Hauptschalter
- Verletzte Person aus dem Gefahrenbereich bringen
- Erste Hilfe leisten
- Ersthelfer und Ersthelferinnen siehe Telefonliste

Datum

Unterschrift



# Anhang 10

## Beispiele für Handsprüheinrichtungen und Sprühsysteme zum elektrostatischen Beschichten

### A10.1 Elektrostatische Nasslackapplikation

#### A10.1.1 Handapplikation



Abb. A10-1 Manuelles Beschichten von Automobilteilen mit luftzerstäubender Handsprüheinrichtung

#### ANMERKUNG

Atemschutz wegen geringer Exposition nicht erforderlich, siehe auch DGUV Regel 109-013



Abb. A10-2 Manuelles Beschichten von Holzplatten mit luftzerstäubender Handsprüheinrichtung für wasser verdünnbaren Flüssiglack (Außenaufladung)



Abb. A10-3 Luftzerstäubende elektrostatische Handsprüheinrichtung für Flüssiglack

### A10.1.2 Automatische Applikation



Abb. A10-4 Hochrotations-Sprühsystem zur Beschichtung von Pkw-Aluminiumrädern für Decklack



Abb. A10-5 Robotergeführtes Hochrotations-Sprühsystem zur Beschichtung von Pkw-Karosserien, rechts: Außenaufladung, links: Direktaufladung



Abb. A10-6 Hochrotations-Sprühsystem zur Beschichtung von Pkw-Karosserien mit Direktaufladung

### A10.2.1 Handapplikation



Abb. A10-7 Handsprüheinrichtung mit Sprühkabine



Abb. A10-8 Handsprüheinrichtung

### A10.2.2 Automatische Applikation



Abb. A10-9 Sprühsystem zur Pulverbeschichtung von Pkw-Aluminiumräder für Klarlack



Abb. A10-10 Sprühsystem zur Pulverbeschichtung von Heizkörpern mit Vertikal-Bewegungsautomat

### A10.3 Elektrostatische Flockapplikation

#### A10.3.1 Handapplikation



Abb. A10-11 Handsprüheinrichtung zur Verarbeitung von Flock mit Hochspannungserzeuger und Sprühorgan



Abb. A10-12 Manuelles Beflocken von Textilien mit Handsprüheinrichtung

#### A10.3.2 Automatische Applikation

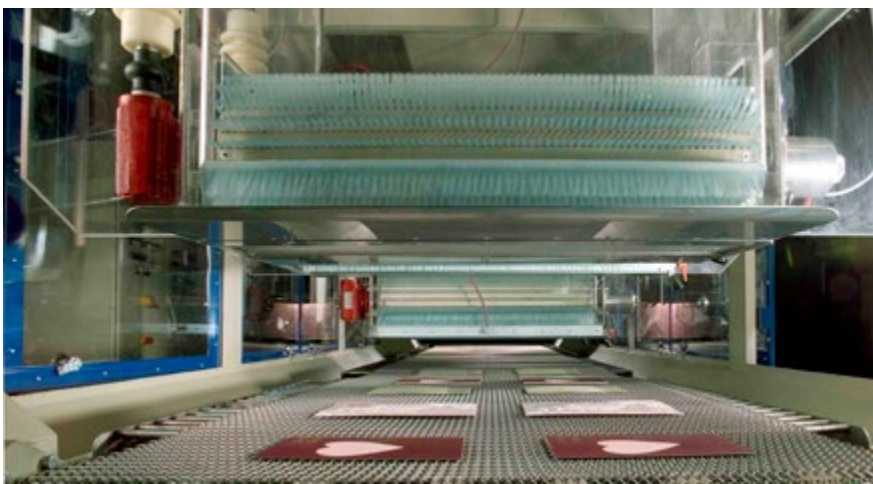


Abb. A10-13 Sprühsystem in einer automatischen Flächenbeflockungsanlage zur Beschichtung von Textilien



Abb. A10-14 Automatische Flächenbeflockungsanlage



Abb. A10-15 Robotergeführte Beflockungsanlage mit luftzerstäubenden Sprühsystemen

A10.4 Zubehör



Abb. A10-16 Steuerung für die Hochspannungserzeuger von Handsprüheinrichtungen



Abb. A10-17 Steuerung für die Hochspannungserzeuger von Sprühsystemen



Abb. A10-18 Hochspannungs-Erdschalter



Abb. A10-19 Hochspannungsmessgerät

# Anhang 11

## Vorschriften und Regeln

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

### 1. EG-Richtlinien

RL 2006/42/EG	Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (EG-Maschinenrichtlinie)
RL 2014/35/EU	Richtlinie 2014/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt
RL 2014/30/EU	Richtlinie 2014/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten 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, ersetzt durch:
RL 2014/34/EU	Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
RL 2004/42/EG	Richtlinie 2004/42/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. April 2004 über die Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen aufgrund der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Farben und Lacken und in Produkten der Fahrzeugreparaturlackierung sowie zur Änderung der Richtlinie 1999/13/EG
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 2014/68/EU	Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt
RL 2010/75/EU	Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

### 2. 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. ProdSV	Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)
11. ProdSV	Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzverordnung) Bauordnung der Länder

### 3. Europäische Normen

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

DIN EN 50050-1:2014	Elektrostatische Handsprüheinrichtungen – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Handsprüheinrichtungen für entzündbare flüssige Beschichtungsstoffe
DIN EN 50050-2:2014	Elektrostatische Handsprüheinrichtungen – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Handsprüheinrichtungen für entzündbares Beschichtungspulver
DIN EN 50050-3:2014	Elektrostatische Handsprüheinrichtungen – Sicherheitsanforderungen – Teil 3: Handsprüheinrichtungen für entzündbaren Flock
DIN EN 50059:1992	Bestimmungen für elektrostatische Handsprüheinrichtungen für nichtbrennbare Sprühstoffe für Beschichtungen
DIN EN 50176:2010	Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen – Sicherheitsanforderungen
DIN EN 50177/A1:2013	Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit entzündbaren Beschichtungspulvern – Sicherheitsanforderungen
DIN EN 50223:2015	Stationäre elektrostatische Flockanlagen für entzündbaren Flock – Sicherheitsanforderungen
DIN EN 50348+Cor.:2010	Stationäre Ausrüstung zum elektrostatischen Beschichten mit nichtentzündbaren flüssigen Beschichtungsstoffen – Sicherheitsanforderungen

#### 3.2 Maschinen und Anlagen der Oberflächentechnik (CEN/TC 271)

##### WG 1 "Vorbehandlung"

DIN EN 12921-1/A1:2010	Maschinen zur Oberflächenreinigung und -vorbehandlung von industriellen Produkten mittels Flüssigkeiten oder Dampfphasen – Teil 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen
DIN EN 12921-2/A1:2010	Maschinen zur Oberflächenreinigung und -vorbehandlung von industriellen Produkten mittels Flüssigkeiten oder Dampfphasen – Teil 2: Anlagen, in denen wässrige Reinigungsmittel verwendet werden
DIN EN 12921-3/A1:2010	Maschinen zur Oberflächenreinigung und -vorbehandlung von industriellen Produkten mittels Flüssigkeiten oder Dampfphasen – Teil 3: Sicherheit von Anlagen, in denen brennbare Reinigungsmittel verwendet werden
DIN EN 12921-4/A1:2010	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"

DIN EN 1953:2013	Spritz- und Sprühgeräte für Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen
DIN EN 12621/A1:2011	Förder- und/oder Umlaufanlagen für Beschichtungsstoffe unter Druck – Sicherheitsanforderungen
DIN EN 12757-1/A1:2011	Mischgeräte für Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Mischgeräte zur Verwendung in der Fahrzeugreparaturlackierung
DIN EN 13966-1:2003 +Ber. 1 2007	Bestimmung des Auftragswirkungsgrades von Spritz- und Sprühgeräten für Beschichtungsstoffe – Teil 1: Flächenbeschichtung

##### WG 3 "Beschichtungsanlagen"

DIN EN 12215/A1:2010	Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für flüssige organische Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen
----------------------	---



DIN EN 12581/A1:2011	Beschichtungsanlagen – Tauchbeschichtungsanlagen und Elektrotauchbeschichtungsanlagen für organische flüssige Beschichtungsstoffe – Sicherheitsanforderungen
DIN EN 12981/A1:2010	Beschichtungsanlagen – Spritzkabinen für organische Pulverlacke – Sicherheitsanforderungen
DIN EN 13355/A1:2010	Beschichtungsanlagen – Kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen – Sicherheitsanforderungen

#### *JWG 4 "Trockner, Öfen und Abdunsteinrichtungen"*

DIN EN 1539:2015	Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden – Sicherheitsanforderungen
DIN EN 12753/A1:2011	Thermische Reinigungssysteme für Abluft aus Anlagen zur Oberflächenbehandlung – Sicherheitsanforderungen

#### *WG 5 "Lärm"*

DIN EN 14462:2015	Oberflächenbehandlungsgeräte – Geräuschemessverfahren für Oberflächenbehandlungsgeräte, einschließlich ihrer Be- und Entladeeinrichtungen – Genauigkeitsklassen 2 und 3
-------------------	---

## **4. Technisches Regelwerk**

### **4.1 Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)**

TRBS 1001	Struktur und Anwendung der Technischen Regeln für Betriebssicherheit
TRBS 1111	Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung
TRBS 1112	Instandhaltung
TRBS 1112, Teil 1	Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilung und Schutzmaßnahmen
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 1201, Teil 3	Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG – Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 6 BetrSichV
TRBS 1203	Befähigte Personen
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 2152 Teil 3	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
TRBS 2152 Teil 4	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken

### **4.2 Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)**

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 – Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen
TRGS 505	Blei
TRGS 507	Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern

TRGS 555	Betriebsanweisung und Unterweisung der Beschäftigten
TRGS 560	Lufrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben
TRGS 602	Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen; Zinkchromate und Strontiumchromat als Pigmente für Korrosionsschutz-Beschichtungsstoffe
TRGS 720	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines Achtung: inhaltsgleich mit TRBS 2152
TRGS 721	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 725	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen
TRGS 727	Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
TRGS 800	Brandschutzmaßnahmen
TRGS 900	Arbeitsplatzgrenzwerte

#### 4.3 Technische Regeln für Arbeitsstätten

ASR A1.3	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
ASR A 1.7	Türen und Tore
ASR A 1.8	Verkehrswege
ASR A 2.2	Maßnahmen gegen Brände
ASR A 3.4	Beleuchtung
ASR A 3.4/3	Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme
ASR A 3.6	Lüftung
ASR A 3.5	Raumtemperatur
ASR A 4.3	Erste-Hilfe-Räume, Mittel und Einrichtungen zur Ersten Hilfe

#### 5. VDE-Bestimmungen

DIN VDE 0100	Errichten von Niederspannungsanlagen
Teil 420:2016-02	Teil 4-42: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen thermische Auswirkungen
Teil 520:2013-06	Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen
Teil 706: 2007-10	Teil 7-706: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit Achtung: Vorgesehener Ersatz durch DIN IEC 60364-7-706 (2004-01)
DIN EN 50110-1:2014-02	Betrieb von elektrischen Anlagen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen [VDE 0105 -1]
DIN EN 60204-1:2014-10	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 50156-1:2016-03	Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen – Teil 1: Bestimmungen für die Anwendungsplanung und Errichtung [VDE 0116-1]
DIN EN 60079-0:2014-06	Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen
DIN EN 60079-14:2014-10	Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
DIN EN 60529:2014-09	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

## 6. Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

### Bezugsquelle:

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger  
und unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

### 6.1 DGUV Vorschriften

DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention
DGUV Vorschrift 3 und 4	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
DGUV Vorschrift 38 und 39	Bauarbeiten

### 6.2 DGUV Regeln, Informationen und Merkblätter

DGUV Regel 100-500 und 100-501	Betreiben von Arbeitsmitteln
DGUV Regel 105-001	Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen
DGUV Regel 109-002	Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
DGUV Regel 109-010	Richtlinien für Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln (Lösemittel-Reinigungseinrichtungen)
DGUV Regel 109-013	Schutzmaßnahmenkonzept für Spritzlackierarbeiten – Lackaerosole
DGUV Regel 112-190	Benutzung von Atemschutzgeräten
DGUV Regel 112-194	Benutzung von Gehörschützern
DGUV Regel 112-189 und 112-989	Benutzung von Schutzkleidung
DGUV Regel 112-191 und 112-991	Benutzung von Fuß- und Knieschutz
DGUV Regel 112-192 und 112-992	Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
DGUV Regel 112-193 und 112-993	Benutzung von Kopfschutz
DGUV Regel 112-195 und 112-995	Einsatz von Schutzhandschuhen
DGUV Regel 113-001	Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) – Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen
DGUV Regel 113-002	Sicherheitsregeln für Durchlauftrockner von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen
DGUV Regel 113-004	Behälter, Silos und enge Räume – Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
DGUV Information 205-001	Arbeitsschutz durch vorbeugenden Brandschutz
DGUV Information 208-016	Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten
DGUV Information 209-004	Sicherheitslehrbrief – Umgang mit Gefahrstoffen
DGUV Information 209-014	Lackierer
DGUV Information 209-046	Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe – Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb
DGUV Information 211-010	Sicherheit durch Betriebsanweisungen
DGUV Information 212-017	Allgemeine Präventionsleitlinie Hautschutz – Auswahl, Bereitstellung und Benutzung
DGUV Information 213-001	Arbeiten in engen Räumen
DGUV Information 213-005	Spraydosen und Gaskartuschen
DGUV Information 213-051	Allgemeine Themen – Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen
DGUV Information 213-057	Sichere Technik – Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb
DGUV Information 213-078	Polyurethane – Isocyanate
DGUV Information 213-079	Gefahrstoffe – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
DGUV Information 213-072	Gefahrstoffe – Lösemittel
Merkblatt M 021 (bisher BGI 648)	Fluorhaltige Halogenkohlenwasserstoffe
Merkblatt T 005 (bisher BGI 535)	Fassmerkblatt – Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden
Merkblatt T 049 (bisher BGI 5027)	Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen

**Bildnachweis**

Titelbild	J. Wagner AG
Abb. 2-1	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
Abb. 3-1 bis 3-5	Schnier Elektrostatik GmbH
Abb. 7-1	J. Wagner AG
Abb. A10-1	Finishing Brands Europe ITW
Abb. A10-2	J. Wagner AG
Abb. A10-3	Finishing Brands Europe ITW
Abb. A10-4	Finishing Brands Europe ITW
Abb. A10-5	Dürr Systems GmbH
Abb. A10-6	Dürr Systems GmbH
Abb. A10-7	J. Wagner AG
Abb. A10-8	J. Wagner AG
Abb. A10-9	J. Wagner AG
Abb. A10-10	J. Wagner AG
Abb. A10-11	Maag Flockmaschinen GmbH
Abb. A10-12	Maag Flockmaschinen GmbH
Abb. A10-13	Maag Flockmaschinen GmbH
Abb. A10-14	Maag Flockmaschinen GmbH
Abb. A10-15	Maag Flockmaschinen GmbH
Abb. A10-16	Schnier Elektrostatik GmbH
Abb. A10-17	Finishing Brands Europe ITW
Abb. A10-18	Schnier Elektrostatik GmbH
Abb. A10-19	Schnier Elektrostatik GmbH







## **Berufsgenossenschaft Holz und Metall**

Internet: [www.bghm.de](http://www.bghm.de)

Kostenfreie Servicehotline: 0800 9990080-0