

Leitfaden

Leitfaden für die sichere Handhabung von Pulverbeschichtungen

Stand 2025 / 9. Ausgabe

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Staubexplosionen und Brandgefahren	4
2.1 Ursachen	
2.2 Vermeidung	
3. Gefahren durch Elektrizität	6
3.1 Ursachen	
3.2 Vermeidung	
4. Gesundheitsgefahren	8
4.1 Ursachen	
4.2 Vermeidung	
5. Umweltgefahren	11
5.1 Ursachen	
5.2 Vermeidung	
6. Gefahren durch Druckluft	12
6.1 Ursachen	
6.2 Vermeidung	
7. Konstruktion von Anlage und zugehörigen Vorrichtungen	13
7.1 Vollständige Anleitung	
7.2 Die Sprühvorrichtung	
7.3 Sprühkabinen	
7.4 Einbrennöfen	
7.5 Vorrichtungen zum Auftragen	
7.6 Belüftung und Leitungen	
7.7 Belüftung und Rückgewinnungssystem für Pulver	
ANHANG	17

1. Einleitung

Charakteristisch für industrielle wärmehärtende Pulverlacke ist ihre Herstellung durch Zusammenmischen und Extrudieren von Harzen, Härtern, Pigmenten und Additiven. Die sich ergebende Masse wird zu feinen Einzelteilchen gemahlen. Solche Pulver werden durch ein Druckluftsprühsystem, welches die Pulverlackteilchen elektrostatisch auflädt, auf ein Substrat oder Werkstück aufgetragen.

Beschichtet werden kann entweder vollautomatisch oder von Hand. Von einem Fördersystem werden die Werkstücke durch eine Beschichtungskabine transportiert, in der sich eine Reihe von Sprühpistolen befindet. Danach gelangen die Werkstücke in einen Einbrennofen.

Die Gesamtluftmenge zur Sprühpistole bewegt sich in einem Größenbereich von 2 - 4 Nm³/min.. Bei der Hochspannungsaufladung (Corona) wird mit Spannungen von bis zu 100 kV und Stromstärken von bis zu 100 µA gearbeitet. Bei der Reibungsaufladung (Tribo) entstehen Stromstärken von bis zu 5 µA.

Die Systeme sind so ausgerichtet, dass die Menge an Overspray auf ein Minimum verringert wird. Überschüssiges Pulver wird abgesaugt und für eine Wiederverwendung oder Entsorgung gesammelt.

Aus den Angaben in diesem Leitfaden über sichere Arbeitsverfahren ist klar ersichtlich, dass das Gefahrenpotential beim Verwenden von Pulverlacken niedriger ist als beim Verwenden von konventionellen Beschichtungsstoffen auf der Basis von organischen Lösemitteln. Staubwolken in der Luft erfordern das 50- bis 100-fache der zum Entzünden eines Lösemitteldampf/Luft- Gemisches notwendigen Energie und sind deshalb materialbedingt schwerer entzündlich. Auch der Pulveranteil in der Luft muss über einer bestimmten Konzentration, der unteren Explosionsgrenze, liegen, bevor eine Entzündung oder Explosion stattfinden kann.

Beim Verwenden von Pulverlacken bestehen jedoch bestimmte Gefahren, die von zahlreichen Parametern abhängen. Um sie zu vermeiden, müssen Vorkehrungen getroffen werden, die hier als sichere Arbeitsverfahren bezeichnet werden. Wenn diese Vorkehrungen getroffen werden, sollten Risiken auf ein Minimum verringert sein. Die in diesem Leitfaden aufgeführten Aspekte erheben jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit, die Angaben in den einschlägigen Gesetzen, Verordnungen u. w. sind vorrangig zu beachten. Es ist möglich, dass länderspezifisch andere Vorgaben, als in diesem Leitfaden aufgeführt, greifen.

Die hauptsächlichsten Gefahren beim elektrostatischen Auftragen von Pulverlacken sind:

- (i) Staubexplosionen und Brandgefahren
- (ii) Elektrische Entladungen
- (iii) Einwirkung von gefährlichen Stoffen
- (iv) Druckluft

2. Staubexplosionen und Brandgefahren

2.1 Ursachen

2.1.1 Bei Pulverlacken handelt es sich um staubförmige Gemische von Stoffen überwiegend organischer Natur, welche in einer Korngrößenverteilung von 0 - 120 µm vorliegen. Derartige Produkte können zusammen mit Luft ein explosionsfähiges Staub-/Luftgemisch bilden. Eine Staubexplosion kann stattfinden, wenn sowohl

(i) die Staubkonzentration in der Luft zwischen der unteren Explosionsgrenze und der oberen Explosionsgrenze liegt

und

(ii) eine Zündquelle mit der für die Staubwolke erforderlichen Energie vorhanden ist. Zu solchen Zündquellen können gehören:

- (a) heiße Oberflächen oder Flammen;
- (b) elektrische Entladungen oder Funken;
- (c) elektrostatische Entladungen.

2.1.2 Ein Brand kann auftreten, wenn eine Schicht von abgeschiedenem Pulverlack oder eine Wolke mit einer Zündquelle, z.B. wie vorstehend in 2.1.1(ii) aufgeführt, in Berührung kommt. Ein Brand in einem Pulverlacksystem kann zu einer Staubexplosion führen, wenn entweder brennende Teilchen in abgeschlossene Anlagenbereiche, wie z. B. Auffangvorrichtungen für Staub gelangen können, oder wenn Abscheidevorrichtungen für brennenden Staub gestört sind.

2.2 Vermeidung

2.2.1 Eine Explosion kann vermieden werden, wenn beide oder eine der in 2.1.1 aufgeführten Bedingungen ausgeschlossen werden. Systeme zum Pulverlackieren sollten so gestaltet werden, dass das gleichzeitige Auftreten der beiden Bedingungen vermieden wird. Wegen der Schwierigkeit, Zündquellen völlig auszuschließen, sollte jedoch das Hauptaugenmerk auf das Vermeiden von zündfähigen Pulverkonzentrationen gelegt werden.

Eine Methode zur Bestimmung der Konzentration von brennbarem Pulverlack hinsichtlich der unteren Explosionsgrenze wird in der europäischen Norm DIN EN 16985 beschrieben.

Anhang 1 beschreibt, wie die in der Sprühkabine mögliche Pulverlackkonzentration berechnet werden kann.

2.2.2 Die gemäß DIN EN ISO 8130-4 aus dem Brennwert berechnete untere Explosionsgrenze typischer Pulverlacke liegt, je nach spezifischen chemischen und physikalischen Eigenschaften zwischen 20 g/m³ und 80 g/m³.

In Pulverbeschichtungskabinen muss die technische Lüftung so beschaffen sein, dass eine mittlere Konzentration von Pulverlack in Luft von 50 % der unteren Explosionsgrenze nicht überschritten wird. Ist ein verlässlicher Wert der unteren Explosionsgrenze nicht vorhanden, darf die mittlere Konzentration 10 g/m³ nicht überschritten werden.

Als „mittlere Konzentration“ wird gemäß DIN EN 16985 die Masse der in die Pulverbeschichtungsanlage eingebrachten Pulverlacke geteilt durch das im gleichen Zeitraum von der technischen Lüftung abgesaugte Luftvolumen definiert.

Berechnungsbeispiele zur Bestimmung der Konzentration von Pulverlacken in Beschichtungsanlagen sind im Anhang der europäischen Norm DIN EN 16985 angeführt.

2.2.3 Die Vorrichtung zum Auftragen sollte hinsichtlich der Leistung der Absaugvorrichtung und der Höchstzahl der Sprühpistolen und deren Leistung klar gekennzeichnet sein. Die Einstellung der Anlage und der Pulverlackverbrauch sollten regelmäßig auf ihre Übereinstimmung mit festgelegten Werten überprüft werden, um sicherzustellen, dass die zulässigen Pulverkonzentrationen in der Luft gemäß 2.2.2 nicht überschritten werden.

2.2.4 Um eine Ansammlung und Entwicklung von Stäuben zu verhindern, sollte ein Zeitplan für eine regelmäßige Wartung und Reinigung unter Beachtung der vom Hersteller vorgegebenen Intervalle eingeführt werden.

Bei elektrischen Einrichtungen kann die Entwicklung von Stäuben zu deren Entzünden durch Überhitzen führen.

Die maximale Temperatur von Oberflächen, die Staub ausgesetzt sind, darf 2/3 der Mindestzündtemperatur (= niedrigste Temperatur einer heißen Fläche, an der das zündwilligste Staub/Luftgemisch noch entzündet wird) nicht überschreiten. Typische Pulverlacke haben üblicherweise eine Zündtemperatur von ca. 420-470°C.

2.2.5 Sicherheitshinweise zur Handhabung von Pulverlackfeinstäuben aus Endfiltern:

Aus Sicherheitsgründen wird vom Recycling der Endfilterabfälle dringend abgeraten, es sei denn, es werden Risikobewertungen zur Minderung der Explosionsgefahr durchgeführt.

Aufgrund des hohen Feinkornanteils von Stäuben aus Endfiltern ist es wichtig zu wissen, dass das Zündungsrisiko mit zunehmender Partikelfinheit steigt.

Obwohl einige ultrafeine Klarlacke, insbesondere solche auf Acryl- und Epoxidbasis, sehr niedrige Werte für die Mindestzündenergie (MIE) ohne Induktivität ($< 3 \text{ mJ} < \text{MIE}$) aufweisen können, haben die meisten Pulverlackfeinstäube eine MIE von $3 \text{ mJ} < \text{MIE} < 10 \text{ mJ}$.

2.2.6 Die Anwendung von Druckluft oder trockenem Bürsten zum Entfernen von verschüttetem Pulver beim Reinigen von Vorrichtungen sollte vermieden werden.

Bevorzugte Verfahren zur Reinigung sind die Verwendung von in geeigneter Weise gestalteten Industrie-Staubsaugern oder feuchtes Bürsten.

2.2.7 Rauchen sollte streng verboten sein. Alle Zündquellen, wie Streichhölzer und Feuerzeuge, sollten ausgeschlossen werden.

2.2.8 Die Grundsätze zum Vermeiden der Bildung von Staubwolken im Zusammenhang mit Zündquellen sind gleichermaßen für die allgemeine Handhabung wie auch für Reinigungs- und Wartungsvorgänge anwendbar.

3. Gefahren durch Elektrizität

3.1 Ursachen

Die hauptsächlichen Quellen von Gefahren durch Elektrizität sind:

- (i) unangemessene oder schadhafte Erdungssysteme, die zum Entstehen von statischen Aufladungen und anschließend zu Funkenbildung oder elektrischen Entladungen führen;
- (ii) Versagen oder Überhitzen von elektrischen Vorrichtungen, die zu Brand oder elektrischen Entladungen führen.

3.2 Vermeidung

3.2.1 Der Kontakt zwischen dem Werkstück, den Gehängekonstruktionen und der Fördervorrichtung sollte so sein, dass jederzeit eine angemessene Erdung gegeben ist. Dies sollte regelmäßig überprüft werden. Die Gehängekonstruktionen sollten so gestaltet sein, dass jedes unnötige Auftragen von Pulverlack vermieden wird. Sie sollten regelmäßig gereinigt werden, damit ein guter Kontakt erhalten bleibt.

Zur ständigen Überwachung der Wirksamkeit des Erdungssystems zwischen den Gehängekonstruktionen und der Fördervorrichtung, sollten wo immer möglich automatische Abschaltvorrichtungen oder Warnsysteme installiert werden.

3.2.2 Zu beschichtende, metallische Objekte sollten einen Widerstand zur Erde von $10^6 \Omega$ nicht überschreiten, um eine ordnungsgemäße Erdung und Sicherheit während des Pulverbeschichtungsprozesses zu gewährleisten.

3.2.3 Fußböden und andere Oberflächen, mit denen das Bedienungspersonal in Berührung kommen kann, sollten leitend sein und einen Widerstand von $10^6 \Omega$ nicht überschreiten. Nichtleitende Materialien können mit leitenden Fußbodenmassen oder Beschichtungen versehen werden.

3.2.4 Als eine zusätzliche Vorkehrung sollten alle Bestandteile der Sprühanlage durch ein Erdungssystem miteinander verbunden sein. Dies sollte alle elektrischen Anlagenteile, Metallböden, Wände, Abschirmungen, Trennwände und Fördervorrichtungen sowie den Hochspannungsgenerator einschließen.

3.2.5 Um entstandene elektrostatische Ladungen abzuleiten, können als Alternative zur physikalischen Erdung des Werkstücks ionisierende Vorrichtungen angewendet werden. Die Vorrichtung sollte sich möglichst nahe am Werkstück befinden.

3.2.6 Fördervorrichtungen sollten so gestaltet sein, dass das Werkstück möglichst wenig schwingen kann.

3.2.7 Zur Sicherstellung, dass sich keine Stäube auf elektrischen Anlageteilen ansammeln könnten, sowie Belüftungskanäle und Kühlrippen sauber gehalten und nicht versperrt werden, sollten regelmäßige Wartungs- und Reinigungsprogramme eingeführt werden.

3.2.8 In der Kabine sollten sich nur die Spritzpistole(n) sowie zugehörige elektrische Kabel und Schläuche für die Pulverzufuhr befinden.

Wenn die Unterbringung anderer elektrischer Vorrichtungen, einschließlich des Hochspannungsgenerators, in der Kabine oder in den angrenzenden Bereichen unvermeidbar ist, müssen diese Vorrichtungen die Anforderungen nach DIN EN 50050 (von Hand geführte Pistolen) und DIN EN 50177 (automatische Pistolen) erfüllen und staubdicht nach der Norm IP54 sein.

3.2.9 Das Bedienungspersonal sollte antistatische Overalls, nichtisolierende Handschuhe und antistatisches Schuhwerk tragen, das die Anforderungen nach DIN EN ISO 20344 erfüllt.

3.3 Zu beachten sind natürlich auch alle relevanten EU-Richtlinien, wie die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU, die ATEX-Richtlinie 2014/34/EU, die Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit 2014/30/EU, die Druckbehälterrichtlinie 2014/68/EU und die daraus resultierenden Gesetze, Verordnungen, Normen und technischen Regeln. Zum großen Teil erfolgt dies bereits durch die Hersteller der entsprechenden elektrischen Betriebsmittel. Deren Sicherheitsvorgaben ist zu folgen

4. Gesundheitsgefahren

4.1 Ursachen

Durch die Einwirkung von gefährlichen Stoffen, die in den Pulverlacken enthalten sein können, oder durch den Pulverlack selbst können Gesundheitsprobleme beim Handhaben oder Verwenden von Pulverlack entstehen.

4.2 Vermeidung

4.2.1 Übernommene EU-Richtlinien verlangen, dass ein Anwender die Art und das Ausmaß der Einwirkung gefährlicher Stoffe am Arbeitsplatz und die notwendigen Maßnahmen zum Vermeiden oder Kontrollieren einer Einwirkung einschätzt.

4.2.2 Zum Einschätzen einer Einwirkung sollten auch das Etikett auf der Verpackung, das begleitende Sicherheitsdatenblatt und andere, vom Lieferanten gemachte Angaben herangezogen werden.

Pulverlacke werden nach der Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen - CLP-Verordnung - eingeteilt und gekennzeichnet. Die Hersteller von Pulverlacken stellen Daten über Gesundheit und Sicherheit in einem vereinheitlichten Formblatt auf der Grundlage der Anforderungen in dieser Verordnung zur Verfügung.

Beim Einschätzen einer Einwirkung sollten die Angaben im Sicherheitsdatenblatt angemessen berücksichtigt werden. Die Angaben in diesem umfassen:






- (i) Einzelheiten und Angaben über alle gefährlichen Stoffe;
- (ii) Hinweise auf Gesundheitsgefahren durch das Produkt oder bestimmte Stoffe;
- (iii) Hinweise auf Einwirkungsgrenzen am Arbeitsplatz;
- (iv) Ratschläge über sichere Handhabung und Verwendung;
- (v) Ratschläge über notwendige Vorkehrungen, um Einwirkungen zu vermeiden.

4.2.3 Beim Einschätzen der Einwirkung sollte auch Folgendes beachtet werden:

- (i) Pulverlacke können Staub/Luft-Gemische bilden, die eine Gesundheitsgefahr darstellen können. Wenn die Konzentrationen einzelner Stoffe in der Luft Grenzen für eine Einwirkung überschreiten, die in der nationalen Gesetzgebung oder intern für den Arbeitsplatz festgelegt sind, oder es wahrscheinlich ist, dass eine Grenze überschritten wird, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um eine Einwirkung vermeiden oder kontrollieren zu können.

4.2.4 Pulverlacke, die PT 910/PT912 enthalten

Einteilung und Kennzeichnung von Pulverlacken, die PT910/PT912 enthalten

Konzentrationsgrenze (Massenanteil in %)	Einteilung	Kennzeichnung		
		H Sätze	Gefahrensymbol	Gefahrenhinweis
≥ 1 %	Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2	H315		Verursacht Hautreizungen
≥ 3 %	Schwere Augenschädigung, Kategorie 1	H318		Verursacht schwere Augenschäden
≥ 1 %	Sensibilisierung durch Hautkontakt, Kategorie 1	H317		Kann allergische Hautreaktionen verursachen
≥ 10 %	Spezifische Zielorgan-Toxizität - wiederholte Exposition, Kategorie 2, Zentralnervensystem,	H373		Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition durch Verschlucken.
≥ 0,3 %	Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B	H360F		Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
≥ 2,5 %	Langfristig (chronisch) gewässergefährdend, Kategorie 3	H412		Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung

4.2.5 Zu den Maßnahmen, die eingeführt werden sollten, um Einwirkungen zu vermeiden oder Einwirkungen angemessen kontrollieren zu können, gehören:

- (i) Einbau von sachgerecht konstruierten Sprühkabinen mit Belüftungsvorrichtungen zum Absaugen von Staub und um Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz unterhalb der in dem jeweiligen Land gültigen Arbeitsplatzgrenzwerte zu halten.

Wenn manuelle Auftragsverfahren angewendet werden, sollte die Luft aus dem Bereich hinter dem Auftragsenden über das zu beschichtende Werkstück

und dann in die Abluftkanäle strömen. Diese sollten möglichst nahe am Werkstück angebracht sein.

Absauge- und Belüftungssysteme sollten in Übereinstimmung mit der nationalen Gesetzgebung hinsichtlich ihrer Arbeitsweise und Wirksamkeit inspiziert, geprüft und gewartet werden.

Allergiker und Personen mit Atembeschwerden sollten in einer Pulverbeschichtungsanlage nicht beschäftigt werden.

- (ii) Einbrennöfen sollten so eingebaut werden und konstruiert sein, dass Nebenprodukte oder flüchtige Bestandteile zu einem sicheren Platz abgesaugt werden und vermieden wird, dass sie entweichen oder in den Arbeitsbereich zurück gelangen können.

Öfen sollten inspiziert, geprüft und gewartet werden, um ihre betriebliche Wirksamkeit sicherzustellen.

- (iii) Einrichtungen für das Reinigen von Gehängekonstruktionen sollten möglichst vollständig geschlossene Systeme sein, mit wirksam belüfteten Abzügen zu einem sicheren Platz. Wenn dies nicht praktikabel ist, sollten die Beschäftigten, falls erforderlich, mit geeigneter persönlicher Schutzkleidung sowie Atemschutzeinrichtung versehen werden.

- (iv) Alle anderen Stufen bei der Handhabung von Pulverlacken, z.B. Öffnen der Verpackungen, Füllen von Vorratsbehältern, Sammeln von nichtverwendeten Pulvern, sollten um das Entweichen von Staub zu vermeiden möglichst abgeschlossen durchgeführt werden. Für den Fall, dass dies nicht praktikabel ist, sollten örtliche Belüftungen zum Absaugen und geeignete persönliche Schutzausrüstung vorhanden sein.

- (v) Alle mit der Handhabung von Pulverlacken Beschäftigten sollten mit antistatischen Schutzanzügen ausgestattet sein, durch die ein Eindringen des Pulvers vermieden wird. Um Hautkontakt auf ein Minimum zu verringern, sollten ebenfalls geeignete Handschuhe vorhanden sein.

Wenn technische Maßnahmen zum Verringern von Einwirkungen auf die geforderten Grenzen ungeeignet oder nicht möglich sind, müssen geeignete Atemschutzvorrichtungen zur Verfügung gestellt werden. Je nach den Gegebenheiten sind entweder Staubmasken oder luftgespeiste Atemschutzvorrichtungen erforderlich. In jedem Fall muss ein angemessener Schutzzumfang sichergestellt sein.

- (vi) Essen, Trinken und Rauchen am Arbeitsplatz sollten streng verboten sein.

4.2.6 Beschäftigte, die den Einwirkungen gefährlicher Stoffe ausgesetzt sind, sollten hinsichtlich ihrer Gesundheit als überwachungsbedürftig entsprechend der nationalen Gesetzgebung betrachtet werden.

5. Umweltgefahren

5.1 Ursachen

Pulverbeschichtungen entsprechen der Definition von synthetischen Polymermikropartikeln (SPM) gemäß der REACH-Beschränkung. Die Verwendung und das Inverkehrbringen von SPM sind generell verboten, es sei denn, die Verwendung ist von diesem Verbot ausgenommen. Die Verwendung von SPM in Pulverbeschichtungen ist ausgenommen, da die Partikel nach dem Aushärten dauerhaft so verändert wurden, dass keine SPM mehr vorliegen; die Mikropartikel werden in einen Beschichtungsfilm auf einem Substrat umgewandelt.

Für solche ausgenommenen Verwendungen gelten gesetzliche Verpflichtungen hinsichtlich der Informationen, die über die Lieferkette an den Endverbraucher weitergegeben werden müssen. Es bestehen Meldepflichten für industrielle Anwender hinsichtlich der geschätzten Freisetzungen von SPM in die Umwelt. Für solche Verwendungen müssen die jährlichen Freisetzungen in die Umwelt der Chemikalienagentur ECHA gemeldet werden. Hinweise zur Meldung erhalten Sie von Ihrem Lieferanten.

5.2 Vermeidung

Für die sichere Verwendung von Pulverbeschichtungen, mit der Emissionen in die Umwelt effizient minimiert werden können, können Anwender die Hinweise in diesem Dokument befolgen. Insbesondere die Abschnitte 2.2 und 7 sollten sorgfältig gelesen und befolgt werden.

Bei der Verwendung müssen die geltenden Hygienevorschriften eingehalten werden. Vermeiden Sie stets, dass Pulver aus dem Anwendungsraum oder der Kabine in andere Räume gelangt. Halten Sie während des Betriebs die Türen geschlossen und verwenden Sie Hilfsmittel (z. B. klebrige Fußmatten), um eine Kontamination durch Mitarbeiter zu vermeiden, die den Raum nach der Anwendung betreten oder verlassen. Verwenden Sie die Raumlüftung auch während der Reinigung.

Lieferanten von Pulverlacken sind verpflichtet, ihren industriellen nachgeschalteten Verwendern Gebrauchsanweisungen und Entsorgungshinweise (IFUD) zur Verfügung zu stellen, um die Emissionen von SPM in die Umwelt so weit wie möglich zu minimieren. Weitere Informationen zu IFUD finden Sie im Sicherheitsdatenblatt.

Wie bereits erwähnt, sind ausgehärtete Pulverlackfilme keine SPM mehr. Bei der Handhabung von Pulverlacken können jedoch Emissionen auftreten. Daher müssen unausgehärtete Pulverlacke und Pulverlackabfälle mit großer Sorgfalt behandelt werden, um Staubbildung zu vermeiden. Die Abfallentsorgung muss den lokalen und nationalen Abfallvorschriften für Gefahrstoffe entsprechen, wobei die Verbrennung der gesammelten Abfälle die bevorzugte Methode ist.

Beim Reinigen oder Austauschen von Filtern besteht ein hohes Risiko, dass Pulverbeschichtungen in die Luft gelangen. Der Austausch der Filter muss gemäß den Anweisungen der Filterhersteller (oder gemäß Ihren internen Verfahren) erfolgen, um Emissionen von gefilterten Partikeln in die Luft zu vermeiden. Ausgetauschte Filter müssen als gefährlicher Abfall behandelt werden.

Verwenden Sie immer die für Ihre Zwecke geeigneten Filtertypen. Ihr Lieferant kann Ihnen bei der Auswahl behilflich sein.

6. Gefahren durch Druckluft

6.1 Ursachen

6.1.1 Druckluft kann in verschiedener Hinsicht gefährlich sein:

- (i) Sie kann über Öffnungen wie Mund, Ohren usw. in den Körper eindringen und innere Verletzungen verursachen.
- (ii) Sie kann durch die Haut dringen und Embolien verursachen.
- (iii) Feste Teilchen im Luftstrom können die Augen schädigen.
- (iv) Systeme unter Druck, die Bruchstellen aufweisen oder beschädigt sind, können mit starken Auswirkungen explodieren.

6.2 Vermeidung

6.2.1 Druckluft sollte nicht zum Reinigen von Kleidung oder Haut verwendet werden.

6.2.2 Das Drucksystem sollte in gutem Zustand gehalten werden und regelmäßig inspiziert werden.

6.2.3 Geeignete und angemessene Anweisungen zur Anwendung des Drucksystems werden jedem damit Beschäftigten zur Verfügung gestellt. Die Anweisungen müssen auch das Verhalten bei Notfällen beinhalten

7. Konstruktion von Anlage und zugehörigen Vorrichtungen

7.1 Vollständige Anleitung

Eine vollständige Anleitung ist in den Normen DIN EN 16985 und DIN EN 50177 sowie in der Atex-Betriebsrichtlinie 1999/92/EG (richtet sich an Betreiber von Anlagen, in denen explosionsfähige Atmosphären entstehen) bzw. der Richtlinie 2014/34/EU (richtet sich an Errichter oder Inverkehrbringer von Anlagen, in denen explosionsfähige Atmosphären entstehen) enthalten. Diese Dokumente sollten herangezogen werden, bevor eine Pulverbeschichtungsanlage und die zugehörigen Vorrichtungen installiert und betrieben werden.

7.2 Die Sprühvorrichtung

Beim Aufbau der Sprüheinrichtung sollte Folgendes berücksichtigt werden:

- (i) Einrichtung sicherer Fluchtwege;
- (ii) Belüftung und Entlüftung des Arbeitsbereiches;
- (iii) schneller Zugang für Rettungsdienste im Fall von Bränden

7.3 Sprühkabinen

7.3.1 Der Vorratsbehälter für das Pulver und die Zuführungen für den Pulverlack sollten mit dem Absaugsystem für die Luft verbunden sein, damit im Falle eines Versagens des Belüftungssystems der Vorratsbehälter und die Zuführungen für den Pulverlack abgetrennt werden. Luftstromüberwachungsschalter sind das bevorzugte Verfahren zum Feststellen eines Versagens des Belüftungssystems. Eine solche Vorrichtung ist auch empfindlich bei zugeetzten Filtern und gebrochenen oder lockeren Ventilatorblättern.

7.3.2 Eine Branderkennung, verbunden mit der Abschaltvorrichtung für den Pulverlack und dem Belüftungssystem muss in der Kabine und in den Bereichen, in denen Pulverlack verarbeitet wird, als eine zusätzliche Vorsichtsmaßnahme installiert werden.

7.3.3 Ein Brandmeldegerät wird jedoch auch bei Kabinen mit automatischer Applikation und offenem Rückgewinnungssystem empfohlen. Es sollte innerhalb der Kabine angebracht und mit der Hochspannungsquelle, den Zuführungen für den Pulverlack und den Ventilatoren des Absaugsystems verbunden sein.

7.4 Einbrennöfen

7.4.1 Der Einbrennofen sollte sich mindestens 1 m entfernt von der Vorrichtung zum Pulversprühen befinden und so aufgestellt sein, dass sich in der Nähe des Ofens, seinen Luftzuführungen, heißen Oberflächen oder elektrischen Geräten kein Pulver ansammeln oder verschüttet werden kann. Die Luftbewegung innerhalb des Ofens sollte nicht so stark sein, dass Pulver vor dem Schmelzen vom Werkstück abgeblasen wird.

7.4.2 Die Anforderungen an den Ofen hinsichtlich des Luftwechsels (mit sauberer Luft) sollten bekannt und am Ofen sichtbar gekennzeichnet sein.

7.4.3 Bei Öfen mit Fördereinrichtung und insbesondere bei Öfen, bei denen Strahlungswärmequellen benutzt werden, sollte eine Verriegelung vorhanden sein, die die Energiequelle

bei Stillstand des Förderers deutlich zurückfährt oder abschaltet. So kann Überhitzen und mögliches Entzünden des Pulverlacks oder des Werkstücks vermieden werden.

7.4.4 Um zu vermeiden, dass bei mit Gas oder Öl befeuerten Öfen im Falle einer Explosion der Druck auf eine gefährliche Höhe ansteigt, sollten diese Öfen mit Druckentlastungskappen versehen sein. Diese sollten so angebracht werden, dass sie sich nicht über die Pulversprühanlage oder in von Personen zugängliche Bereiche entladen können.

7.4.5 Vorsicht an heißen Oberflächen! Zum Schutz vor Verbrennungen der Haut und zur Vermeidung von Kontakt mit eventuell noch zäh-pastösem Beschichtungsmaterial sollten die Vorschriften zur persönlichen Schutzausrüstung (PSA) stets eingehalten werden. Idealerweise besteht die PSA aus langer Arbeitskleidung und thermisch isolierten Schutzhandschuhen. Auch alle zusammen mit den beschichteten Komponenten eingebrannten Zubehörteile, wie zum Beispiel Haken und Warenträger, stellen im erhitzten Zustand eine Gefahrenquelle für Verbrennungen dar.

7.4.6 Entstehende Einbrennkondensate entweichen permanent aus der Einbrennkammer, aber vor allem beim Öffnen der Ofentüren. Sie sollten nach Möglichkeit technisch abgesaugt werden.¹

7.4.7 Ablagerungen an den Ofeninnenwänden und benachbarten Komponenten sind generell in regelmäßigen Abständen zu entfernen. Sie stellen unter Umständen eine erhebliche Brandlast dar. Geeignete Reinigungsverfahren sind in Abhängigkeit der Anlagengröße und des Ofenlayouts zu wählen und können unter anderem das Trockeneisstrahlen, das Entfernen mit geeigneten Lösemitteln oder das schonende mechanische Entfernen sein. Beim Entfernen der Kondensate ist auf den Schutz der Haut und der Atemwege zu achten.

7.4.8 Einbrennanlagen sollten bezüglich der Erreichung der eingestellten Solltemperatur sowie der möglichst homogenen Wärmeverteilung innerhalb der Heizkammer einer regelmäßigen Kontrolle unterzogen werden. Ein geeignetes Verfahren ist die Ofentemperaturmessung mit mehreren Fühlern, welche über die gesamte maximale Nutzweite und -höhe des Ofens verteilt werden sollten. Die Dimension von Nutzweite bzw. Nutzhöhe sollte dem zu beschichtenden Teilespektrum angepasst werden; die größten Teile mit den höchsten Wanddicken bilden den Referenzbezug zur Sicherstellung einer ausreichenden Einbrenntemperatur und Haltedauer.

7.5 Vorrichtungen zum Auftragen

7.5.1 Alle im Einsatz befindlichen Applikationsgeräte, welche zur manuellen Applikation geeignet sind, müssen den jeweiligen nationalen Verordnungen, sowie den Herstellervorgaben entsprechen und die bescheinigte Konformität gemäß EN 50053 aufweisen. Es gelten weiterhin die Anforderungen der DIN EN 50177 für selbsttätige Anlagenkomponenten im stationären Gebrauch.

7.5.2 Vor jeder Inbetriebnahme eines geeigneten und normenkonformen Applikationsgerätes ist auf die Vollständigkeit der Ausrüstung zu achten. Alle Überwurfmutter und alle Zubehörteile müssen unbedingt bis in ihre jeweilige Endlage geführt und der korrekte Sitz geprüft

¹ Siehe auch: VdL-Merkblatt „Emissionen aus dem Einbrennprozess von Pulverlacken“

werden; dies dient der Vermeidung von Lichtbogeneffekten während der elektrostatischen Pulverlackapplikation.

7.5.3 Eine technische Abschaltvorrichtung für das Lackierequipment muss immer in unmittelbarer Nähe der aktuellen Arbeitsposition auf direktem Weg erreichbar sein. Zum Funktionsumfang der Abschaltvorrichtung gehört zuvorderst das Befreien der Applikationsgeräte von der Spannungsversorgung. Führen Sie keine Beschichtung bei einem begründeten Zweifel an der Funktionstüchtigkeit eines Applikationsgeräts oder eines wichtigen Zubehörteils aus.

7.6 Belüftung und Leitungen

7.6.1 Belüftungssysteme sind erforderlich, um die Konzentration von Stäuben in der Luft unterhalb der maximalen Arbeitsplatzkonzentration (MAK) in besetzten Arbeitsbereichen und unterhalb der halben unteren Explosionsgrenze in geschlossenen Bereichen zu halten.

7.7 Belüftung und Rückgewinnungssystem für Pulver

7.7.1 Geschlossene Filtermembran- und Zyklonabscheider sollten mit Explosionsentlastung versehen sein, sofern nicht die vorhandenen Öffnungen einen ausreichenden Schutz bieten. Die Auffangvorrichtung sollte sich vorzugsweise im Freien an einem sicheren Platz befinden, wobei möglichst nur das Minimum an Einhausungen zum Schutz gegen das Wetter anzubringen ist. Wenn es erforderlich ist, die Auffangvorrichtung für Staub im Gebäude unterzubringen, sollte dies in einem vom Arbeitsbereich getrennten Bereich geschehen.

7.7.2 Der Staubabscheider sollte nach einem der folgenden Verfahren entleert werden:

- (i) über eine Zellenradschleuse mit einem ausreichend kleinen Spalt, oder einer anderen geeigneten Sperre zur Verhinderung des Durchschlags einer Explosionsflamme. Es sollte ein geeigneter Endschalter vorhanden und so angebracht sein, dass die Pulverzufuhr zum Ventil im Falle einer Explosion abgestellt werden kann. So kann vermieden werden, dass brennende Teilchen durch die Zellenradschleuse weitergeleitet werden können. Die Entleerung erfolgt idealerweise direkt in einen Big-bag oder über einen Auffangbehälter mit Fluidisierungsfunktion über eine Pumpe in einen Big-bag. Die Zellenradschleuse ist während des Betriebes geschlossen zu halten, um eine weitere Verteilung von Pulver im Fall einer Explosion zu verhindern.
- (ii) direkt in einen stabilen Metallbehälter, der fest an die Entleerungsöffnung geklemmt wird.
- (iii) rückgewonnenes Pulver sollte vor dem Mischen mit frischem Pulver gesiebt werden, um Fremdstoffe zu entfernen. Bei automatischer Rückgewinnung sollte sich das Sieb zwischen dem Aufbereitungssystem und dem Vorratsbehälter für Pulver befinden.
- (iv) Vorratsbehälter für Pulver und Aufbereitungssysteme sollten so gestaltet und angeordnet werden, dass Füll-, Entleerungs- und Reinigungsarbeiten mit minimalem Pulveraustrag in die Umgebung durchgeführt werden können. Falls erforderlich sollte örtlich belüftet und abgesaugt werden, um Staubanteile in der Luft zu verringern.

- (v) Bei allen Komponenten ist auf eine perfekte Erdung zu achten. Für den Pulvertransport im Pumpbetrieb sind passende Schläuche mit Litzen zu verwenden. Vor allem bei manuellem Entleeren und Umfüllen ist ein besonderes Augenmerk auf die Erdung zu legen.

ANHANG

Verfahren zur Berechnung der Pulverlack-Konzentration in einer Sprühkabine

Die Höchstkonzentration an Pulverlack, die in einer Sprühkabine vorhanden sein kann, wird nach folgender Gleichung bestimmt:

$$C = \frac{M}{V}$$

Dabei ist:

C Konzentration an Pulver in der Sprühkabine;

M Masse an Pulverlack, die von der (den) Pistole(n) je Zeiteinheit höchstens abgegeben wird. Auf dem Werkstück abgelagerter Pulverlack sollte unberücksichtigt bleiben.

V Volumen an Luft, das durch das Belüftungssystem abgesaugt wird, wenn dies auf seine niedrigste Absaugrate eingestellt ist, gemessen über die gleiche Zeitdauer wie M.

Herausgeber:

Fachgruppe Pulverlacke im
Verband der deutschen Lack-
und Druckfarbenindustrie e.V.

Mainzer Landstraße 55
60329 Frankfurt am Main

Tel.: 069 2556 1411

E-Mail: vdl@vci.de

www.WirSindFarbe.de