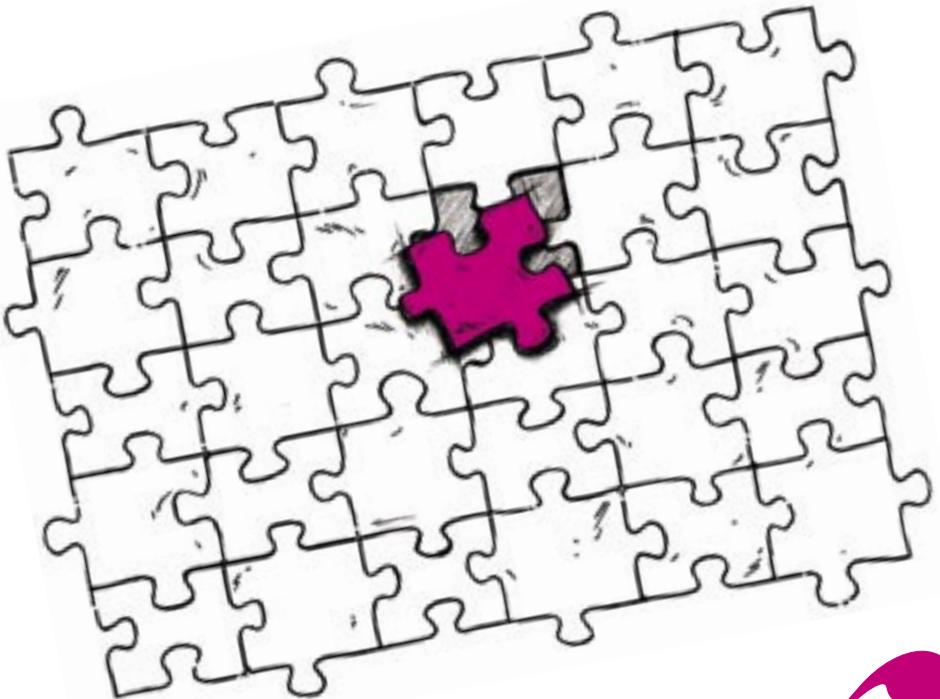


VdL - Ratgeber  
für die Planung von  
Pulverbeschichtungsanlagen



## Zur Einführung

Die Anforderungen an moderne **Pulverbeschichtungsanlagen** sind umfangreich und die optimale Funktion ist von einer möglichst genauen Planung abhängig. Hierbei sind zahlreiche Faktoren zu berücksichtigen.

Dieser VdL- Ratgeber zur Planung von Pulverbeschichtungsanlagen soll dem zukünftigen Betreiber als Arbeitshilfe im Rahmen der Gesamtplanung einer Pulverbeschichtungsanlage dienen.

Es wurden die langjährigen, anwendungstechnischen Erfahrungen von Pulverlackherstellern im VdL, zusammengefasst.

Die nachfolgende, stichwortartige Auflistung von anlagenspezifischen Punkten ist, in Form einer **Checkliste**, als **Planungshilfe** gedacht. Sie soll dazu beitragen die technischen Anforderungen und Notwendigkeiten zu erkennen und - falls erforderlich - zu erfüllen.

Zu Beginn der Neuplanung oder dem Umbau einer Pulverbeschichtungsanlage sollten die unmittelbar beteiligten Parteien wie: „Anlagenbetreiber“, „Anlagenhersteller“, „Vorbehandlungskemikalienlieferant“ und „Pulverlieferant“ in einem gemeinsamen Gespräch ein Anforderungsprofil erstellen. Dieses Profil sollte dann zu einem rechtsverbindlichen **Pflichtenheft** zusammengefasst und in den Bestelltext übernommen werden.

Nach Installation und Endmontage ist es zweckmässig, dass die Anlage den in der Planung erfassten Aufgaben (Pflichtenheft), durch einen **Leistungsnachweis**, gerecht wird.

Je nach Anforderungsprofil der zu beschichtenden Artikel und deren Oberflächengüte wird eine entsprechend sorgfältige Anlagenplanung und regelmässig durchgeführte **Wartungsarbeiten** für einen, auf Dauer, **reibungslosen Produktionsablauf** sorgen.

**Geltende Vorschriften** und Sicherheitshinweise sind zu berücksichtigen und zu **beachten**.

Dieser Ratgeber erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Er ist jedoch sicher eine Hilfe welche zur Vermeidung von Planungsfehlern beiträgt.

Diese Broschüre wurde erarbeitet vom  
Technischen Arbeitskreis (TAP) der Fachgruppe Pulverlacke im

Verband der deutschen Lackindustrie e.V.  
Karlstraße 21  
60329 Frankfurt am Main

Telefon: (069) 25 56 14 11  
Telefax: (069) 25 56 13 58  
<http://www.lackindustrie.de>

© 2004 Deutsches Lackinstitut GmbH, Frankfurt am Main

	<b>Seite</b>
1. Beschichtungsobjekte . . . . .	
2. Hängeförderer / Aufhängung . . . . .	
3. Vorbehandlung . . . . .	
4. Pulverkabine . . . . .	
5. Rückgewinnungssystem. . . . .	
6. Sprühorgane . . . . .	
7. Pulverlackversorgung . . . . .	
8. Trockner . . . . .	
9. Boden . . . . .	
10. Pulverlack. . . . .	
11. Zusätzliche Aggregate . . . . .	
12. Pulverlackbevorratung . . . . .	
13. Reinigen / Entlacken / Entsorgen . . . . .	
14. Ersatzteile - / Verschleissteilebevorratung. . . . .	
15. Laborgeräte zum Messen und Prüfen . . . . .	
16. Sicherheit . . . . .	

## Beschichtungsobjekte

Welche Menge (Anzahl bzw. m<sup>2</sup> pro Zeiteinheit) ist zu lackieren ?

Ist die Geometrie der Teile vorbehandlungs- und pulverlackierfreundlich gestaltet oder gestaltbar ?

(Probleme mit Hinterschneidungen und / oder „schöpfenden“ Bereichen)

Welche Abmessungen haben die Teile, wie strukturiert sind sie ?  
(wichtig bei der Auswahl der Sprühgeräte)

Wird eine manuelle Vorbeschichtung notwendig ?

Schweissskonstruktion / Gusskonstruktion mit stark unterschiedlicher Wandstärke ?  
(Probleme mit gleichmässiger Aushärtung)

Sollen Lasergeschnittene oder punktgeschweisste Teile lackiert werden ?  
(Probleme mit Zunder oder Schlacke an Schnittkante)

Welche Eigenschaften haben die Substrate  
(z.B. gasend wie: Feuerverzinkung, Druckgussteile usw),  
nicht leitend (z.B. Glas, Keramik, Holz, Kunststoff) Werkstoffdicke ?

Transportmöglichkeiten der Objekte ?

Objekte zur Heissbeschichtung ?

Ist eine Zweifachbeschichtung geplant / notwendig ?  
(z.B. metallic + transparent)

Welcher Automatisierungsgrad ist vorgesehen, welcher ist nachrüstbar ?

Sind Vorversuche unter Praxisbedingungen beim Anlagenhersteller geplant ?  
Auch mit Reparaturfähigkeit Inline/Offline, Kreislaufpulver ?

Gibt es für die beschichteten Objekte definierte Lieferspezifikationen und /  
oder QS-Standards ?  
(z.B. GSB - Qualicoat, VdA, div. Hausspezifikationen)

Gibt es technisch und /oder preislich interessante Ergänzungen zur  
Pulverbeschichtung (zusätzlich ETL, Verzinkung)?

Wer beschichtet ähnliche Objekte ?

## Bemerkungen

## Hängeförderer / Aufhängung

Art und Grösse der zu beschichtenden Teile ?

Ist er tragfähig für alle zu fördernden Teile ?

Ist er resistent gegen alle Prozeßmedien ?

Wie schwer sind die Teile ?

Auslegung des Hängeförderers, bei massiven Teilen, Trocknerdurchlaufzeit und Aufheizrate beachten  
angestrebt: >20° K/min

Welche Bandgeschwindigkeit / Förderdichte ist geplant ? Ergibt sich bei der geplanten Teileanzahl oder m<sup>2</sup>- Zahl mit der Anzahl der benötigten Beschäftigten ein wirtschaftliches Optimum ?

Werden Warteschleifen und / oder Parkstrecken benötigt ?

Power & Free ?

Antrieb der Förderkette muss ruckfrei laufen

Sind die beweglichen Teile gekapselt ?

Schmutzfängerbleche vorsehen um abfallende Partikel nicht auf den Teilen oder in der Kabine zu haben

Ist eine kontinuierliche Erdungskontrolle vorgesehen ?

Darauf achten dass die Förderschienen innen nicht lackiert ist  
(isoliert und damit keine Erdung möglich)

Reserven für alle Anlagenkomponenten vorsehen  
(speziell beim Aushärteofen und bei der Vorbehandlung)

Gehängegestaltung: bei Steigungen T - Gehänge einsetzen um immer senkrechte Ausrichtung der Teile zu haben. (bei zwei Haken droht aushängen in der Steigung)

Müssen Gehänge entlackt werden ?

Sind die Krümmungsradien der Wendeschleifen / Kurven / die An- und Abstiege zum A-Kanal-Trockner der Objektgröße / der Aufhängungsdichte angepaßt ?

Die Wegstrecke zwischen Pulverkabine und Trockner sollte möglichst kurz (und event. abgeschirmt) gewählt werden um die Gefahr der Verunreinigung zu minimieren. Jedoch sollte die Wärmestrahlung des Trockners keinen Einfluss auf die Qualität des Pulvers nehmen können

Beim Quertakten von langen Traversen im Durchlauf-ofen auf hitzebeständige Stopper achten (bis 230°C)

Der Förderer muss auch rückwärts laufen können  
(z.B. bei Fehlbeschichtung oder beim verhaken von Teilen während des Transportes)

Wie und in welchem Rhythmus erfolgt die Kettenschmierung ?  
(Hitzebeständigkeit, Abschirmung gegen Lackiergut , siliciumfreies Schmiermittel)

Wie erfolgt die Wartung ?  
Welche Teile müssen zyklisch ausgetauscht / entlackt werden ?

Arbeitet der Förderanlagenlieferant mit einem Gehängelieferanten zusammen ?

## Bemerkungen

## Vorbehandlung

Zum Erreichen eines ausreichenden Korrosionsschutzes ist vor der Pulverbeschichtung eine Reinigung bzw. Entfettung oder Vorbehandlung unabdingbar

Wie ist der Verschmutzungsgrad der Teile?  
Öl/Fett/Zunder/Rost

Die Art der Vorbehandlung ergibt sich in Abhängigkeit des Teilespektrums, der Materialart, Menge und Entfernbarekeit der Verschmutzung

Sind die Teile „schöpfend“ ? Teile event. konstruktiv ändern

Untergrund: Stahl, Stahlguss  
Eisen- oder Zinkphosphatierung oder Strahlen

Muss gebeizt oder gestrahlt werden ?  
Muss ein Reinheitsgrad (z.B. nach ISO 8501) erreicht werden ?

Untergrund: Aluminium / Magnesium / Zink  
Chromatierung oder chromfrei behandeln

Werden besondere Korrosionsbelastungen (z.B. Einsatz in Meeresnähe) an die zu beschichtenden Teile gestellt ?

Sind besondere Korrosionsschutzspezifikationen (z.B. ISO 12944) zu beachten ?

Untergrund: Glas / Keramik  
vorwärmen ? (event. mit zweitem Trockner ?)

Untergrund: Kunststoff- / Holzwerkstoff vorwärmen ?  
IR-Strahler ?

Spülbäder mit genügend Frischwasserzudosierung einplanen !

VE-Spüle bei wässrigen Vorbehandlungen sollte unbedingt eingehalten werden  
Hierdurch wird die Korrosionsbeständigkeit gesteigert

Haftwassertrockner ausreichend dimensionieren  
Teiletemperatur beim trocknen von Aluminium chromatiert  
max. 80°C, Stahl phosphatiert max. 130°C

## Bemerkungen

## Pulverkabine

Abmessungen, größte Seitenöffnung ?

Kabinenmaterial : Metall z.B. Edelstahl  
(nicht lackiert !), Kunststoff, Glas ?

Selbstreinigende Kabine mit Innen-Reinigungs-  
automatik ? (optional)

Beschichtung horizontal / vertikal ?

Ist die Kabine extern kapselbar ?

Muß klimatisiert werden ?

Doppelt gekapselte Kabine wg. Staubausschluß ?  
(anwendungsbezogen und optional)

Die gewählte Konstruktion sollte abhängig vom  
Reinigungszyklus sein (Farbwechselhäufigkeit)

Abluftgebläse ausreichend dimensionieren, zur zukünftigen Erweiterungsfähigkeit  
der Anlage (z.B. Pistolennachrüstung)

Einzutragende Pulvermenge möglichst genau  
vorherberechnen (Overspray !)

Objekterkennung (optional)

Höhen / Lücken / Tiefensteuerung

Luftströmung in der Halle die durch die Kabine  
streichen könnte sollte vermieden werden, da der Unterdruck in der Kabine sehr  
gering ist, treibt Luftströmung Pulver aus der Kabine = Schmutz

Nach Vorschlag des Anlagenbauers sind Reinigungsintervalle festzulegen

Wie wird Overspray gesammelt ?

Sind in Richtung der Ansaugung ggfs. dauernde Kontaminationsquellen  
vorhanden (z.B. Zubereitung von Emailslicker, Staplerverkehr,  
Warmluftgebläse, Raumheizung, Schweißspray usw) ?

Auf saubere Druckluft achten. Kältetrockner in unmittelbarer Nähe der  
Pulveranlage installieren. Ölfeinstfilter in Kabinennähe einbauen

Erweiterungsmöglichkeiten berücksichtigen.

## Bemerkungen

## Rückgewinnungssystem

Wieviele Farbtöne / Pulverlacktypen in welchem Rhythmus werden verarbeitet ?

Bei sehr wenigen „großen“ Farben: pro Farbe eine Kabine mit einer Rückgewinnungseinheit (Filter / Zyklon)

Bei häufigem Farbtonwechsel :

Schiebersystem mit Zyklonabscheider

Entscheidung : Multizyklon oder Monozyklon, je höher ein Zyklon gebaut ist, um so effektiver kann er arbeiten

Beim Einsatz von Zyklonrückgewinnungen ist zu beachten, dass im Vergleich zu Filteranlagen, ein erhöhter Pulververlust (im Nachfilter) auftritt

Die Filterfläche sollte möglichst groß sein, um starke lokale Luftgeschwindigkeiten zu vermeiden

Die Positionierung der Rückgewinnungsabsaugung sollte gegenüber den Pistolen angeordnet sein

Möglichst geringe Pulverlackmenge im Anlagenkreislauf

Wichtig : Fluidbehälter mit automatischer Nachfüllung bei grossen Pulvermengen

In den Pulverkreislauf sollte eine „Schutzsiebung“ integriert sein.

Welche Siebmaschine in der Rückgewinnung, welche Durchsatzleistung (sollte größer sein als der geplante Pulverlackdurchsatz) und Maschenweite mit automatischem Siebrückstandsaustrag ?

Vibrations - Horizontal-oder Ultraschallsiebmaschine ?

Die Maschenweite des Rückgewinnungssiebes ist vom Anforderungsprofil abhängig

Siebwechsel sollte bei laufendem Betrieb möglich sein

Handbeschichtungsstand für Muster und ähnliches.  
(optional)

## Bemerkungen

## Sprühorgane

Welche Objekte werden beschichtet ?

Wieviel Pistolen sind für eine optimale Beschichtung notwendig ? (abhängig von Teilegröße / -geometrie, Fördergeschwindigkeit) ?

Die Pistolenanzahl für die gegebenen Objekte sollte auf Originalgehängen bei der vorgesehenen Fördergeschwindigkeit durch Probebeschichten mit dem Pulverlack des / der vorgesehenen Pulverlacklieferanten ermittelt werden, unter Vorgabe der notwendigen Pulverbeschichtungsqualität (erreichte Schichtdicke, optischer Eindruck, Schichtdickenverteilung über das Objekt)

Sind Corona-Pistolen (Luftionenreduzierung bei der Aufladung), Pistolen mit Innenaufladung, oder Tribo-Pistolen gefordert / geplant (Teilegeometrie) ?

Einsatz von Pistolen mit Innen oder Aussenaufladung ?

Welche Sprühkopfgeometrien sind notwendig ?

Flachstrahl / Prallteller ?

Auf optimale Anordnung der Pistolen auf den Hubgetrieben achten  
Sinuskurve während der Beschichtung beachten

Ist eine manuelle Vorbeschichtung / Nachbeschichtung kritischer Objektpartien notwendig ?  
(Ecken, Hohlräume, Hinterschneidungen)

Zusätzliche Hochspannungskontrolle der Pistolen

Welches Bewegungssystem / Hubsystem wird notwendig, Abstimmung auf Fördergeschwindigkeit ?

Geeignetes Hubgerüst verwenden. Einachsig oder mehr-achsig

Geeignete Injektoren auswählen  
(je nach zu versprühender Pulvermenge)

Injektoren müssen wie alle pulverführenden Teile geerdet sein

Ist der Einsatz von Metallic- und/oder Transparentpulver geplant?

PU-Schläuche, keine PVC-Schläuche als Pulverförderschläuche verwenden  
Sie sollten kurz und knickfrei verlegt sein

Air Flow Control System (optional)

Erweiterungsfähigkeit prüfen/planen

## Bemerkungen

## **Pulverlackversorgung**

In welchen Gebinden soll geliefert werden (Reichen die Raumhöhe und der Platz für das Handling von BigBags?)

Kann der Pulverlackhersteller Beratung geben oder die Prüfung des Aufbaus ermöglichen ?

Ist ein Pulverzentrum notwendig: Förderung direkt aus dem Karton (bei vielen „kleinen“ Farben) oder auch aus einem fluidisierten Behälter (z.B. für Metallics)

Organisation zur Entleerung von Grossgebinden (z.B. BigBags) von oben oder von unten

Welche Größe des Vorratsbehälters ist angestrebt, ist er rund ? (wg. Reinigung, Effektivität der Fluidisierung)

Kabinenkonzept mit kurzen Pulverlackversorgungsschläuchen ?

Wieviel Injektoren sollen angebracht werden ?

Wie erfolgt die Füllstandskontrolle, wie eng ist der Signalbereich ?

Der Vorratsbehälter sollte unlackiert sein

Ist er mit Vibration ausgerüstet ? (optional Rührwerk)

Ist der Fluidboden leicht austauschbar ?

Zugang zum Vorratsbehälter übersichtlich planen

Steht der Vorratsbehälter auf einer Waage ? (optional)

Ist ein Air-Fluid-System verwendbar ?

Sind Flüssiglacke zur Reparatur von Pulverlackschichten vorgesehen / möglich ?

## **Bemerkungen**

## Trockner

A-Kanal-Typ oder Horizontaltrockner ? Randabsaugung planen !

*Empfehlung:* Bei Gas als Heizmedium, sollte eine indirekte Beheizung , zur Vermeidung von Vergilbung durch NOx bevorzugt werden

Kammer- oder Durchlauftrockner mit Temperaturmessung an mehreren Stellen. Falls Temperaturmessung zu nah an der Brennkammer erfolgt, ergeben sich zu niedrige Temperaturen im Trockner.

Welches Temperaturprofil („Ofenkurve“) benötigt die vorgesehene Kombination Objekt - Pulverlack ?

Wärmekapazität der Objekte beachten. Die Masse der Gehänge und der Kette muss mit berücksichtigt werden

Wird Flexibilität überhaupt benötigt ?  
(Großserienlackierer vs. Lohnbeschichter)

IR-Zone (Mittelwelle) zu Beginn der Aushärtung ?

Falls PUR – Pulverlacke verarbeitet werden sollen :

Ist, wegen der benötigten Abluftmenge, genügend Brennerkapazität zur Verarbeitung von Abspaltprodukt haltigen Pulverlacken (z.B.Caprolactam) vorhanden ?

Umluft bis 250°C auslegen

Ist dazu ein erhöhter Luftdurchsatz zuschaltbar ?

Erhöhter Energiebedarf berücksichtigen.

Für den Trockner sind seitliche Zugangsmöglichkeiten zweckmässig.

Wärmerückgewinnung so auslegen, dass Kondensate nicht stören

Kühlzone für dickwandige Teilen vorsehen, falls erforderlich

Regelmässige Reinigung und Wartung des Trockners planen

## Bemerkungen

## Boden

hell, uni, nicht reflektierend

staplerfähig

rutschfest

chemikalienfest

Leitfähig bzw. elektrostatisch ableitend

leicht zu reinigen

Festlegung von Verkehrswegen und Bewegungsräumen

Zuordnung und Kennzeichnung von Abstellplätzen für Pulverlacke

## Pulverlack

Welche Pulverlack-Type

(Polyester, Epoxid-Polyester, Epoxid, Polyurethan oder Acrylat)

wird zukünftig verarbeitet ?

Welche Oberflächen werden gewünscht :

glatt oder strukturiert ?

Welche Oberflächen werden gewünscht :

glänzend oder matt ?

Sind besondere Spezifikationen zu erfüllen ?

Anzahl der Farben bzw. Pulvertypen ?

Zur Festlegung der Kabinen- / bzw. Filter- oder Zyklontype

## Zusätzliche Aggregate

Industriestaubsauger mit Staub- Ex-Schutz,  
alternativ : Zentralabsaugung

Handsprühstand, (optional)

Wärmerückgewinnung, (optional)

Entlackung, (optional)

Druckluftaufbereitung mittels Kältetrockner, Ölabscheider und Wasserabscheider  
vor jedem Verbraucher !

Regelmässige Wartung erforderlich !

Mobile Siebmaschine (optional)

Wasseraufbereitung für die Vorbehandlung

Ist eine automatische Prozeßdatenerfassung integriert / nachrüstbar ?

Online-Schichtdickenmessung mit automatischer Nachdosierung der Pulvermengen  
pro Pistole (optional)

## Bemerkungen

## **Pulverlackbevorratung**

Separate Lagerung und getrennt von (event. „toxisch“) gekennzeichneten Produkten

Trockene Lagerung bei max. 25 °C

Separater Lagerraum für flüssige Materialien (Chemikalien für die Vorbehandlung) ?

Sicherheitsdatenblätter anfordern und zugänglich halten

Auf Kennzeichnung der Pulverlacke und Chemikalien achten

## **Reinigen / Entlacken / Entsorgen**

Allgemein : Sauberkeit um und über der Anlage sicherstellen, Zugangsmöglichkeit vorsehen. Eventuell Wartungsbuch führen.

Industriestaubsauger (Staub-Ex)

Reinigung der Schutzkleidung

Gummischaber zur Reinigung der Kabine (keine Besen !)

Entlackung von fehlbeschichteten Objekten, von Aufhängungen (Intern / Extern) ?

Verwertung oder Entsorgung von Pulverlackabfällen

## **Ersatzteil-/Verschleissteilebevorratung**

Verschleissteile sollten im Zyklus geprüft und gegebenenfalls austauscht werden

Pistolenkleinteile, Prallkegel, Ladungsspitzen, Injektoren, Prallstangen, Fangdüsen usw. bevorraten

Staubmasken/ Personenschutzrüstung für  
Wartungs-u.Reinigungsaufgaben

Staubsaugerbeutel

Batterien und Sicherungen von Betriebsgeräten / Meß- und Prüfgeräten

Pulverlackführende Schläuche

Fluidböden für Hopper, mit Dichtungen

Siebeinsätze für die Siebmaschine in der Rückgewinnung

Filterpatronen / -elemente

Gefäße zur Probennahme

## **Bemerkungen**

## Laborgeräte zum Messen und Prüfen

Handgerät, Sprühstand, Labortrockner (optional)

Schichtdickenmeßgerät (Fe, NE-Metalle)  
je nach Bedarf

Gitterschnittgerät (Einschneidengerät)

Farbmeßgerät, optional (Abstimmung mit Pulverlieferanten)

Glanzmessgerät

Gerät zur Trocknerkontrolle , Objekttemperaturschreiber  
(optional)

Dehnfähigkeitsmessgerät / Schlagtiefung. (optional)

Salzsprühkammer, (optional)

Schwitzwassertest, (optional)

Kurzbewitterungsgerät, (optional)

Gelzeitmessgerät, (optional)

Lichtkabine zur neutralen, visuellen Farbbeurteilung  
(optional)

Lichtmikroskop , (optional)

Analytik für die Vorbehandlung

Heisswasserbehälter für Kochtest (optional)

Werden Geräte zur Durchführung von Prüfungen für Gütegemeinschaften (GSB)  
und/oder Kunden benötigt ?

Messgerät zur Erdungskontrolle

Prozessdatendokumentation  
(optional, auf jeden Fall zugreifbar)

DSC- Analyse (optional)

## Bemerkungen

## Sicherheit

Beachtung der gesetzlichen und örtlichen Vorschriften

Liegen zu allen verwendeten Pulverlacktypen die Sicherheitsdatenblätter vor ?

Atemschutz. Staubmasken gemäss den Angaben

lt. Sicherheitsdatenblatt des Pulverherstellers.

Mindestens jedoch P1.

fusselfreie Schutzanzüge mit Kapuze zur Vermeidung von vagabundierendem Schmutz und Fasern aus der Kleidung

fusselfreie, leitfähige (Einmal) Handschuhe.  
(Handfläche soll geerdet sein !)

ableitfähige Sicherheitsschuhe

Schutzbrillen

Unterweisung und Schulung von Mitarbeitern

Benennung von Verantwortlichen

Dokumentation aller Betriebsdaten

Vermeidung von „zu kennzeichnenden Produkten“

Automatische Löscheinrichtung oder Brandunterdrückungsanlage ?

Erdungskontrolle

Abstand Pulverlackierkabine – Trockner beachten

Staubmonitore (optional)

Behandlung von Abfällen oder Emmisionen aus der Vorbehandlung  
(z.B. Chromatierung und Phosphatierung)

Ist die Verwertung oder Entsorgung von Abfällen  
sichergestellt ?

Benötigt die Abluft aus dem Trockner eine thermische Nachverbrennung ?  
(z.B. wegen pulverlack - untypischen Bestandteilen aus anderen Lackschichten wie:  
kathodisch abscheidbarer Tauchlack, Basecoats, andere Flüssiglacke / Decklacke  
oder Spaltprodukte aus PUR-Pulverlacken

## Bemerkungen