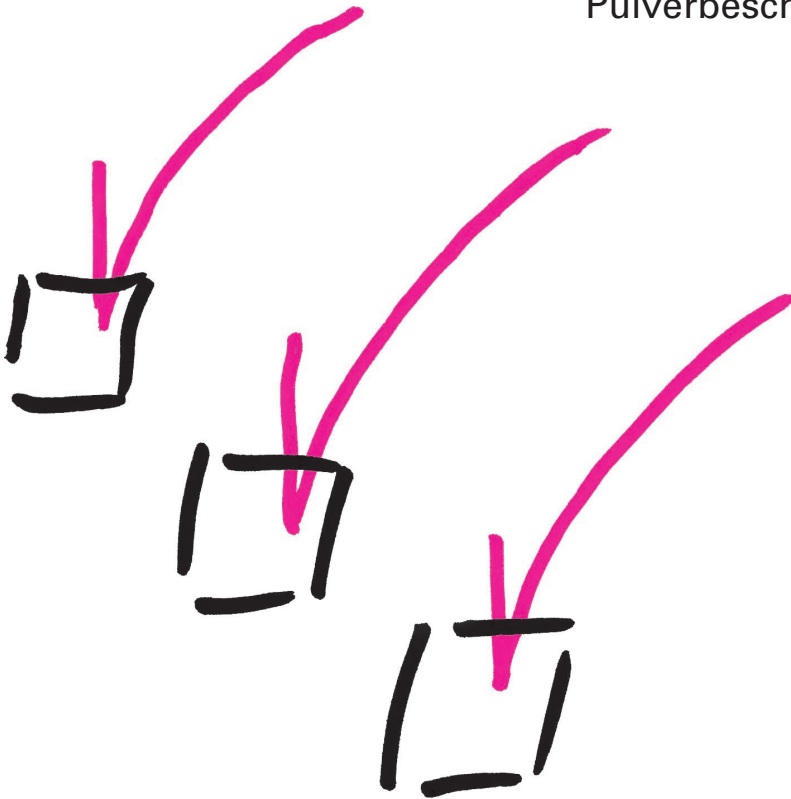


Checkliste
für eine problemlose
Pulverbeschichtung



	Seite
1 Anwendungsbereich	4
2 Anforderungsprofile zur Erzeugung einer problemlosen Pulverbeschichtung	4
3 Probleme bei der Applikation	6
3.1 Fluidisierung	6
3.2 Ablagerung, Ansinterungen in Schläuchen, in Injektoren	8
in / an Sprühorganen (Prallteller, Düsen)	8
3.3 Ungleichmäßige Schichtdickenverteilung am Objekt	10
3.4 Pulverlack haftet unzureichend	12
am flächigen Objekt (Pulver rieselt ab)	12
an Objekten mit Ecken und Nischen (Pulver wird abgeblasen)	12
bei Tribo-Verarbeitung	12
3.5 Kantenaufbau	14
3.6 Bilderrahmeneffekt	14
3.7 Plötzlicher Pulveraustritt aus der Beschichtungskabine	14
3.8 Entladungen	16
4 Probleme am lackierten Objekt	18
4.1 Sollwerte der mechanischen Beanspruchung (Dehnfähigkeit, Oberflächenhärte)	18
4.2 Sollwerte der Beständigkeit gegen Korrosion und Chemikalien	18
4.3 Zwischenschichthaftung bei Zweischichtverfahren (Abpehlen)	18
4.4 Verlauf (Orangenhaut)	20
4.5 Glanzabweichung	22
4.6 Verschmutzte Oberfläche	24
4.7 Farbabweichung	26
4.8 Blasen (geschlossen oder aufgeplatzt), „Nadelstiche“	28
4.9 Krater	30
4.10 Tropfen	32
5 Besonderheiten beim Einsatz von Metallic-Pulverlacken	34
5.1 Schlechter Verlauf bis raue Oberfläche	34
5.2 Farbabweichungen	34
5.3 Noch Farbabweichungen	36
5.4 „Wolkenbildung“	36
6 Literatur	38
Impressum	38

1 Anwendungsbereich

Diese VdL-Checkliste für eine problemlose Pulverlackbeschichtung soll dem Betreiber einer Pulverlackbeschichtungsanlage Arbeitshilfe sein, die häufigsten Probleme zu benennen und zu erkennen, mögliche Ursachen zu finden und für Abhilfe zu sorgen.

Die Beschichtung wird durch elektrostatisches Versprühen auf einen Untergrund aufgebracht. Unter einer Pulverlackbeschichtung ist im Sinne dieser VdL-Checkliste eine Beschichtung mit pulverförmigen Beschichtungsstoffen zu verstehen, zu deren Herstellung fast ausschließlich „duroplastische“ Bindemittel verwendet werden.

2 Anforderungsprofile zur Erzeugung einer problemlosen Pulverbeschichtung

Die Qualität der Pulverlackbeschichtung hängt zum großen Teil von der Anforderung dauerhaft optimaler Funktion der Anlagenkomponenten und dem Anforderungsprofil des Pulverlackes ab. Probleme bei der Beschichtung können vermieden werden, wenn beide Anforderungen eingehalten werden.

Im Rahmen eines Qualitätssicherungssystems ist die Funktion der Anlagenkomponenten durch eine zuverlässige Wartung zu prüfen. Wartungsvorschriften der Komponenten stellen die Anlagenhersteller und -lieferanten zur Verfügung (siehe Betriebsanleitung). In den Wartungsvorschriften sollten folgende zu empfehlende Wartungsarbeiten unbedingt enthalten sein:

Tägliche Wartung:

- Pistolen ausblasen und auf Ansinterungen prüfen
- Einstellung der Pistolen prüfen
- Pistolenförderdruck prüfen
- Injektoren prüfen (Ansinterungen, Ausschleifungen)
- Injektoren und Schläuche ausblasen
- Anlage, Rückgewinnung und Umgebung reinigen
- Absaugwiderstand der Rückgewinnung prüfen

Wöchentliche Wartung:

- Erdungskontrolle prüfen
- Druckluft prüfen (sauber, trocken, ölfrei)
- Pistolen und Spannungsabgabe prüfen
- Pulverschläuche auf Ansinterungen und Knickstellen prüfen
- Hubbewegungen prüfen
- Filter, Siebe prüfen

Darüber hinausgehende Wartungsarbeiten sind den Wartungsvorschriften oder Herstellerinformationen zu entnehmen. Regelmäßig durchgeführte Wartungsarbeiten sind die Voraussetzung für eine problemlose Beschichtung.

So können Ausfallzeiten und Service-Einsätze des Anlagenlieferanten minimiert werden.

Sollten Probleme auftreten, deren Ursache nicht erkannt werden kann, ist die zuständige Service-Abteilung des Anlagenlieferanten um Auskunft zu bitten.

Das Anforderungsprofil des Pulverlacks ist im Rahmen eines Qualitätssicherungssystems mit dem Pulverlackhersteller abzustimmen. Zum Anforderungsprofil, welches Einfluß auf das Abscheide-, Kreislauf- und Filmbildungsverhalten nimmt, gehören vornehmlich folgende zu prüfende Eigenschaften:

Korngrößenverteilung, Dichte, Schmelzverhalten, Blockfestigkeit, Zusammensetzung, Feuchtgehalt, Fluidisierfähigkeit, Rieselfähigkeit, Gelierzeit und Einbrennbedingungen.

Probleme, deren mögliche Ursachen auf das Eigenschaftsbild des Pulverlacks zurückzuführen sind, sollten dem anwendungstechnischen Außendienst des Pulverlackherstellers gemeldet werden, damit geeignete Maßnahmen zur Abhilfe eingeleitet werden können.

Mögliche Ursache	Abhilfe
Zu geringe Fluidluft; Fluidboden verstopft	Druck der Fluidluft erhöhen; Fluidboden kontrollieren
Druckluft zu feucht, ölhaltig; feuchter Pulverlack; relative Luftfeuchtigkeit im Raum der Pulverlackverarbeitung	Funktion des Kältetrockners für die Druckluft prüfen; Öl- Wasser-Abscheider überprüfen
Fluidboden verstopft oder beschädigt	Reinigung oder Austausch des Fluidbodens
Zu hohe Lufttemperatur in den Beschichtungsanlagen	Lagerbedingungen des Pulver- Lackherstellers einhalten
„Klumpen“ im fluidisierten Pulverlack	Pulverbehälter zusätzlich vibrieren
Kreislaufpulver zu fein; Kreislauffunktion gestört	Kontinuierlich automatisch Neupulver zudosieren
Ungenügender Abscheidegrad	Für funktionierenden Kreislauf sorgen (Rückgewinnung, Filter)

Problem

Ablagerung,
Ansinterung
in Schläuchen,
in Injektoren

Erkennung

Ungleichmäßiger Pulverausstoß aus
der Pistole (stoßweise, Pulverbatzer,
Pulverspucker)

Ablagerung, Ansinterung
in, an Sprühorganen
(Pralltellern, Düsen)

Mögliche Ursache	Abhilfe
Zu hohe Luftgeschwindigkeit; zu hoher Pulverausstoß falscher Pistolenvorsatz	Luftgeschwindigkeit verringern; Pulverausstoß auf mehr Pistolen verteilen; Geeignete Pistolen oder Pistolenvorsätze verwenden
Schläuche ungeeignet (Schlauchmaterial,-verlegung, -dimensionen)	Geeignete Schläuche einsetzen, Schlauchführung und Schlauchlänge beachten
Mechanisch beschädigte oder verschlissene Teile	Injektoren, Prallteller und Düsen so reinigen, dass die Oberflächen nicht aufgeraut oder beschädigt werden
Kreislaufpulver zu fein; Zudosierung von Neupulver in den Kreislauf unzureichend	Kontinuierlich automatisch Neupulver zudosieren
Zu hohe Feuchtigkeit im Pulverlack	Funktion des Kältetrockners und der Öl-Wasserabscheider überprüfen
Druck der Förderluft zu hoch	Druck der Förderluft reduzieren
Druckschwankungen im Druckluftnetz	Druckluftnetz überprüfen

Problem

Ungleichmäßige
Schichtdicken-
verteilung am Objekt

Erkennung

Farbänderungen durch Deckfähig-
keitsunterschiede (Streifenbildung)
der Pulverlackschicht

Oberfläche erscheint nicht gleich-
mäßig

Mögliche Ursache	Abhilfe
Ungleichmäßige Pulverförderung, Pistolenabstand zum Objekt nicht optimal	Anlagenparameter optimieren
Relation der Bandgeschwindigkeit zur Hubgeschwindigkeit der Pistolen nicht optimal; Hochspannungsschwankungen	
Korngrößenverteilung nicht optimal	Korngrößenverteilung optimieren
Pulversäule auf der Venturi-Düse schwankt stark	Für gleichmäßige Dosierung zum Fluidbehälter sorgen
Objektkonstruktion (Faraday-Käfig) und/oder Aufhängung ungünstig	Objektkonstruktion und/oder Aufhängung ändern
Druck der Förderluft zu hoch; Pulverlackschicht wird durch zu hohe Luftgeschwindigkeit abgeblasen	Förderdruck reduzieren

Problem	Erkennung
Pulverlack haftet unzureichend (Pulverlack rieselt ab) am flächigen Objekt	Farbänderungen durch Deckfähigkeitsunterschiede der Pulverlack-schicht; Oberfläche erscheint nicht gleichmäßig
an Objekten mit Ecken und Nischen (Pulverlack wird abgeblasen)	Teilbereiche des Objektes bleiben unbeschichtet
Bei TRIBO-Applikation	wie oben

Mögliche Ursache	Abhilfe
Objekte unzureichend geerdet; Zu hohe Feldstärke	Anlagenparameter optimieren, Gehänge reinigen
Dosier- oder Zerstäuberluft nicht optimal	Spannung und Abstand der Pistolen zum Objekt ändern
Zu hohe Spannung	Spannung reduzieren
Zu hoher Pulverausstoß	Pulverausstoß reduzieren
Korngrößenverteilung nicht optimal	Korngrößenverteilung optimieren
Schlauchmaterial ungeeignet	Geeignetes Schlauchmaterial einsetzen;
Falscher Pistolenvorsatz	Richtigen Pistolenvorsatz verwenden
Zu hohe Förderluftgeschwindigkeit in der Pistole	Förderluftgeschwindigkeit reduzieren
Beschichtungsungünstige Objektgeometrie oder -aufhängung	Objektkonstruktion und/oder Aufhängung ändern
unzureichende Aufladung durch: - zu hohen Pulverdurchsatz - falsche Kornverteilung - verschlissene Prallkörper in der Pistole	Ableitstrom bzw. spezifische TRIBO-Ladung des Pulverlackes permanent messen

Problem	Erkennung
Kantenaufbau	Deutliche Wulstbildung an Ecken und Kanten der Objekte
Bilderrahmeneffekt	Oberfläche erscheint nicht gleichmäßig, Randbereich weicht ab
Plötzlicher Pulveraustritt aus der Beschichtungskabine	Pulverlack staubt aus der Kabine und verunreinigt das Umfeld

Mögliche Ursache	Abhilfe
Zu große Pulverwolke	Pulverwolke zielgerichtet ändern
Zu große Abstände zwischen den Objekten (Kanten abschirmen)	Pulverförderung zwischen den Lücken ausschalten (Lückensteuerung einsetzen)
Zu hoher Grobkornanteil im Pulverlack	Kornverteilung optimieren
Unterschiedliches Abscheideverhalten auf der Oberfläche der Objekte	Geeignete Pistolen oder Pistolenvorsätze einsetzen
Zu hoher Pulverausstoß, zu hohe Spannung	Förderdruck und Hochspannung reduzieren
Ungünstiger Abstand der Pistolen vom Objekt	Anlagenhersteller,-lieferant kontaktieren
Häufigste Ursache ist Zugluft in der Anlagenhalle durch offene Fenster und Tore	Fenster und Tore schließen
Filtermaterial in der Rückgewinnung „verstopft“	Filterunterdruck prüfen

Problem**Erkennung**

Entladungen

Funkenbildung

Elektrischer Schlag an Personen

Mögliche Ursache	Abhilfe
Ungenügend leitfähiges Schlauchmaterial	Empfohlene Schläuche des Anlagenlieferanten verwenden
Injektor ungenügend geerdet	Auf Injektorerdung achten
Objekte ungenügend geerdet	Aufhängehaken reinigen; Gehänge regelmäßig entlacken
Einsatz von Metallic-Pulvern	Geeigneten Pistolenvorsatz verwenden
Handpistole ungenügend geerdet	Leitfähige Schutzkleidung tragen (Handschuhe, Schuhe)

4 Probleme am lackierten Objekt

Problem	Erkennung
Sollwerte der mechanischen Beanspruchung (Dehnfähigkeit, Oberflächenhärte)	Anforderungsprofil der Beschichtung wird nicht erfüllt (Reklamation)
Sollwerte der Beständigkeit gegen Korrosion und Chemikalien	
Zwischenschichthaftung bei Zweischichtverfahren (Abpellen)	

Mögliche Ursache	Abhilfe
Mangelhaft vernetzter oder unvernetzter Pulverlack	Objekttemperatur und Haltezeit optimal einstellen (Temperatur-Zeit-Diagramm)
Sollwerte der Objekttemperatur und Temperaturhaltezeit (Einbrennbedingungen) werden nicht erreicht	
Aufheiztemperatur oder –zeit zu hoch oder zu niedrig	
Unzureichende Reinigung der Objekte (Befettung, Staub, Trennmittel)	Vorbehandlung ändern
Unzureichende Vorbehandlung der Objekte (Phosphatierung, Chromatierung)	Entfettung und Vorbehandlung optimieren
Unverträglichkeit von Vorbehandlung und Pulverlack; Primer überbrannt	Aufbau aufeinander abstimmen lassen
Ungeeigneter Pulverlack; Schichtdicken extrem hoch	

Problem**Erkennung**

Verlauf (Orangenhaut)

Anforderungsprofil der
Beschichtung wird nicht erfüllt
(Sollwert des Verlaufs)

(Alle Bereiche oder Teil-
bereiche des Objektes)

Mögliche Ursache	Abhilfe
Zu hohe oder zu geringe Pulverlackschichtdicke	Pulverförderergeschwindigkeit optimieren
Temperaturverlauf am Objekt nicht optimal	Temperatur am Objekt optimieren
Einsatz von falschem Pulverlack	geeigneten Pulverlack einsetzen
Korngrößenverteilung des Pulverlacks ungeeignet	Pulverlack mit geänderter Korngrößenverteilung einsetzen
Verträglichkeit mit Fremdpulvern ist nicht gegeben	Anlage sorgfältig reinigen, unterschiedliche Pulverlacke nicht mischen
Pulverlack zu reaktiv	
Rücksprüheffekt (Spannung zu hoch, Temperatur und relative Luftfeuchte am Standort der Anlage haben sich geändert)	Schichtdicke reduzieren, Spannung reduzieren; Klimatisierung prüfen; „Überflüssige“ Elektronen ableiten durch spezielle Pistolen oder Zusatzausrüstung

Problem**Erkennung**

Glanzabweichung

Anforderungsprofil der
Beschichtung wird nicht erfüllt
(Sollwert des Glanzes)

Mögliche Ursache	Abhilfe
Einbrennbedingungen werden nicht eingehalten	Einbrennbedingungen optimieren
spezielle Einbrenntechnologie (direkt gasbeheizte Trockner, IR-Trockner)	geeignete Pulverlacke einsetzen
schlechter Verlauf (Pulverlack überlagert oder zu warm gelagert)	Einbrennbedingungen optimieren, neuen Pulverlack verwenden
Unverträglichkeit mit anderen Pulverlacken	Anlage sorgfältig reinigen, unterschiedliche Pulverlacke nicht mischen
Pulverlack thermisch instabil	Thermisch stabilen Pulverlack einsetzen
Zu hohe, zu niedrige Schichtdicke	Schichtdicken optimieren
Emissionen aus dem Pulverlack oder dem Untergrund während des Einbrennprozesses	geeignete Pulverlacke einsetzen, Untergrund/Vorbehandlung prüfen

Problem**Erkennung**

Verschmutzte Oberfläche

Sollwerte der Oberflächenbeurteilung werden nicht erreicht

Mögliche Ursache	Abhilfe
Fehlende Siebmaschine	Siebmaschine einsetzen
Ungenügende Siebwirkung	Siebe mit kleiner Maschenweite einsetzen
Schmutz aus Raumluft in der Anlagenhalle wird, verursacht durch Luftströmungen, am beschichteten Objekt abgeschieden	Siebmaschine mit mehreren Sieben einsetzen; Siebmaschine mit automatischem Schmutz-, Rückstandsaustrag einsetzen
Schmutz vom Förderer	Förderer reinigen
Schmutz vom Gehänge	Schmutzfänger am Förderer einsetzen
Emissionen aus dem Pulverlack im Ofen	Ofen regelmäßig reinigen
Verschmutzte Luft wird in die Kabine oder in den Ofen gesaugt	Für Trennung von Beschichtungsanlage und anderen Fabrikationsräumen sorgen
Beim Betreiben von zwei und mehr Kabinen gegenseitiges Ansaugen des Pulverluftgemisches (vor allem bei der Reinigung)	Für räumliche Trennung der Kabinen sorgen
Aus dem Nachfilter wird Feinstpulver in die Umgebung geblasen	Nachfilter regelmäßig kontrollieren
Nicht sauber gereinigter Pulverschlauch nach Farbwechsel	Pulverschlauch mit Druckluft und Pfropfen reinigen
Bekleidungsfasern werden durch die Rückgewinnung angesaugt	Spezialbekleidung einsetzen
Fasern vom Rückgewinnungsfilter	Filter verwenden, die nicht fasern
Anhaftende Schmutzpartikel auf dem Objekt vor der Beschichtung	Für saubere Objekte vor der Beschichtung sorgen
Objekt mit fuselndem Lappen „gereinigt“	Keine fuselnden Tücher verwenden

Problem**Erkennung**

Farbabweichungen

Objekte passen farblich nicht
zueinander

Mögliche Ursache	Abhilfe
Einbrennbedingungen haben sich geändert (Umlufttemperatur, -zeitdiagramm, Überbrennen bei Pausen oder Fördererstillstand, IR-Anteil)	Einbrennbedingungen richtig einstellen
Verbrennungsprodukte in direktgasbeheizten Öfen	Stabilisierte Pulverlacke einsetzen
Schichtdicke außerhalb der optimalen Deckfähigkeit	Schichtdicke optimieren
Objekt bzw. Fahrweise hat sich geändert. (Dimensionen, Masse)	Objekte sortieren
Mangelhaft entfettete oder vorbehandelte Objekte	Entfettung, Vorbehandlung optimieren
Ungleichmäßige Schichtdicke einer Grundierung	Grundierung mit gleichmäßiger Schichtdicke applizieren, um farblich einheitlichen Untergrund zu erzielen
Gemisch zweier Pulverlacke	Pulverlacke strikt trennen; Anlage bei Pulverlackwechsel gut säubern
Anforderungsprofil des Pulverlackes	Anforderungsprofil mit dem Pulverlacklieferanten prüfen bzw. festlegen

Problem

Blasen (geschlossen oder aufgeplatzt); „Nadelstiche“

Erkennung

Anforderungsprofil der Beschichtung wird nicht erfüllt

Schwachstellen gegen Beanspruchungen

Mögliche Ursache	Abhilfe
Einbrennbedingungen nicht optimal (Aufheizgeschwindigkeit)	Einbrennbedingungen optimieren
Oberfläche der Objekte sind nicht einwandfrei gereinigt (Fettrückstände, Rost, Wasser, Emissionen aus dem Untergrund)	Oberfläche der Objekte einwandfrei reinigen; Vorbehandlungshersteller kontaktieren
Hohe Schichtdicke (Luft einschüsse, Emissionen aus dem Pulverlack, u. a. Wasser)	Schichtdicke reduzieren
Oberfläche des Objektes besitzt Hohlräume (Risse, Vertiefungen, Überlappungen)	Oberfläche der Objekte verbessern, Konstruktion ändern
Lunker in Oberflächen mit feuerverzinkter Schicht; Poröse Oberfläche wie z. B. Druckguss	Objekte tempern
Anforderungsprofil des Pulverlackes	Pulverlacke für gasende Untergründe einsetzen

Problem**Erkennung**

Krater

Anforderungsprofil der
Beschichtung wird nicht erfülltSchwachstellen gegen
Beanspruchungen

Mögliche Ursache

Objekte nicht einwandfrei entfettet, vorbehandelt

Unverträgliche Pulverlackgemische (Kontamination)

Einfluß von Produkten, die Silicone enthalten

Lunker in Oberflächen von Gussteilen, feuerverzinkten oder spritzverzinkten Schichten; Poröse Untergründe wie z. B. Druckguss

Abhilfe

Entfettung, Vorbehandlung optimieren

Trennung der Pulverlacke durch sehr gründliche Reinigung der Anlage

Siliconhaltige Produkte im Beschichtungsbereich vermeiden (Luftführung verbundener Produktionsstätten prüfen)

Objekte tempern; Pulverlacke für gasende Untergründe einsetzen

Problem**Erkennung**

Tropfenbildung

Anforderungsprofil der
Beschichtung wird nicht erfülltPassgenauigkeit wird nicht
erreicht

Mögliche Ursache

Zu hohe oder ungleichmäßige Schichtdicke

Einbrennbedingungen nicht optimal (Aufheizgeschwindigkeit, Objekt-, Ofentemperatur)

Geometrie und Oberflächenprofil der Objekte (pulverschöpfende Bereiche)

Anforderungsprofil des Pulverlacks

Abhilfe

Schichtdickenverteilung optimieren

Einbrennbedingungen optimieren

Individuelle Beschichtung der Objekte einführen

5 Besonderheiten beim Einsatz von Metallic-Pulverlacken

Problem	Erkennung
Schlechter Verlauf bis rauhe Oberfläche	Ungenügende Schichtdicke bis feinstrukturierte Oberfläche
Farbabweichungen	„Vergrauung“, fehlender Metall-Effekt
	Objekte passen farblich bzw. vom Effekt her nicht zusammen

Mögliche Ursache	Abhilfe
Ungenügende Abscheidung zu hoher Pulverausstoß	Hochspannung erhöhen, Pistole kontrollieren Pulverausstoß reduzieren
Ungenügende Aufladung bei Tribo	geeignete Aufladung einsetzen (Korona-Außenaufladung)
falsches oder unterschiedliches Aufladeverfahren, dadurch andere Ausrichtung der Effektpigmente	Empfohlen wird Korona- Außenaufladung, jedoch auf jeden Fall immer das gleiche Verfahren zu verwenden
Nicht kreislaufstabiler Pulverlack verwendet; dabei kommt es zu Entmischung zw. Basispulverlack und Effektpigmenten	Kreislaufstabilen Pulverlack verwenden (gebondet); Trotzdem auf geringe Pulver- lackmengen im Kreislauf achten und kontinuierlich Frischpulver zusammen „Kleckern, nicht klotzen“
Chargenwechsel in einem Auftrag	Pulverlack „auf Verlust“ ver- wenden (Kosten, Entsorgung!) Gleiche Charge Pulverlack für einen Auftrag verwenden
Entmischung im Liefergebilde	Fluidbehälter benutzen, um partielle Entmischung zu vermeiden

Problem**Erkennung**

Noch Farbabweichungen

Objekte passen farblich bzw.
vom Effekt her nicht zusammen

„Wolkenbildung“

Auftretender ungleicher Hell-
Dunkel-Effekt auf dem Substrat

Mögliche Ursache	Abhilfe
Farbunterschiede zw. Automatik- und Handbeschichtung	Nach Möglichkeit keine Handnachbeschichtung, sondern Handvorbeschichtung wählen
Unterschiedliche Substrate	Urmuster und Grenzmuster auf verschiedenen Untergründen anlegen
„Unstimmigkeiten“ mit dem Kunden über den Farbton	Urmuster und Grenzmuster vereinbaren
Falscher Pistolenabstand, ungleiche Aufladung, ungenaue Sinuskurve , ungenügende Erdung	Anlagenparameter optimieren
Stark unterschiedliche Schichtdicken	Schichtdickenschwankungen minimieren
Automatikbetrieb mit Handnachbeschichtung	Handvorbeschichtung wählen

6 Literatur

1. U. Stroheck et. al.: Abschlußbericht „Untersuchung der Einflußgrößen und ihre Zusammenhänge beim Pulverlackkreislauf“, Fraunhofer-IPA, Hrsg. Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e. V., Best.-Nr. 2100-013-06 (1999)
2. K.-H. Pulli, „Neue Wege zur prozeßsicheren Pulverlackierung“, Vortrag der 5. DFO-Tagung „Pulverlack-Praxis“, Lindau (1999)
3. „Tipps und Tricks für die Pulverbeschichtung“ ITW Gema/St. Gallen (CH), Markus Lehnherr, Bericht in JOT (Journal für Oberflächentechnik) Ausgabe Juni 1999
4. „Applikationspraxis“, Broschüre von Fa. J. Wagner Oberflächentechnik/Markdorf, Hans Mender, Ausgabe 01/2000

Impressum

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>

© 2002 Deutsches Lackinstitut GmbH, Frankfurt am Main