Freigabetests für Lackierkomponenten

O. P. Leisin, S. Philippi, Sindelfingen

Gliederung des Vortrages

- Zielsetzung, Freigabeverfahren
- Übersicht über die freizugebenden Komponenten
- Anforderungen an die Komponenten (Freigabekriterien)
- Untersuchungsmethoden zur Freigabe
- Bewertung von Testergebnissen (Beispiele ESTA-Zerstäuber)
- Zusammenfassung

Zielsetzung der Freigabetests

- Entscheidungsgrundlage für planende Bereiche
  - Komplette Liste aller freigegebenen Lackierkomponenten für den jeweiligen Anwendungsfall mit Einzelbewertungen
  - Überprüfte Komponenteneigenschaften als Berechnungsgrundlage für Taktzeiten, Reinigungsintervalle, Materialverbräuche etc.
- Wettbewerbsvergleich als Hilfe bei Lieferantenauswahl
  - Fundierte technische Empfehlung an den Einkauf zur Auftragsvergabe
- Überblick über den Stand der Technik
  - Überprüfung der Funktionalität von Neuentwicklungen
  - Aufdeckung des Entwicklungsbedarfes und -potentiales
- Motivation der Lieferanten zur Verbesserung ihrer Produkte
  - Möglichkeiten zur Nachbesserung und Nachtests

Freigabeverfahren für Lackierkomponenten

- Definition der Beurteilungskriterien
  - Erstellung bzw. Aktualisierung des Anforderungskataloges an die jeweilige Komponente (idealerweise: Lastenheft)
  - Auswahl der freigaberelevanten Kriterien mit Bewertungsskala
- Definition der Testbedingungen
  - Festlegung der Untersuchungsmethoden (möglichst nahe an bestehende Normen angelehnt)
- Durchführung der Freigabetests
  - Durchführung von Funktionstests
  - Durchführung von Belastungstests im Grenzbereich
  - Handling- und Wartbarkeitsprüfung
  - Verschleißtests im Dauerbetrieb (1000h-Test)
  - Nachbesserungen und Nachtests
- Bewertung der Testergebnisse
  - Bewertung der Ergebnisse anhand der Beurteilungskriterien
  - Vergleich der Wettbewerber

Auswahl wichtiger Komponenten

- Zerstäubungstechnik
  - Pneumatik-, HVLP-, Elektrostatisch-unterstützte Zerstäuber
  - ESTA-Hochrotations-Zerstäuber mit Direktaufladung
  - ESTA-Hochrotations-Zerstäuber für 1. und 2. WBL-Auftrag mit Außenaufladung

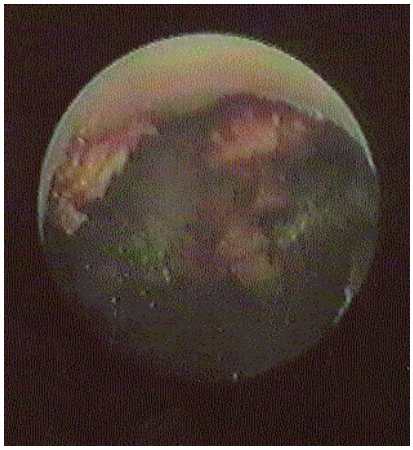
- Materialauftragstechnik
  - Auftragssysteme für Nahtabdichtung (z.B. Swirl)
  - Düsenköpfe für Hohlraumkonservierung
- Maschinen und Roboter
  - Seiten- und Dachmaschinen für ESTA (Langsamläufer)
  - Seiten- und Dachmaschinen für Air (Schnellläufer)
  - Roboter für Innenraum- und Außenhautlackierung
  - Roboter für Nahtabdichtung und Hohlraumkonservierung
  - Handlingsgeräte
- Applikationstechnik
  - Dosiersysteme für Ein- und Mehrkomponentenlacke
  - Dosiersysteme für Nahtabdichtmaterial, Wachs
  - Regelsysteme für Horn-, Zerstäuber- und Lenkluft
  - Regelsysteme für Zerstäuberdrehzahl und Hochspannung
  - Synchronisiersysteme für Dosierung und Farbnadel
  - Steuerungsintegrierte Regelungstechnik
- Farbversorgung und Farbwechseltechnik
  - Farbwechselsysteme (Speichersysteme, AB-, Mehrkreis- und Molchtechnik)
  - Farbwechselblöcke, Ventile, Schlauchmaterialien
  - Förder- und Dosiersysteme
  - Drucksensoren und Temperaturaufnehmer
  - Druck- und Temperaturregler
  - Ringleitungssysteme

Allgemeine Freigabekriterien

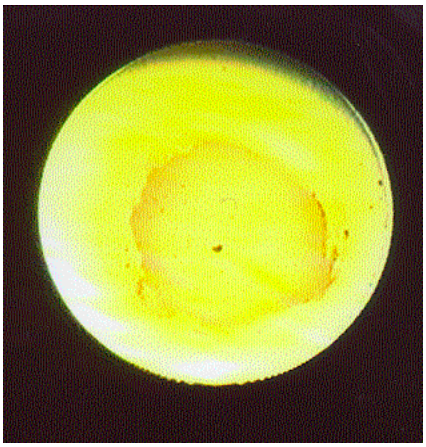
- Fertigungsqualität
  - Materialverwendung
  - Lackverträglichkeit aller Teilkomponenten
  - Bearbeitungsqualität (z.B. Toträume, Grate, Späne)
  - Maßtoleranzen (z.B. Zentrierung, Tiefe von Bohrungen)
  - Exemplarstreuungen
- Standzeit
  - Lebensdauer, Verschleiß, Abnutzung
  - Überprüfbarkeit der Abnutzung
  - 1000 Stunden-Test
- Wartungsmöglichkeiten
  - Montage-, Demontageaufwand, Bauteilwechselzeit
  - Zugänglichkeit, Zerlegbarkeit
  - Modulbauweise, Anzahl der Teilkomponenten
  - Notwendigkeit von Spezialwerkzeug
  - Diagnosemöglichkeiten

Spezielle Freigabekriterien Farbwechselkomponenten

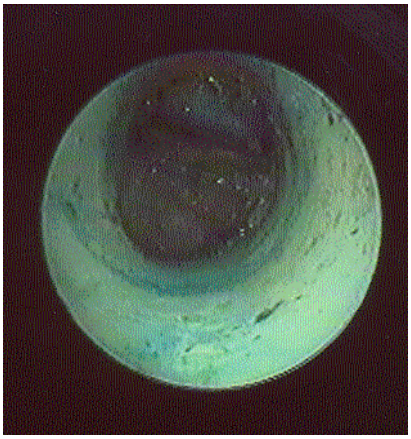
- Funktionalität (Beispiel: Ventile und Ventilblöcke)
  - Sauberkeit nach Spülen, Restfarbanteil
  - Messung mit Trübungsmethode und Glasablauf
  - Ablagerungsmessung mit Endoskop (Abb. 1)
  - Reaktionszeit auf Steuerungssignale (z.B. Öffnungs-, Schließzeit)
- Zeitbedarf und Materialverbrauch
  - Farbwechselzeit
  - Spülmittelverbrauch, Luftverbrauch
  - Spülmittelart (Spezialmittel)
  - Farbverbrauch zum Wiederbefüllen
- Technische Kriterien
  - Dichtigkeit bei Betriebs- bis Berstdruck
  - Baulänge, Umfang, Gewicht
  - Druckverlust, effektiver Farbquerschnitt
  - Anzahl der störungsfreien Schaltzyklen



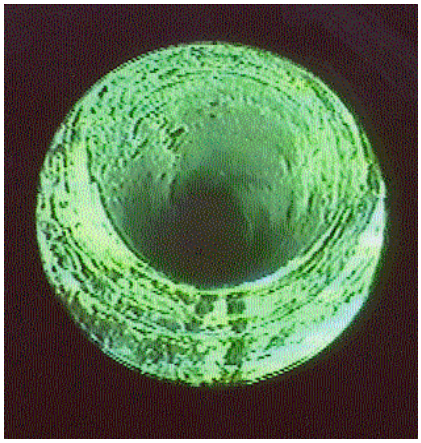
Späne/Grate Rückf.



Ventilsitz Glockenspülen



Ablagerungen Farbkanal



Rauhigkeit Farbkanal

Abb. 1: Freigabekriterien für Farbwechselkomponenten:
Fertigungsqualität – Endoskop - Aufnahmen

Spezielle Freigabekriterien Roboter

- Technische Daten
  - Anzahl der frei programmierbaren Achsen
  - Traglast in definiertem Schwerpunktsabstand
  - Arbeitsbereiche aller Achsen und gesamt
  - Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsbereich
  - Anbaumöglichkeiten an einzelne Achsen
  - Schlauchinnendurchführungen
  - Kalibrier- und Zentriermöglichkeiten
  - EX-Schutz Zonen I/II, Gewicht, Platzbedarf
- Bewegungsverhalten
  - Bahngenauigkeit
  - Geschwindigkeits- und Beschleunigungsgenauigkeit
  - Linear- und Zirkularinterpolation
  - Überschleifverhalten
  - Variabler ToolCenterPoint
  - Verhalten nach NOT AUS (mit Repos)
- Steuerung
  - Programmspeicherplatz
  - Parallelbearbeitung aller Prozesse

- Prozessorbelastungstest: Bewegungsverhalten bei gleichzeitiger Applikationsansteuerung und gleichzeitigem Programm Up- oder Download (siehe Abb. 2)
- Bahnschaltfunktionen mit Zeit-Kompensation
- Busschnittstelle für Peripherie
- Schnittstellen für Handlingroboter und Kamerasysteme
- Schnittstellen für Diagnosesysteme und übergeordnete Steuerungen

• Bediensoftware
- Visualisierungssystem
- Vollgraphische Parametrierung
- Programmierverfahren und Datenformate
- Koordinatensysteme
- Simulationsmöglichkeiten (Forcen, Simu „ohne Bew.“ etc.)

Spezielle Freigabekriterien ESTA-Zerstäuber

• Technische Daten
- Applikations-Parameter-Bereich für die Beschichtung: Lackmengen, Lenkluftmengen, Strahlbreiten
- Glockenteller-Durchmesser, Drehzahlbereich
- Hochspannung, (Spannungs- und Strombereich)
- Gewicht, Abmessungen, Automaten- und Robotertauglichkeit

• Technische Prüfungen
- Hochspannungstests: Grenzwerttest mit 120 kV, Dauertest mit 100 kV, Spannungs- und Fehlstromanalyse)
- Turbinendauertest mit mechanischer Belastung durch Roboterbewegung (hohe, permanente Drehimpulsänderung)
- Dichtigkeit der Montageplatte unter Belastung

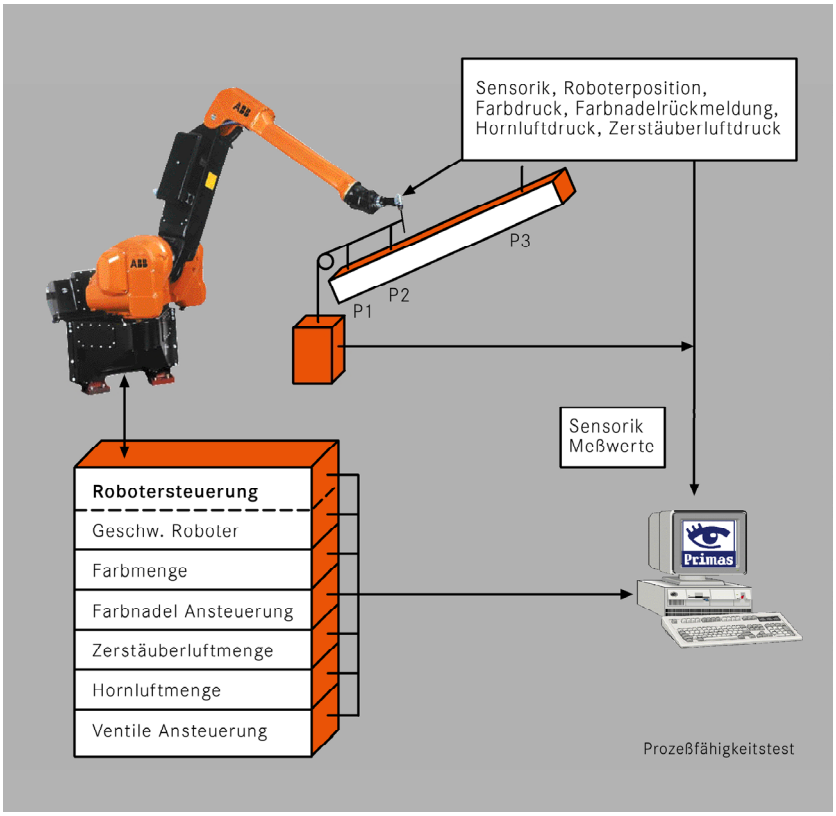
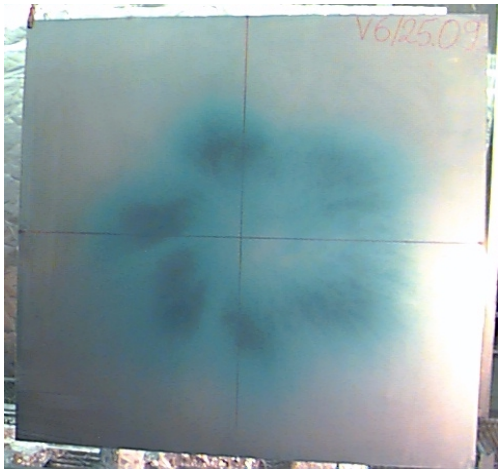
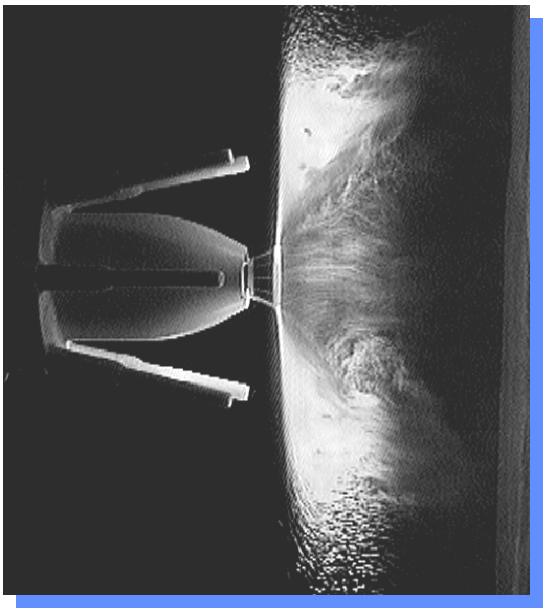


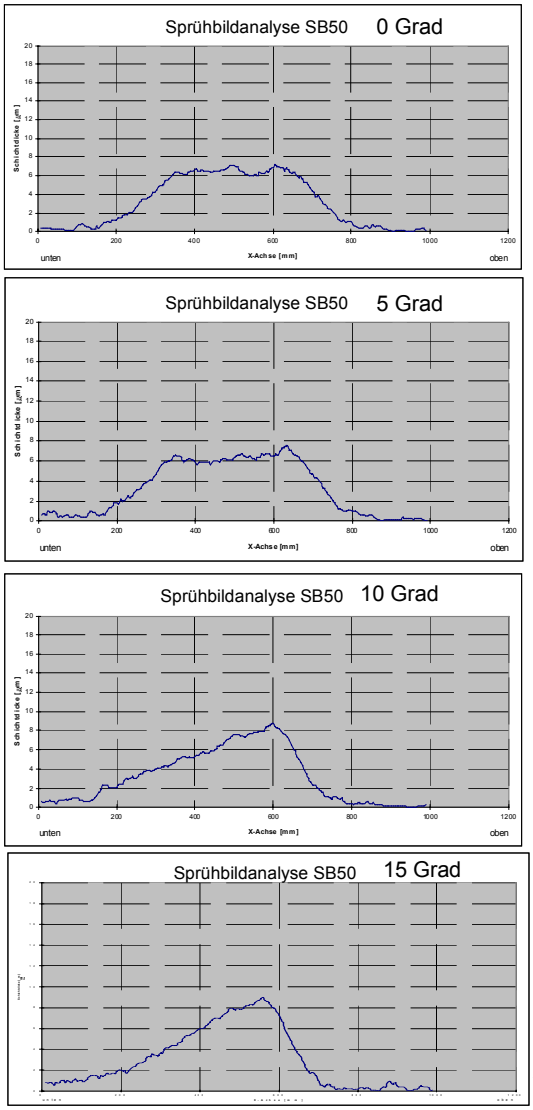
Abb. 2: Prozeßfähigkeitstest Roboter mit Steuerung und Applikation



3a



3c



3b

Abb. 3: Ergebnisse der Zerstäuberuntersuchungen:
3a: statisches Spritzbild
3b: Schichtdickenverteilung unter 0,5,10,15 Grad
3c: Laserlichtschnitt

- Funktionalität (für verschiedene Test-Farbtöne, Strahlbreiten, Lackmengen, Oszillations- und Bandgeschwindigkeiten)
  - Homogenität statisches und dynamisches Spritzbild (Schichtdickenverteilung: Bild 3a,b)
  - Zerstäubungsfeinheit (Tröpfchengrößenspektrum)
  - Farbton (visuelle Beurteilung und X-Rite-Messung)
  - Farbton und Effektausbildung für 2. WBL-Auftrag
  - Auftragswirkungsgrad (DFO-Methode)
  - Strahlstabilität und -symmetrie (Laserlichtschnitt: Bild 3c)
  - Empfindlichkeitstest (Einflußgrößenanalyse ±10%)
  - Verschmutzung der Elektroden und des Tubus

Zwischenergebnis 1. WBL-Schicht vor Nachbesserungen				Nachtest Z1 (nach Nachbesserungen)
Zerstäuber 1	**Zerstäuber 1**	**Zerstäuber 2**	**Zerstäuber 3**	**Zerstäuber 1**
Arbeitsbereich				
Lackmenge	100 - 380 ml/min	80 - 400 ml/min	100 - 400 ml/min	100 - 380 ml/min
Lenkluft	110 - 460 Nl/min	80 - 500 Nl/min	130 - 500 Nl/min	110 - 460 Nl/min
Überlappung	66-75 %	60-70%	66%	66-75 %
Oszillationsgeschw.	70 - 780 mm/s	60 - 640 mm/s [1)]	55 - 725 mm/s	70 - 780 mm/s
Bandgeschwindigkeit	2.5 - 7.6 m/min	1.5 - 7.6 m/min	1,5 - 7,5 m/min	2.5 - 7.6 m/min
AWG - ebene Platte	85 - 99 % [2)]	88 - 99 % [2)]	92 - 99 % [2)]	85 - 99 % [2)]
AWG - Rohr	25 - 35 % [3)]	40 - 58 % [3)]	20 - 40 % [3)]	35 - 45 % [3)]
AWG - Streifen	22 - 43 % [3)]	20 - 43 % [3)]		22 - 43 % [3)]
Verschmutzung	-	o	-	o
Strahlstabilität	o	o	o	+
Partikelgrößenvert.	30 - 60 µm	30 - 50 µm		30 - 60 µm
Empfindlichkeit	+	o		+
Hochspannungstest	+	+		+
Spülbarkeit	-	+		+
Reinigung	o	+	+	+
Montage	-	+	+	o
Handling	o	+	+	o

erfüllt die Anforderungen voll	1) bezieht sich auf getesteten Bereich,
entspricht fast den Anforderungen	noch kein Test bei 780 mm/s
erfüllt die Anforderungen nicht	2) farb- und einstellungsabhängig
noch kein Test bei 780 mm/s	3) nur geringe Relevanz für
noch kein Test da Verschmutzung bisher n.i.O.	Karossenbeschichtung

Abb. 4: Ergebnismatrix für den 1. WBL - Auftrag mit ESTA (Zwischenergebnisse)

Verschmutzungsbewertung nach Nachbesserung Z1

	Zerstäuber 1			Zerstäuber 2		
Lenkluft	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
Vivianit						
1. Auftrag	N1	N1	T1 + N1	N1	N1	N2
2. Auftrag			N3	N2	N2	N3
Silber						
1. Auftrag	T1	0	T1 + N1	T1 + N1	T1	0
2. Auftrag			N2	T1 + N1	T1	0
Weiß	T1	T1	T1 + N1	N1	N1	N2

Verschmutzungsbewertung nach Nachbesserung Z1

	Zerstäuber 1			Zerstäuber 2		
Lenkluft	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
Vivianit						
1. Auftrag	N1	N1	T1 + N1	N1	N1	N2
2. Auftrag			N3	N2	N2	N3
Silber						
1. Auftrag	T1	0	T1 + N1	T1 + N1	T1	0
2. Auftrag			N2	T1 + N1	T1	0
Weiß	T1	T1	T1 + N1	N1	N1	N2

Abb. 5: Verschmutzungsbewertung ESTA (Zwischenergebnisse)

Freigabetest 2. Auftrag : Farbton/Effekt		
(Bandbreite der Beurteilung Aufsicht/Schrägsicht)		
Bandgeschw.	**Zerstäuber 1**	**Zerstäuber 2**
Vivianit		
niedrig	5/4	4-7/4-5
mittel	**2/3-4** [1)]	4-7/3-5
hoch	5/5	4-7/4-5
Silbermetallic		
niedrig	**1/1**	2/4-5
mittel	**1-2/1-3**	**1-2/3-5** [2)]
hoch	**2/2**	1-2/4-5
erfüllt die Anforderungen voll		1) nur eine Einstellung akzeptabel
entspricht fast den Anforderungen		2) nur eine Einstellung akzeptabel
erfüllt die Anforderungen nicht		

Abb. 6: Ergebnismatrix für den 2. WBL - Auftrag mit ESTA (Metallic)

Zusammenfassung

- Wichtige Voraussetzungen
  - Klare Beurteilungskriterien in Form von Anforderungskatalogen
  - Geeignete Untersuchungsmethoden und Analysegeräte
  - Reproduzierbare Versuchsbedingungen im High-End-Technikum
- Erreichte Ziele
  - Frei- oder Nichtfreigabe der untersuchten Komponenten
  - Aussage über den Einsatzbereich und über Einschränkungen
  - Fundierte technische Aussagen als Berechnungsgrundlagen
  - „Erzwungene“ Weiterentwicklung nicht freigegebener Komponenten
- Einschränkungen
  - Neuentwicklungen, die im direkten Zusammenhang mit einem „knapp terminierten“ Produktionseinsatz stehen

Die Autoren dieses Beitrags:
Dr. rer. nat. Oskar P. Leisin
Dr. Siegfried Philippi
DaimlerChrysler AG
Sindelfingen