



Konturangepaßte elektrostatische Applikation von Hydrofüller am Bei- spiel der Kfz-Kleinserienlackierung

im Auftrag der
ABAG-Abfallberatungsagentur
Baden-Württemberg
Stauferstr. 15
70736 Fellbach

Projekträger
Dr.-Ing. h.c.F. Porsche AG
Porschestr. 42
D - 70435 Stuttgart
Ansprechpartner: Dipl.-Ing. (FH) A. Weimann
Tel.: 0711/ 911 - 6135

Projektbegleiter
Dipl.-Ing. (FH) S. Paustian
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung, Stuttgart

März 1998

Projektbericht

Erarbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) S. Paustian

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart

Für die kooperative Mitwirkung an diesem Projekt bedankt sich die ABAG bei allen Beteiligten der Dr.-Ing. h.c.F. Porsche AG, Werk Zuffenhausen, insbesondere bei den Herren Sprenger, Toczek, Weimann und Wilckens.

Die Durchführung dieses Modellprojekts sowie die wissenschaftliche Begleitung wurde mit Mitteln der Sonderabfallabgabe des Landes Baden-Württemberg unterstützt.

Herausgeber:

ABAG-Abfallberatungsgesellschaft

Geschäftsbereich der

SAA Sonderabfallagentur Baden-Württemberg GmbH

Stauferstr. 15

70736 Fellbach

Tel.: 0711 / 95 19 11 - 0

Fax: 0711 / 95 19 11 - 20

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Thomas Grupp

März 1998

Gedruckt auf: weiß mattgestrichen Offset chlorfrei gebleicht (Umschlag)

Alle Rechte der Verbreitung, auch durch Film, Funk und Fernsehen, fotomechanische Wiedergabe, Tonträger jeder Art, auszugsweisen Nachdruck oder Einspeicherung und Rückgewinnung in Datenverarbeitungsanlagen aller Art, sind vorbehalten.



Konturangepaßte elektrostatische Applikation von Hydrofüller am Bei- spiel der Kfz-Kleinserienlackierung

im Auftrag der

ABAG-Abfallberatungsagentur
Baden-Württemberg
Stauferstr. 15
70736 Fellbach

Projekträger

Dr.-Ing. h.c.F. Porsche AG
Porschestr. 42
D - 70435 Stuttgart
Ansprechpartner: Dipl.-Ing. (FH) A. Weimann
Tel.: 0711/ 911 - 6135

Projektbegleiter

Dipl.-Ing. (FH) S. Paustian
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung, Stuttgart

März 1998

Projektbericht



Konturangepaßte elektrostatische Applikation von Hydrofüller am Bei- spiel der Kfz-Kleinserienlackierung

im Auftrag der

ABAG-Abfallberatungsagentur
Baden-Württemberg
Stauferstr. 15
70736 Fellbach

Projektträger

Dr.-Ing. h.c.F. Porsche AG
Porschestra. 42
D - 70435 Stuttgart
Ansprechpartner: Dipl.-Ing. (FH) A. Weimann
Tel.: 0711/ 911 - 6135

Projektbegleiter

Dipl.-Ing. (FH) S. Paustian
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung, Stuttgart

März 1998

Projektbericht

Erarbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) S. Paustian

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart

Für die kooperative Mitwirkung an diesem Projekt bedankt sich die ABAG bei allen Beteiligten der Dr.-Ing. h.c.F. Porsche AG, Werk Zuffenhausen, insbesondere bei den Herren Sprenger, Toczek, Weimann und Wilckens.

Die Durchführung dieses Modellprojekts sowie die wissenschaftliche Begleitung wurde mit Mitteln der Sonderabfallabgabe des Landes Baden-Württemberg unterstützt.

Herausgeber:

ABAG-Abfallberatungsagentur

Geschäftsbereich der

SAA Sonderabfallagentur Baden-Württemberg GmbH

Staufstr. 15

70736 Fellbach

Tel.: 0711 / 95 19 11 - 0

Fax: 0711 / 95 19 11 - 20

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Thomas Grupp

März 1998

Gedruckt auf: weiß mattgestrichen Offset chlorfrei gebleicht (Umschlag)

Alle Rechte der Verbreitung, auch durch Film, Funk und Fernsehen, fotomechanische Wiedergabe, Tonträger jeder Art, auszugsweisen Nachdruck oder Einspeicherung und Rückgewinnung in Datenverarbeitungsanlagen aller Art, sind vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Kurzfassung	5
1 Stand der Technik	7
1.1 Stand der Technik bei der Lackierung von Karosserie-Aussenbereichen	7
1.2 Weiterentwicklung des Standes der Technik durch das vorliegende Projekt	9
2 Kurzbeschreibung des Projektträgers	10
3 Beschreibung der Lackiererei	11
3.1 IST-Zustand vor Projektbeginn	11
3.2 SOLL-Zustand aufgrund der Projektarbeiten	12
3.2.1 Verfahrensablauf	12
3.2.2 Anlagen- und Applikationstechnik	13
3.2.3 Kabinendaten	14
3.2.4 Beschichtungsautomaten	14
3.2.5 Prozeßtechnik	16
3.2.6 Eingesetzte Lackmaterialien	17
4 Durchgeführte Untersuchungen und Ergebnisse	18
4.1 Machbarkeitsuntersuchung zur Anlagenkonzeption	18
4.2 Technikumsversuche zum Einsatz geeigneter Zerstäuberkomponenten	19
4.2.1 Untersuchungen verschiedener Glockenteller- und Lenkluftringgeometrien bzgl. Schichtdickenverlauf	19
4.2.2 Untersuchungen verschiedener Glockenteller bzgl. Glanz und Wave-Scan-Werten	20
4.3 Technikumsversuche zum Einsatz geeigneter Lackmaterialien	21
4.4 Einsatz von HVLP-Systemen für die manuellen Arbeiten	22

	Seite	
5	Praxiseinführung der elektrostatischen Wasserfüller- beschichtung bei der Kleinserienlackierung	23
5.1	Rahmenterminplan	23
5.2	Probetrieb und Betriebsphase	24
6	Vergleich der realisierten Maßnahmen mit dem IST-Zustand vor Projektbeginn	25
7	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	27
8	Übertragbarkeit der Ergebnisse	29

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1:	Verfahrensablauf der Karosseriebeschichtung bei der Fa. Porsche	11
Abb. 2:	Rahmenterminplan ESTA-Wasserfüller-Anlage	23
Tab. 1:	Vergleich der realisierten Maßnahmen mit dem IST-Zustand vor Projektbeginn	26
Tab. 2:	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vor und nach der Inbetriebnahme der ESTA-Anlage	28

Anhang

A 1	Literatur	30
A 2	Aufstellungsplan	31
A 3	Foto der neuen ESTA-Anlage	32
A 4	Projekt-Arbeitsgemeinschaft	33

Kurzfassung

Die Dr.-Ing. h. c. F. Porsche AG stellt in ihrem Werk in Stuttgart-Zuffenhausen Sportwagen der Typen 911 und Boxster her. Bei der bisherigen manuellen Spritzlackierung der Karosserien fielen relativ große Mengen an Lackschlämmen und Lösemittlemissionen an, die hauptsächlich durch die Oversprayverluste entstanden. Im vorliegenden Projekt wurde die Füllerapplikation teilautomatisiert, eine neuartige Beschichtungstechnik für niedrige Fördergeschwindigkeiten entwickelt und das bisher verwendete konventionelle Lackmaterial durch einen wasserverdünnbaren Füller substituiert.

Die realisierten Maßnahmen führten zu einer Verminderung der noch verbleibenden Lackschlämme und Lösemittlemissionen in Verbindung mit einer Betriebskostenreduzierung durch geringeren Frischlackverbrauch und Energiebedarf sowie niedrigere Entsorgungskosten unter Beibehaltung des hohen Qualitätsniveaus.

Dazu wurde eine automatische ESTA-Lackierstation errichtet, die auf die speziellen Bedürfnisse (Kleinserienfertigung, schwierige Werkstückgeometrie durch geschwungene Formen sowie zahlreiche Kanten und Hinterschneidungen) zugeschnitten ist. Die automatische Lackierung erfolgt durch insgesamt nur drei neuentwickelte, hocheffiziente Hochrotationszerstäuber in einem einzigen Auftrag. Die Aufgabe wurde mit einer an die Werkstückgeometrie angepaßten Steuerung sowie einer - bedingt durch die Verwendung von Kontaktaufladung - neuentwickelten und zum Patent angemeldeten Lackversorgung gelöst. Dazu wurden im Vorfeld Technikumsversuche unter produktionsnahen Bedingungen durchgeführt. Die ESTA-Wasserfüller-Anlage ist seit Februar 1997 im Werk Zuffenhausen erfolgreich im Betrieb.

Derzeit liegt das Verhältnis zwischen manueller und automatischer Lackierung bei ca. 20 zu 80 Prozent. Bei den neuen Fahrzeugmodellen ist zu erwarten, daß die Lackierautomaten etwa 90% des Lackierumfangs übernehmen können, da die neuen Typen die Lackierstation nicht mehr mit ausgestellten Türen und Deckeln durchlaufen und somit eine für die elektrostatische Lackapplikation günstigere Geometrie aufweisen.

Der Frischlackverbrauch reduzierte sich um 31%, der Abfallanfall um 70%. Die Lösemittlemissionen gingen um 71% zurück.

Die Investitions-, Wartungs- und Finanzierungskosten für die automatische ESTA-Füllerlackierstation amortisieren sich - ohne Berücksichtigung der Fördermittel - durch die effektive jährliche Betriebskosteneinsparung in 2,5 Jahren.

Die positiven Erfahrungen mit der neuen Lackieranlage haben dazu geführt, daß die Fa. Porsche für die bisherige manuelle Klarlackapplikation den Bau einer entsprechenden, automatischen ESTA-Station plant.

1 Stand der Technik

1.1 Stand der Technik bei der Lackierung von Karosserie- Außenbereichen

In der Automobilindustrie werden die Außenflächen der Karosserien im automatisierten Füller-, Basislack- und Klarlackbereich von Hochrotationszerstäubern mit elektrostatischer Lackaufladung beschichtet. Diese Zerstäuber zeichnen sich durch einen sehr hohen Lackauftragswirkungsgrad aus, der in der Größenordnung von 80 - 85 % liegt /1, 2, 3/. In der Regel werden je Beschichtungsstation 9 Zerstäuber eingesetzt (3 Zerstäuber für die horizontalen Flächen, je 3 Zerstäuber für die vertikalen Flächen rechts und links), die derart um die Karosserie angeordnet sind, daß sich die einzelnen Sprühstrahlen überlappen. Die Zerstäuber werden von freiprogrammierbaren Hubautomaten mit konstantem Abstand entlang der Karosseriekontur bewegt und führen zusätzlich eine Oszillationsbewegung aus, die für eine gleichmäßige Schichtdickenverteilung auf der Karosserie sorgt. Die Zerstäuber für die vertikalen Flächen können nicht wie bei der Horizontalmaschine zusammengefasst werden, da die Karosserien üblicherweise in der Vertikalen eine deutlich stärkere Krümmung aufweisen. Deshalb werden sie von einzelnen Hubautomaten geführt, die aus Platzgründen und wegen der gegenseitigen Sprühstrahlbeeinflussung aufgrund der elektrostatischen Lackaufladung in Förderrichtung der Karosserie jeweils im Abstand von ca. 1 m angeordnet sind. Damit ergibt sich für die Beschichtungsstation ein relativ großer Platzbedarf.

Aus ökologischen Gründen werden zunehmend wasserlösliche Füller und Basislacke eingesetzt. Diese Lackmaterialien zeichnen sich durch eine hohe elektrische Leitfähigkeit aus, so daß bei der elektrostatischen Lackaufladung besondere Maßnahmen zu berücksichtigen sind.

Grundsätzlich lassen sich wasserlösliche Lackmaterialien direkt (Kontaktaufladung) oder indirekt (Ionisationsaufladung) elektrostatisch aufladen. Bei der Kontaktaufladung befindet sich die Zerstäuberglocke und - über das elektrisch leitfähige Lackmaterial - auch die gesamte Lackversorgung auf Hochspannungspotential. Wegen der erforderlichen Trennung zum Erdpotential muß die Lackversorgung isoliert aufgebaut werden. Die Verarbeitung unterschiedlicher Farbtöne ist hierbei mit einem hohen technischen Aufwand ver-

bunden. In diesem Fall werden zwischen der geerdeten Ringleitung und den auf Hochspannungspotential liegenden Versorgungsbehältern der Lackieranlage Zwischenbehälter geschaltet, die beim Befüllen aus der Ringleitung auf Erdpotential liegen und beim Umfüllen des Lackmaterials in die Versorgungsbehälter auf Hochspannungspotential gelegt werden. Bei der Ionisationsaufladung wird das zerstäubte Lackmaterial durch Anlagerung freier Luftionen aufgeladen, die durch am Zerstäuber angebrachte, Hochspannung führende Elektroden erzeugt werden. Da die Zerstäuberglocke geerdet ist, müssen keine besonderen Maßnahmen bei der Lackversorgung berücksichtigt werden /3/. Die Ionisationsaufladung eignet sich daher besonders für die Verarbeitung von Basislacken bei einer hohen Anzahl von Farbtönen. Der Nachteil der Ionisationsaufladung gegenüber der Kontaktaufladung ist der etwas niedrigere Lackauftragswirkungsgrad und die stärkere Verschmutzung von Zerstäuber und Elektroden, die einen größeren Reinigungsaufwand erfordert.

Bei der pneumatischen Zerstäubung kann der Auftragswirkungsgrad durch den Einsatz von HVLP-Zerstäubern (HVLP: high volume low pressure) erhöht werden. Bei der Einführung dieser oversprayarmen Spritztechnik sind neben der Lackfilmqualität auch die Lackmaterialeigenschaften und der Lackdurchsatz in Abhängigkeit von einzelnen Gerätesystemen zu beachten /4, 5, 6/.

Eine direkte Übertragung der oben beschriebenen Anlagentechnik auf die Kleinserienfertigung bei der Fa. Porsche (geringe Stückzahlen, Bandgeschwindigkeit 1,0 - 1,4 m/min) ist nicht sinnvoll. Die zur Lackierung der gesamten Karosserieoberfläche erforderlichen neun Zerstäuber und die damit verbundene Anlagengröße würden zu hohen Investitions- und Betriebskosten führen. Des weiteren sind Qualitätseinbußen bei der Beschichtung aufgrund der zum Teil komplexen Werkstückgeometrie mit geschwungenen, nach außen stehenden Formen bei einer direkten Übertragung der bei der Großserienlackierung eingesetzten Gerätetechnik zu erwarten.

1.2 Weiterentwicklung des Standes der Technik durch das vorliegende Projekt

Gesamtziel des Projektes ist die Realisierung eines auf die Kleinserienverhältnisse bei der Fa. Porsche im Werk Zuffenhausen angepaßten Neukonzeptes zur hocheffizienten und damit gleichzeitig abfall- und lösemittlemissionsärmeren Beschichtung der Karosserien mit Wasserfüller unter Beibehaltung des bisherigen hohen Qualitätsniveaus. Hierzu soll ein neuentwickeltes Hochrotationszerstäubersystem mit elektrostatischer Lackaufladung eingesetzt werden. Ein wesentliches innovatives Ziel ist die Lackierung der Karosserieaußenflächen mit maximal drei von Bewegungsautomaten geführten Zerstäubern, wobei hohe Anforderungen an die Beschichtungsqualität zu erfüllen sind.

Der noch erforderliche manuelle Lackierumfang (Innenbereiche, elektrostatisch nicht beschichtbare Außenflächen) soll optimiert werden, damit die Lacknebelverluste vermindert werden. Hierzu wird ein HVLP-System getestet.

Durch den Einsatz der o.g. Applikationstechnik sollen gegenüber dem Ist-Zustand ca. 70 % des Füller-Oversprays vermieden werden.

2 Kurzbeschreibung des Projektträgers

Zur Porsche Gruppe gehören neben der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG in Stuttgart eine Reihe von in- und ausländischen Tochterunternehmen und Beteiligungen. Der Umsatz der Porsche AG betrug im Geschäftsjahr 94/95 2,21 Mrd. DM, die Zahl der Mitarbeiter 6 415 /7/.

Im Geschäftsjahr 94/95 betrug die Produktion ca. 18000 Fahrzeuge. Gefertigt wurde ausschließlich der Typ Porsche 911 in sieben unterschiedlichen Varianten (Carrera, Targa, Cabriolet, Carrera RS, Carrera 4, Carrera 4S und Turbo), die z. T. Karosseriemodifikationen aufweisen. Diese Fahrzeugvarianten sowie Sondermodelle für den Rennsport werden im Werk Zuffenhausen lackiert.

Die Lackieranlage besteht aus zwei räumlich voneinander getrennten Anlagenteilen, der **Lackiererei "Korrosionsschutz"** mit den Prozessschritten

- Vorbehandlung,
- KTL-Auftrag,
- Abdichten und
- Unterbodenschutzauftrag

sowie der **Lackiererei "Optik"** mit den Prozessschritten

- Füllerauftrag,
- Basis- /Unilackauftrag und
- Klarlackauftrag.

Das Lackmaterial wird in den Stationen der Lackiererei "Optik" manuell mit konventionellen pneumatischen Spritzpistolen aufgetragen. Im Bereich der Lackiererei "Optik" befinden sich auch die Kontroll-, Nacharbeits- und Spotreparplätze sowie die Fertigstellung.

Ab dem Geschäftsjahr 1996/97 wird die Jahresproduktion auf 33000 Fahrzeuge erhöht.

3 Beschreibung der Lackiererei

3.1 IST-Zustand vor Projektbeginn

Abb. 1 zeigt schematisch den Verfahrensablauf der Karosseriebeschichtung bei der Fa. Porsche im Werk Zuffenhausen.

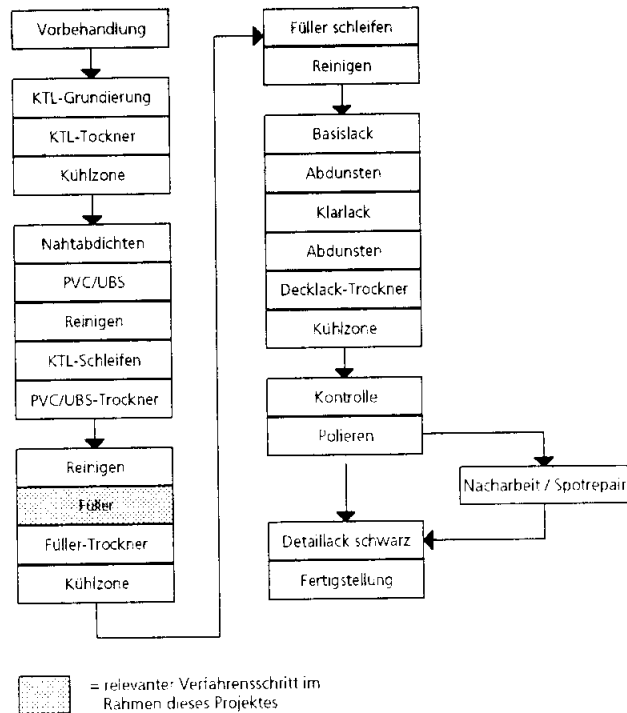


Abb. 1: Verfahrensablauf der Karosseriebeschichtung bei der Fa. Porsche

Die Füllerbeschichtung wird manuell von 7 Lackierern in der Füllerzone durchgeführt. Nachfolgend werden die wichtigsten Anlagen- und Lackmaterialdaten dargestellt.

• Kabinendaten Füllerzone

Länge	24 m
Breite	5,5 m
Fördergeschwindigkeit	1,1 m/min
Luftsinkgeschwindigkeit	0,42 m/s
erforderlicher Zuluftbedarf	199 584 m ³ /h

- **Applikationstechnik**

manuelle Spritzpistolen der Fa. DeVilbiss Typ JGV-562 bzw. JGV-563; Lackdüse FX, Durchmesser 1,1 mm; Luftkappe 797; Luftdruck 6 bar; Lackdruck 4 bar

- **Lackmaterialien und Ausnutzung**

Eingesetzt wird ein konventioneller lösemittelhaltiger 1-K-Füller auf Basis eines Alkyd-Melamin-Harzes mit 55 - 60 Gew.-% Festkörpergehalt. Je Karosserie wird ca. 3,2 kg Lackmaterial verbraucht und ca. 1,4 kg Lackkoagulat (50% Festkörpergehalt) erzeugt. Dies bedeutet unter Vernachlässigung evtl. Oversprayablagerungen auf Gitterrosten und Kabinenwänden einen Festkörpernutzungsgrad von ca. 56%.

Hochgerechnet auf die geplante Jahresproduktion von 33 000 Fahrzeugen würden mit der manuellen Lackapplikation ca. 48 t Lackkoagulat pro Jahr anfallen.

Das weiterentwickelte hocheffiziente Lackierverfahren führt zu geringerem Frischlackverbrauch, geringeren Emissionen sowie weniger Abfallanfall und weist daher auch ein attraktives Kosteneinsparpotential auf.

3.2 SOLL-Zustand aufgrund der Projektarbeiten

3.2.1 Verfahrensablauf

Die Füllerkabine ist auf einen teilautomatischen Betrieb umgestellt. Der Füllerauftrag erfolgt nun in zwei Schritten:

- manuelles Vorspritzen des Innenraumes und der vom Automaten nicht erreichbaren Flächen (Fälze, Schweller),
- automatisches Lackieren der Außenflächen.

Der übrige, in Abb. 1 dargestellte Verfahrensablauf bleibt erhalten.

3.2.2 Anlagen- und Applikationstechnik

Um optimale Lackierkabinenverhältnisse zu erreichen, wurde die Kabinenbreite in der ESTA-Zone von 5,5 m auf 4,6 m verengt. Des Weiteren wurde der Lufthaushalt entsprechend angepaßt.

Zwei Lackierer spritzen die Karosserien an den für die Automaten unzugänglichen Stellen (z. B. Falz- und Schwellerbereiche) mit den auch bisher eingesetzten Spritzpistolen vor, die ESTA-Anlage übernimmt den restlichen Lackierumfang. Dabei ist momentan von einem Verhältnis zwischen manueller und automatischer Lackierung von 20:80 auszugehen. Bei den neuen Fahrzeugmodellen (Boxster und Nachfolgemodell Porsche 911) ist davon auszugehen, daß ein Lackierer den manuellen Umfang alleine bewältigen kann und die Lackierautomaten 90% des Lackierumfangs übernehmen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die neuen Typen die Lackierstation nicht mehr mit ausgestellten Türen und Deckeln durchlaufen und somit eine für die elektrostatische Lackapplikation günstigere Geometrie aufweisen (weniger Kanten und Faraday-Käfige).

Im Gegensatz zur bisherigen Vorgehensweise, bei der der aufzutragende Farbton einem in der Karosserie befindlichen Datenblatt zu entnehmen war, werden nun Fahrzeugtyp und Farbton über einen Barcode mit einem Lesestift eingegeben und von der ESTA-Anlage eingelesen.

Zu Beginn des Projektes ging man von einer Förderergeschwindigkeit von 1,5 m/min aus. Diese errechnete sich aus der zu lackierenden Zahl der Karosserien sowie Taktzeit und Abstand der Karosserien. Da aber nicht für alle Farbtöne ein Automatikbetrieb von Beginn an möglich ist, wurde eine Fördergeschwindigkeit von 1,25 m/min gewählt, die es erlaubt, den Beschichtungsprozeß manuell durchzuführen.

3.2.3 Kabinendaten

Die Füllerzone wurde zwischen Ende 1995 bis Anfang 1996 umgebaut und an die neue Beschichtungstechnik angepasst (s. Abb.2, Rahmenterminplan). Die Automatenzone (vgl. A2, Foto) zeichnet sich nach dem Umbau durch folgende Daten aus:

Automatenzone

Länge	6 m
Breite	4,6 m
Fördergeschwindigkeit	1,25 m/min
Luftsinkgeschwindigkeit	0,25 m/s
erforderlicher Zuluftbedarf	24 300 m ³ /h
Klima	23 °C / 60 % relative Luftfeuchte

Vorspritzen und Kontrolle

Länge	18 m
Breite	5,5 m
Luftsinkgeschwindigkeit	0,35 m/s
erforderlicher Zuluftbedarf	124 740 m ³ /h
Klima	23 °C / 60 % relative Luftfeuchte

Als Applikationstechnik werden konventionelle Druckluftzerstäuber für das manuelle Vorspritzen und Hochrotationszerstäuber mit elektrostatischer Lackaufladung (Kontaktaufladung) für die automatische Flächenlackierung eingesetzt.

3.2.4 Beschichtungsautomaten

Die Anlage besteht aus 3 Automaten, einer Dach- und zwei Seitenmaschinen. Die Seitenautomaten sind 3-achsig, die Dachmaschine 4-achsig ausgeführt.

Alle Hauptachsen der Automaten sind mit Servomotoren ausgerüstet und befinden sich außerhalb der Kabine, wodurch störende Luftwirbel und damit die Verschmutzungstendenz der Automaten verringert werden.

In Förderrichtung sind die beiden Seitenmaschinen (Ebene 1) vor der Dachmaschine (Ebene 2) platziert. Jeweils ein Zerstäuber ist am Spritzarm bzw. Dachbalken angebracht. Alle Zerstäuber und Automaten lassen sich einzeln abwählen, das heißt, bei Ausfall einer Applikationseinrichtung kann mit den verbleibenden weiterbeschichtet werden. Die Hauptachsen aller Automaten werden von einer eigens dafür vorgesehenen Bahnsteuerung angesteuert. Der Verfahrweg wird durch Rollenschalter begrenzt, die direkt auf die Antriebe wirken.

Die Druckluftversorgung erfolgt auf jeder Kabinenseite getrennt. Es steht ein Druckluftnetz mit 6 bar zur Verfügung. Das Zu- und Abschalten erfolgt über Hauptventile je Luftnetz und Kabinenseite. Alle für den Betrieb der Anlage notwendigen pneumatischen Bauteile sind in die Maschinen integriert, ebenso die Beschichtungsstoff- und Spülmittelversorgungen.

Die für den Einsatz von wasserlöslichen Beschichtungsstoffen nötige galvanische Trennung ist im Zwischengeschoß der Kabine untergebracht. Ringleitung und hochspannungsführende Teile der Anlage sind dadurch voneinander getrennt.

In das Innere der Maschinenstände wird ständig Frischluft geblasen, die über Austrittsöffnungen an den Maschinenverkleidungen wieder austritt. Auf diese Weise wird die Bildung einer explosionsfähigen Gasmischung im Inneren der Maschinen vermieden.

Dachmaschine

Die Dachmaschine weist vier Freiheitsgrade auf:

- Vertikalhub (Z-Achse)
- Pendelbewegung (Y-Achse)
- Schwenkbewegung in Förderrichtung (B(S1)-Achse)
- Schwenkbewegung quer zur Förderrichtung (A(S2)-Achse)

Der Dachbalken ist eine selbsttragende GFK-Konstruktion. Sämtliche Antriebs-elemente und Versorgungseinheiten sind innenliegend. Die Antriebswellen der beiden Portale sind durch eine Drehmomentwelle miteinander gekoppelt. Dadurch werden beide Portalseiten synchron angetrieben.

Seitenmaschine

Die Seitenmaschine weist drei Freiheitsgrade auf:

- Vertikalhub (Z-Achse)
- Horizontalhub (Y-Achse)
- Schwenkbewegung (A-Achse)

Der Zerstäuberarm besteht aus GFK. Mit Ausnahme der Hochspannungsvorsorgung besteht zwischen dem Zerstäuber und dem Maschinenständer keine elektrisch leitfähige Verbindung.

3.2.5 Prozeßtechnik

Die Prozeßtechnik besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- galvanische Trennung
- Farbwechsler
- Dosiertechnik
- Hochrotationszerstäuber
- Drehzahlregelung
- Lenkluftregelung
- Hochspannungseinrichtungen

In der Anlage ist ein neuartiges Konzept zur Sicherstellung der galvanischen Trennung umgesetzt worden, das vom Anlagenhersteller zum Patent angemeldet worden ist. Die galvanische Trennung mit Andockmechanismus setzt sich aus einem doppeltwirkenden pneumatischen Zylinder mit Führungseinheit und 5 Druckbehältern zusammen. An der Kolbenstange des Zylinders ist eine Platte mit sieben Kupplungen (fünf Farben, ein Lösemittel, eine Rückführung) befestigt.

Beim Andocken fährt der Zylinder nach vorne, wobei die Kupplungen in ihr Gegenstück eingeführt werden können und somit eine Verbindung zur Ringleitung besteht. Dabei wird die Hochspannung ausgeschaltet. In diesem Zustand werden die einzelnen Behälter gefüllt, bis der Druck in den einzelnen Behältern 6 bar beträgt (Füllstandskontrolle). Dies entspricht einem Füllgrad von ca. 83%.

Beim Abdocken fährt der Zylinder nach hinten und die Kupplungen werden wieder voneinander getrennt. Im abgekoppelten Zustand kann aus den gefüllten Behältern unter Hochspannung lackiert werden. Dabei wird die von 1 auf 6 bar komprimierte Luft zum Ausdrücken des Lackmaterials aus dem Behälter genutzt.

Um eine konstante Lackausflußrate zu gewährleisten, werden Zahnradförderpumpen eingesetzt. Dabei wird mit Lackvolumenströmen von ca. 40 - 120 ml/min (Seitenmaschine) bzw. ca. 40 - 380 ml/min (Dachmaschine) gearbeitet.

3.2.6 Eingesetzte Lackmaterialien

Zur Füllerbeschichtung wird ein wasserverdünbares Material auf Basis eines Alkyd-Melamin-Harzes eingesetzt. Die qualitativen Anforderungen an die Beschichtung werden erfüllt.

Der Wasserfüller hat folgende Daten (Stand November 1997):

- | | |
|---|-----------------------------------|
| • Hersteller: | Fa. Hemmelrath |
| • Gehalt an organischen Lösemitteln (Colöser) | ca. 18 % |
| • Festkörper bei Verarbeitungsviskosität | ca. 44 % |
| • Dichte bei Verarbeitungsviskosität | ca. 1,6 g/cm ³ |
| • Auslaufzeit bei Anlieferviskosität DIN 4 mm
(gemessen bei 20 °C nach 5 min/800 min ⁻¹) | ca. 68 s |
| • Schichtdicke | 40 ± 5 µm |
| • Trocknungsbedingungen: | 7' RT
5 - 6' 80°C
15' 160°C |
| • Optimales Verarbeitungsklima | 23°C / 60% r. F. |

Das Beschichtungsmaterial wurde im Verlauf des Projektes in Abhängigkeit der einzelnen Zwischenergebnisse sukzessive an die spezifischen Bedürfnisse des Anwenders angepaßt, d. h. neu rezeptiert und abgeprüft.

4 Durchgeführte Untersuchungen und Ergebnisse

4.1 Machbarkeitsuntersuchung zur Anlagenkonzeption

Ein wesentliches innovatives Ziel des Projektes ist die Lackierung der Karosserie-Außenflächen mit maximal drei von Bewegungsautomaten geführten Hochrotationszerstäubern. Dabei muß die bisherige hohe Beschichtungsqualität beibehalten werden.

Die Parameter dieses neuen Konzeptes wurden durch grundlegende Technikumsversuche an Karosserien im Vorfeld der Umsetzung in die Produktionsanlage untersucht. Im Oberflächentechnikum des IPA stand hierzu eine Lackieranlage zur Verfügung, in der Karosserien unter Produktionsbedingungen beschichtet werden können. Mittels eines 7-Achsen-Roboters konnte sowohl die Bewegung eines Vertikal- als auch Horizontalautomaten simuliert werden. Bei der Untersuchung sollten insbesondere folgende Fragen geklärt werden:

- Welche Flächen können mit den Hochrotationszerstäubern beschichtet werden?
- Wie hoch ist der verbleibende manuelle Arbeitsumfang?
- Welche Parameter (Lackmenge, Drehzahl, Lenkluft, Hochspannung) sind einzustellen?
- Können die geforderten Schichtdicken mit einem Auftrag erzielt werden?
- Wie hoch ist das Lackmaterial-Einsparungspotential gegenüber dem IST-Zustand (manueller Lackauftrag)
- Welche Bahnkonturen müssen gefahren werden?
- Welche Freiheitsgrade müssen die einzusetzenden Beschichtungsautomaten haben?

Die Ergebnisse der Technikumsversuche stellen eine wichtige Basis für die weitere Planung dar.

Zur Ermittlung geeigneter Parametereinstellungen für die Karosseriebeschichtungen wurden folgende Vorversuche durchgeführt:

- Schichtdickenprofile zur Beurteilung der Sprühstrahlgeometrie,
- Flächenbeschichtungen zur Beurteilung der Schichtdickenverteilung,

Die Untersuchungen wurden mit praxisnahen Bahn- und Zerstäuberparametern unter produktionsnahen Bedingungen durchgeführt.

Die Ergebnisse der Machbarkeitsuntersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Es ist möglich, bei einer Bandgeschwindigkeit von 1,0 - 1,2 m/min, mit drei Hochrotationszerstäubern und einer Lackausflußrate von 150 ml/min eine Karosserie mit ausreichender Schichtdicke zu lackieren. Vorhandene Schichtdickenungleichmäßigkeiten lassen sich durch entsprechende Korrektur der Bahnkontur ausgleichen.
- Es können etwa 80 % der Außenhaut automatisch lackiert werden. Problemzonen müssen nach wie vor manuell vorgespritzt werden.
- Um die erforderliche Schichtdicke zu erzielen, reicht ein Lackauftrag aus. Durch die langsame Bandgeschwindigkeit und dadurch bedingte Prozeßanpassung (z. B. Wartezeiten an den Umkehrpunkten mit Ausschalten der Lackversorgung) erfolgt nach jeder Bahn automatisch ein Zwischenlüften, so daß die Läufergrenze nach oben verschoben wird.
- Um ausreichende Schichtdickengleichmäßigkeit zu erzielen, sollte der Beschichtungsautomat mindestens vier Freiheitsgrade aufweisen.

4.2 Technikumsversuche zum Einsatz geeigneter Zerstäuberkomponenten

4.2.1 Untersuchungen verschiedener Glockenteller- und Lenkluftringgeometrien bzgl. Schichtdickenverlauf

Für den Hochrotationszerstäuber der Fa. INLAC sollten verschiedene neue Glockenteller- und Lenkluftringgeometrien getestet werden. Ziel war insbesondere, ein schmaleres Sprühbild zu erzeugen als bei der bis dahin verwendeten Konfiguration. Desweiteren sollten charakteristische Kenngrößen wie z. B. Einfluß des Lenkluftvolumenstroms auf die Sprühstrahlbreite, Einfluß der Freihalteluft auf das Sprühbild und Einfluß der Drehzahl des Glockentellers untersucht werden. Die Versuche wurden im Oberflächentechnikum des Fraunhofer-IPA durchgeführt.

Angaben zur Versuchsdurchführung

Die Sprühprofile wurden auf unbeschichteten Stahlblechen mit den Maßen 1000 mm x 200 mm erstellt. Für die Komplettbeschichtungen wurden KTL-vorbeschichtete Bleche mit den Maßen 600 mm x 300 mm verwendet. Die Untersuchungen wurden mit praxisnahen Bahn- und Zerstäuberparametern unter produktionsnahen Bedingungen durchgeführt.

Ergebnisse

Verglichen mit der Standardkonfiguration nimmt die Strahlbreite bei Einsatz der neuen Lenkluftringe i. a. ab. Allerdings zeigen die Sprühprofile vor allem bei höheren Lenkluftmengen Asymmetrien, die sich ungünstig auf den Schichtdickenverlauf bei Flächenbeschichtungen auswirken können. Unabhängig vom verwendeten Lenkluftring zeigt der Glockenteller mit 15° relativ breite Sprühprofile. Die besten Sprühprofile zeigte die Kombination Lenkluftring gerade / Glockenteller 10°. Wie erwartet, hat die Freihalteluft keinen Einfluß auf das Sprühbild.

Bei den mit ausgewählten Konfigurationen durchgeführten Komplettbeschichtungen ergab sich jeweils ein sehr gleichmäßiger Schichtdickenverlauf.

Bei der Drehzahlvariation zeigte sich, daß sämtliche Einstellungen Verlaufswerte aufweisen, die gemeinhin mit wässrigem Füllermaterial erzielt werden.

4.2.2 Untersuchungen verschiedener Glockenteller bzgl. Glanz und Wave-Scan-Werten

Im Technikum der BASF in Münster wurden Versuche mit verschiedenen Glockentellern bzgl. des optischen Erscheinungsbildes (Glanz, Wave-Scan-Werte) durchgeführt. Ferner sollte untersucht werden, ob eine Verbesserung des Decklackstandes zu erreichen ist. Dazu wurden mit einem feststehenden Zerstäuber KTL-Bleche von Porsche mit dem BASF-Hydro-Füller schwarz beschichtet. Anschließend erfolgte jeweils manuell der Deck- und Klarlackauftrag. Getestet wurden verschiedene Glockentellervarianten.

Durch die Vielzahl unterschiedlicher Glockenteller konnten die geometrischen und werkstoffspezifischen Einflußgrößen auf des Beschichtungsergebnis identifiziert werden. In Zusammenwirkung mit dem modifizierten Lackmaterial konnte insgesamt eine deutliche Verbesserung der Schichtdickengleichmäßigkeit und des Decklackstandes erreicht werden.

4.3 Technikumsversuche zum Einsatz geeigneter Lackmaterialien

Im Rahmen der Füllerautomation bei der Firma Porsche sollte mit einem neuentwickelten Füllermaterial auf Basis wasserverdünnbarer Kunstharze der Fa. Herberts untersucht werden, ob trotz niedrigeren Festkörpergehaltes und höherer maximaler Bandgeschwindigkeit die Flächenleistung eines einzelnen Hochrotationszerstäubers der Dachmaschine ausreicht, um die Karosserien mit der geforderten Schichtdicke zu beschichten. Diese Versuche wurden im Oberflächentechnikum des Fraunhofer-IPA durchgeführt.

Bei den Vorversuchen war davon ausgegangen worden, daß ein Füllermaterial mit ca. 55% Festkörpergehalt zum Einsatz kommt und die Bandgeschwindigkeit bei maximal 1,2 m/min liegt. Der neuentwickelte Füller der Fa. Herberts dagegen hat einen Festkörpergehalt von ca. 47%.

Zur Simulation des Beschichtungsprozesses wurden auf einem waagrecht angeordneten Hintergrundblech mit den Maßen 2000 x 1700 mm (1700 mm ist die maximale Breite der Porsche-Karosserie) jeweils 3 Versuchsbleche mit den Maßen 1000 x 200 mm aufgelegt, beschichtet und ausgewertet. Der Lackierroboter fuhr eine Zickzack-Bahn mit in Ausmaß und Geschwindigkeit definiertem Hub. Die Vorgabe für die Schichtdicke war $40 \pm 5 \mu\text{m}$. Der Gesamthub lag bei 1700 mm. Der Versatz pro Doppelhub betrug 250 mm. Die Untersuchungen wurden mit praxisnahen Zerstäuberparametern unter produktionsnahen Bedingungen durchgeführt.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Eine Verringerung des Versatzes pro Doppelhub führt ebenso zu einer Vergleichmäßigung des Schichtdickenverlaufes wie eine Erhöhung von Lack- und Lenkluftvolumenstrom. Eine Reduzierung des Lenkluftvolumenstromes führt zu einem ungleichmäßigen Schichtdickenverlauf, resultierend aus einer unge-

nügenden Sprühstrahlanpassung an das Objekt. Lackmengen von 400 ml/min lassen sich problemlos zerstäuben. Es werden stets mindestens 35 µm erreicht, so daß die Flächenleistung des Zerstäubers trotz reduziertem Festkörpergehalt und erhöhter maximaler Bandgeschwindigkeit ausreicht, um die Karosserien mit einer Schichtdicke von 40 ± 5 µm zu beschichten.

4.4 Einsatz von HVLP-Systemen für die manuellen Arbeiten

Zur Verminderung der Lackverluste beim manuellen Vorspritzen der Karosserie-Innenbereiche sowie der vom Automaten nicht erreichbaren Flächen (Fälze, Schweller) wurde ein Turbinen-HVLP-System der Fa. Wagner (Turbo-COAT-Air®) in der Produktion getestet.

Probleme im Bereich des Handlings und der damit verbundenen Akzeptanz beim Lackierpersonal führten schließlich dazu, daß die hohen Anforderungen bezüglich Qualität und Schichtdickengleichmäßigkeit nicht erfüllt werden konnten.

Aus diesem Grunde werden für die manuellen Lackierarbeiten nach wie vor die bisher verwendeten Pneumatikzerstäuber eingesetzt. Zur Verringerung der Oversprayverluste beim manuellen Spritzlackieren werden die Einstelldaten wie Spritzluftdruck nun regelmäßig überwacht, um zu hohe Zerstäuberluftdrucke zu vermeiden. Alternativ wird geprüft, ob HVLP-Geräte mit integriertem Druckwandler, die Porsche bereits mit Erfolg im Bereich der handwerklichen Reparaturlackierung seit einigen Jahren anwendet, bei der Kleinserienlackierung angewendet werden können.

5 Praxiseinführung der elektrostatischen Wasserfüllerbeschichtung bei der Kleinserienlackierung

5.1 Rahmenterminplan

Einen groben Überblick über den zeitlichen Ablauf des Projektes gibt Abb. 2.

Aktivität	1994		1995				1996				1997			
	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12
Projektdefinition	■	■												
Vorversuche/Tests bzgl. Appl.-Technik, Lackmaterialien				■		■		■	■					
Auswertung der Ergebnisse, Projektdetailplanung			■	■	■	■								
Kabinenumbau						■								
Anlagenmontage								■						
Probetrieb								■	■	■				
Betrieb (einige Farben)											■			
Vollbetrieb (alle Farben)												■	■	■

Abb. 2: Rahmenterminplan ESTA-Wasserfüller-Anlage

Durch eine enge und partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen der Firma Porsche einerseits und den Anlagen- und Lacklieferanten andererseits konnte der vorgesehene Zeitplan eingehalten werden.

5.2 Probetrieb und Betriebsphase

Die Anlagenmontage und der Probetrieb wurde zum Großteil an Wochenenden und Brückentagen durchgeführt.

Die Zahl der lackierten Karosserien wurde sukzessive erhöht, so daß die Grenzen zwischen Probetrieb, Teilbetrieb und Vollbetrieb fließend waren.

Anfangsprobleme im Probetrieb wie Über-/Unterbeschichtungen und Läufer konnten durch entsprechende Anpassungen von Bahn- und Zerstäuberparametern in angemessenen Zeiträumen bewältigt werden. Die Anlagenverfügbarkeit stellte von Anfang an keinen Problempunkt dar.

Zu Beginn der Betriebsphase kam es des öfteren zur Kocherbildung. Dies konnte durch Anpassung von Bahnkonturen und Sprühstrahlen nicht behoben werden. Tests mit einem neu entwickelten Lackmaterial der Firma Hemmelrath GmbH zeigten eine deutliche Verbesserung. So tritt nun auch bei höheren Schichtdicken keine Kocherbildung auf.

Seit Februar 1997 werden sämtliche Karosserien teilautomatisch füllerbeschichtet.

6 Vergleich der realisierten Maßnahmen mit dem IST-Zustand vor Projektbeginn

Aufgrund der Betriebserfahrungen ergeben sich die im folgenden aufgeführten Veränderungen gegenüber dem IST-Zustand vor Projektbeginn. In diesem SOLL-IST-Vergleich sind die Werte des IST-Zustandes, die sich ursprünglich auf eine Jahreskapazität von 18 000 Fahrzeugen pro Jahr bezogen, auf die neue Kapazität von 33 000 Fahrzeugen pro Jahr hochgerechnet worden. Des Weiteren ist beim Vergleich die Umstellung auf die Verarbeitung von Wasserfüllmaterial berücksichtigt worden.

Parameter	IST-Zustand	SOLL-Zustand	Veränderung	Erläuterungen
Frischlackverbrauch (t/a)	ca. 111	ca. 76	-31%	Reduzierung von 3,2 kg/Karosserie auf 2,2 kg/Kar.
Lackschlammanfall (t/a)	ca. 48	ca. 14	-70%	
Lösemittelemission (t/a)	ca. 48	ca. 14	-71%	
Zuluftbedarf (1000 m³/h)	ca. 200	ca. 149	-25%	Reduzierung der Luftsinkgeschwindigkeit auf 0,25 m/s (ESTA-Zone) bzw. 0,35 m/s (manuelle Zone)
Lackierqualität	i. O.	i. O.	keine	
Fertigungszeit bzgl. Füllerschleifband (min)	33,0	29,5	-11%	
Personalbedarf (Lackierer/Schicht)	7	6	-14%	

Tab. 1: Vergleich der realisierten Maßnahmen mit dem IST-Zustand vor Projektbeginn

Die Ergebnisse aus dem Praxisbetrieb der neuen Füllerzone zeigen, daß gegenüber der Ausgangslage der Füllerverbrauch um ca. 31 % auf ca. 2,2 kg pro Karosserie reduziert werden konnte. Die organischen Lösemittlemissionen haben sich durch den verbesserten Auftragswirkungsgrad und die Verarbeitung des wasserlöslichen Füllermaterials um ca. 71 % verringert, der Zuluftbedarf konnte um ca. 25 % gesenkt werden.

Der Lackschlammanfall verringert sich um ca. 70 %, es fallen noch ca. 14 t Füllerkoagulat pro Jahr zur Entsorgung an. Im Bereich der Serienlackierung von Karosserien sind Verfahren zur Verminderung der zu entsorgenden Füllerkoagulate durch das Recycling des Oversprays in der Entwicklungs- und Erprobungsphase. Zu nennen ist beispielsweise das 2-stufige Ultrafiltrationsverfahren zur internen Rückgewinnung von Hydrofüller durch Aufkonzentration des Oversprays aus dem Kabinenauswaschwasser. Beim vorliegenden Fall ist die anfallende Overspraymenge allerdings im Vergleich zu einer Großserienlackierung gering. Die Verfahren zum innerbetrieblichen Recycling von Hydrofülleroverspray, wie z.B. die zweistufige Ultrafiltration oder Kombinationen verschiedener Aufkonzentrationsverfahren, stoßen bei diesem Anwendungsfall nach heutigem Kenntnisstand an ihre wirtschaftlichen und verfahrenstechnischen Grenzen.

Die Anforderungen an die Qualität der Beschichtung werden mit der ESTA-Anlage erfüllt, gleichzeitig konnten der personelle Lackieraufwand und die Fertigungszeit beim Füllerschleifen verringert werden.

7 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Im folgenden werden die Betriebskosten für den Bereich der Füllerapplikation vor (IST-Zustand) und nach Inbetriebnahme der ESTA-Lackierstation (SOLL-Zustand) miteinander verglichen.

Kostenart	IST-Zustand [DM/a]	SOLL-Zustand [DM/a]	Ein-sparung [DM/a]	Ver-teuerung [DM/a]
Material / Stoffe				
Lackverbrauch	1.312.538,-	902.370,-	410.168,-	
Reinigungsmittel	Keine relevante Änderungen			
Auswaschwasser	Keine relevante Änderungen			
Summe	1.312.538,-	902.370,-		
Entsorgung				
Lackschlamm	62.761,-	18.828,-	43.933,-	
Abwasseraufbereitung	Keine relevante Änderungen			
Summe	62.761,-	18.828,-		
Energie				
Zuluftverbrauch	703.097,-	614.830,-	88.267,-	
Druckluft	Keine relevante Änderungen			
Strommehrverbrauch	0	13.462,-		13.462,-
Summe	703.097,-	628.292,-		
Personal				
Lackierer (Füllerkab.)	1.785.000,-	1.530.000,-	255.000,-	
Summe	1.785.000,-	1.530.000,-		
Füllerschleifband				
Fertigungskosten	2.045.626,-	1.828.666,-	216.960,-	
Summe	2.045.626,-	1.828.666,-		
Sonstiges				
Instandhaltungskosten	0	74.500,-		74.500,-
Summe		74.500,-		
Gesamtsumme	5.909.022,-	4.982.655,-	1.014.329,-	87.962,-

Tab. 2: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vor und nach der Inbetriebnahme der ESTA-Station

Den Verteuerungen in Höhe von 87.926,- DM pro Jahr stehen Einsparungen von 1.014.329,- DM/Jahr gegenüber. Damit ergibt sich eine jährliche Gesamteinsparung von 926.367,- DM.

Die Investitionskosten für die ESTA-Anlage belaufen sich auf 1.790.000,- DM. Zuzüglich diverser Umbaumaßnahmen (Ringleitung, Förderkette, etc.) in Höhe von ca. 90.000,- DM beträgt die gesamte Investition ca. 1.880.000,- DM.

Bei einem kalkulatorischen Zinssatz von 8% ergibt sich somit für die ESTA-Lackierstation eine Amortisationszeit von 2,5 Jahren.

8 Übertragbarkeit der Ergebnisse

Elektrostatische Lackierverfahren finden heute aufgrund ihrer Vorteile im Bereich der effizienten Lackmaterialausnutzung ein weites Anwendungsfeld. Dem stehen allerdings auch unerwünschte Effekte und Grenzen gegenüber. Insbesondere sind zu nennen:

- Überbeschichtung bzw. Läufergefahr an Werkstückkanten aufgrund der Konzentration des elektrischen Feldes
- unzureichende Lackabscheidung in elektrisch abgeschirmten Bereichen wie Innenecken und Hohlräumen aufgrund Ausbildung von Faraday-Käfigen
- Problem der galvanischen Trennung beim Einsatz von Wasserlacken in Kombination mit Kontaktaufladung

Die genannten Problembereiche sind durch weiterentwickelte Geräte- und Applikationstechniken in Verbindung mit der spezifischen Anpassung an den Anwendungsfall beherrschbarer geworden. Damit ist es möglich, selbst schwierige Lackierobjekte wie Porsche-Karosserien (geschwungene Form, viele Hinterschneidungen durch ausgestellte Türen und Hauben) zumindest soweit in der geforderten hohen Qualität zu beschichten, daß trotz des verbleibenden Restaufwandes an manueller Lackierung die Umstellung auf die automatische ESTA-Lackierung wirtschaftlich ist und darüberhinaus zu deutlichen Umweltentlastungen führt. Das Problem der galvanischen Trennung zwischen Zerstäuber und Ringleitung konnte durch eine neuentwickelte Farbversorgung gelöst werden.

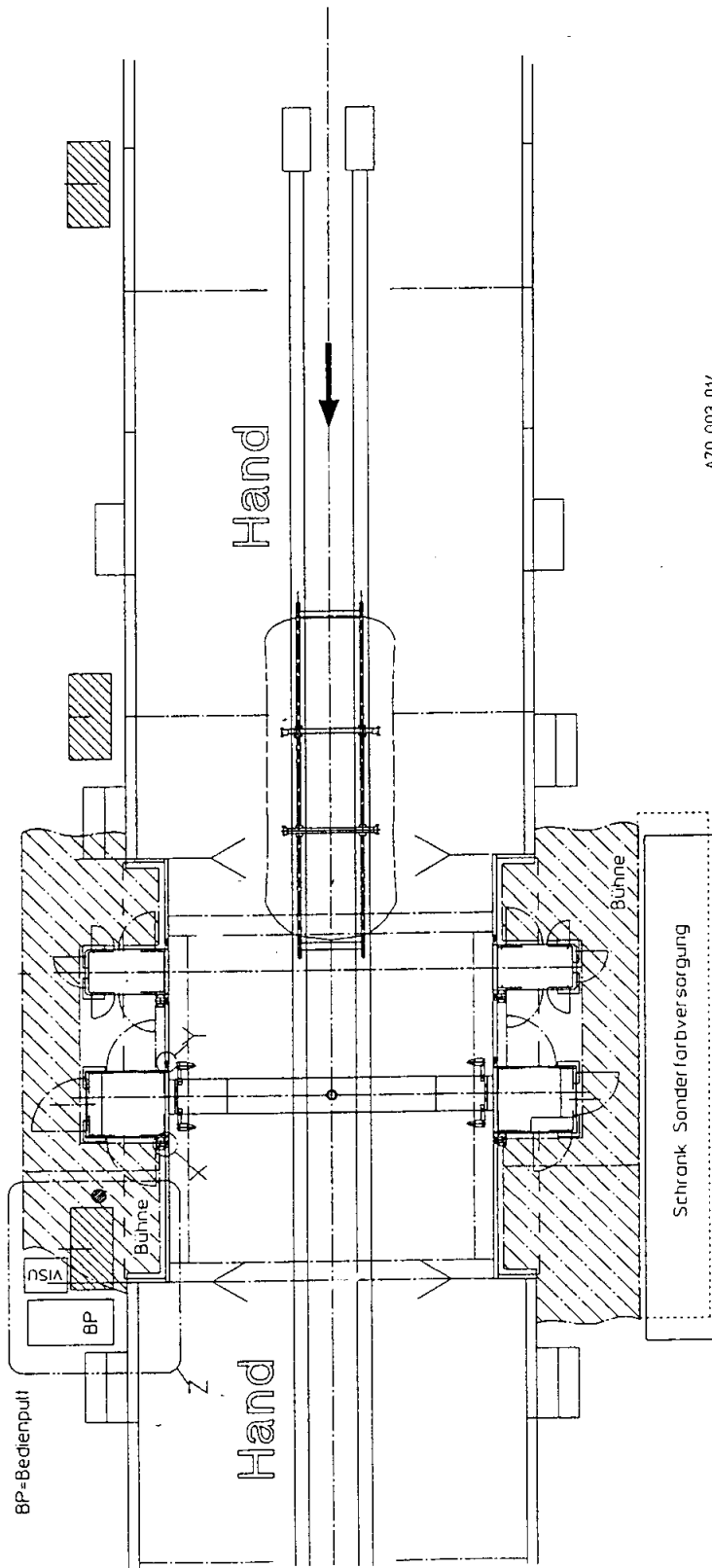
Aufgrund der positiven Erfahrungen mit der ESTA- Füller-Anlage plant die Fa. Porsche den Bau einer neuen automatischen ESTA-Klarlackstation. Die gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse der ESTA- Füller-Anlage fließen dabei mit ein und werden genutzt.

Anhang

A 1 Literatur

- /1/ Obst, M., Siegfried, F.: Studie: Vermeidung von Abfällen durch abfallarme Produktionsverfahren - Fahrzeug-Serienlackierung; Dez. 1993; Herausgeber: ABAG.
- /2/ Svejda, P., Paustian, S., Asmalsky, J., Groß, O.: Entwicklung einer einheitlichen Methode zur Bestimmung des Auftragswirkungsgrades beim Versprühen von Flüssiglacken und Pulvermaterialien. Abschlußbericht zum AiF - Forschungsvorhaben 9800, April 1996.
- /3/ Strohbeck, U., Kleber, W.: Elektrostatisches Sprühen von Flüssiglack. In: Ondratschek, D.: Taschenbuch für Lackierbetriebe 1996, Vincentz Verlag Hannover.
- /4/ Cudazzo, M., Strohbeck, U.: Das HVLP-Verfahren im Vergleich zum konventionellen Spritzlackieren: Grundlagen und Anwendungen. Berichtsband der Fachtagung Automations- und Applikationstechnik in der Lackierung, 14./15. Oktober 1992.
- /5/ Ondratschek, D.: Einsatz der Niederdruck (HVLP) - und elektrostatikunterstützten Druckluft-Spritzlackiertechnik - Beispielhafte Untersuchungen bei der Fahrzeug-Reparaturlackierung, August 1994, Herausgeber: ABAG.
- /6/ Grupp, T.: In gewohnter Qualität - Niederdruck-Lackiersysteme in Kfz-Werkstätten schonen die Umwelt und sparen Geld, Müllmagazin 8/1995.
- /7/ N.N.: Geschäftsbericht 1994/95 der Dr.-Ing.h.c. F. Porsche AG.

A 2 Aufstellungsplan



A.3 Foto der neuen EST A-Anlage



Mitarbeiter der Abteilung „Planung Lackiererei“ mit der 1000sten Wasserfüllerkarosserie

Quelle: Porsche AG (Feb. 1997)

A 4 Projekt-Arbeitsgemeinschaft

Beteiligte Unternehmen	Ansprechpartner
ABAG-Abfallberatungsagentur Stauferstr. 15 70 736 Fellbach	Herr Grupp
BASF Lacke + Farben AG Max-Winkelmann-Str. 1 48 165 Münster-Hiltrup	Herr Dr. Wellmann Herr Walbrecht
Fraunhofer-Institut für Produktions- technik und Automatisierung Nobelstr. 12 70 569 Stuttgart	Herr Paustian
Hemmelrath GmbH Unterlandstr. 44 63 911 Klingenberg	Frau Preiß
Herberts GmbH Christbusch 25 42 285 Wuppertal	Herr Brunsmann
INLAC GmbH Heinrich-Hertz-Str. 8 74 354 Besigheim-Ottmarsheim	Herr Herre
Dr.-Ing. h. c. F. Porsche AG Porschestr. 42 70 435 Stuttgart	Herr Wilckens Herr Weimann Herr Sprenger Herr Toczec

