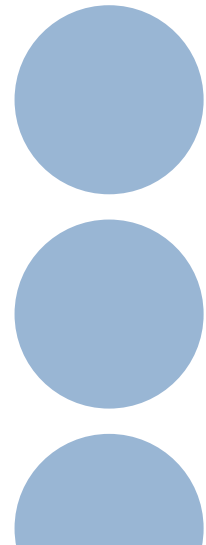







Sichere Arbeitsverfahren beim Lackieren



1

Typische Arbeitsverfahren

- Reinigen und Entfetten 
- Spachteln und Schleifen 
- Beschichten durch Lackieren 
- Lüftungsmaßnahmen 
- Trocknen 

ID 017700

2



Reinigen und Entfetten

Mechanische Verfahren

- Schleifen, Strahlen, Bürsten

Chemische Verfahren

- Abbeizen, Lösemittel, Wasser (alkalische Reiniger oder biologische Verfahren)

Automatisierungsgrad

- von manueller Tuchreinigung bis vollautomatisch
- hängt ab von Stückzahl, Anspruch, Reinigern, ...

ID 017701

3



Strahlen als Vorbehandlung



ID 036312

4



Reinigen mit Tuch und Lösemittel



ID 017705

5



Reinigungstisch



ID 033407

6

Reinigungsanlage für wässrige Reinigungsmittel



ID 033406

7

Spachteln und Schleifen

Spachteln

- Styrol, Epoxidharze, Peroxide (Härter)
 - manuelles Verfahren
 - Gesundheitsgefährdung durch Gefahrstoffe

Schleifen

- fast durchgängig mit integrierter Absaugung
 - eher selten mit Robotern
 - Gefahrstoffe, Brand und Explosion, Rutschen
- **Maskieren/Demaskieren**

ID 036316

8



Schleifarbeitsplatz



Quelle: © Kitty - Fotolia.com

ID 017708

9



Maskieren



Quelle: © Kitty - Fotolia.com

ID 036318

10

Kriterien für Verfahrensauswahl

- Anforderung an Endprodukt
 - Oberflächenqualität
 - Funktionelle Anforderungen (z. B. Korrosionsschutz)
- Werkstück
 - Größe, Form und Werkstückmaterial
 - Stückzahl, Losgröße bzw. Taktzeit
 - Farbwechsel
- Betriebliche Bedingungen
 - Erforderliche Investitionen
 - Verfügbares Know-How
 - Anlagengröße, Energieverbrauch, VOC-Bilanz, ...



ID 036319

11

Beschichtungsverfahren

1. Tauchen
2. Bandbeschichten
3. Fluten, Gießen, Rollen, Streichen
4. Spritzlackieren ohne elektrostatische Lackaufladung
 - Druckluftzerstäubung
 - Airlesszerstäubung mit /ohne Luftunterstützung
5. Elektrostatisches Sprühen mit Flüssiglack
 - Hochrotationsverfahren
 - Elektrostatische Druckluft- und Airlessverfahren
6. Pulverbeschichten
7. Beschichtungskabinen



ID 017711

12

Applikationsverfahren: Pinseln



ID 036320

13

Applikationsverfahren: Spritzlackieren

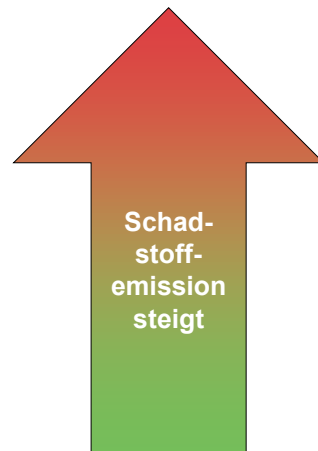


ID 036321

14

Schadstoffemission der Applikationsverfahren

- Druckluftspritzen
- Airless-spritzen
- Elektrostatisches Spritzen
- Tauchen
- Rollen, Streichen



ID 017713

16

Spritzlackierungen mit/ohne Elektrostatik

Gefährdungen:

Druckluftzerstäubung

- Brand- und Explosionsgefahren
- elektrostatische Aufladung
- Lackaerosole und Lösemittel
- Overspray

Airlesszerstäubung zusätzlich

- Flüssigkeitsdruckstrahl

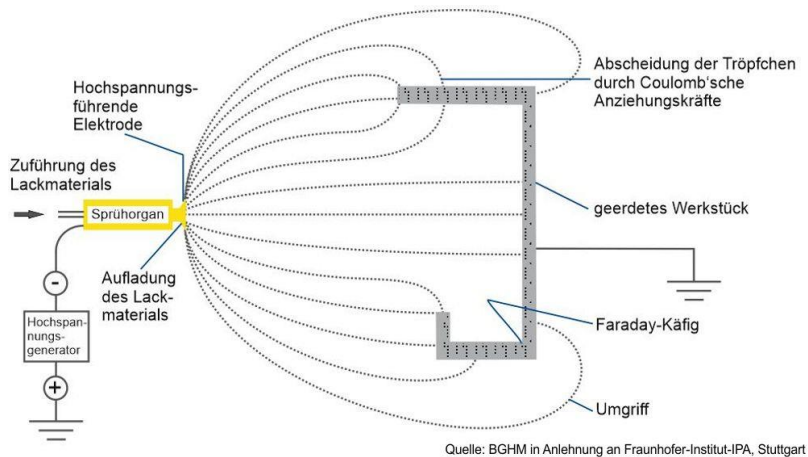
Anwendung der Elektrostatik zusätzlich

- elektrische Gefährdungen

ID 017714

17

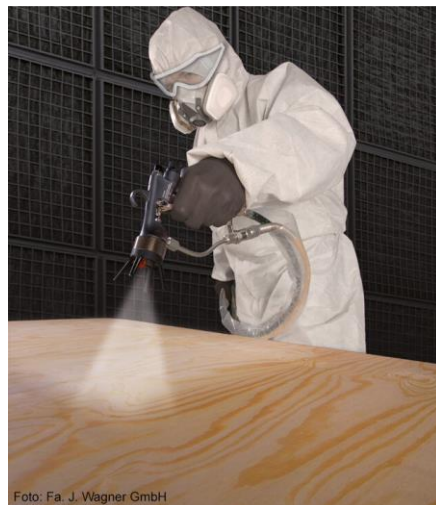
Grundprinzip des elektrostatischen Sprühens



ID 017715

18

Elektrostatisches Lackieren



ID 017716

19



Fahrzeuglackierung – Spot Repair

... im Spritzverfahren



Quelle: Evonik Industries AG, Essen

ID 017719

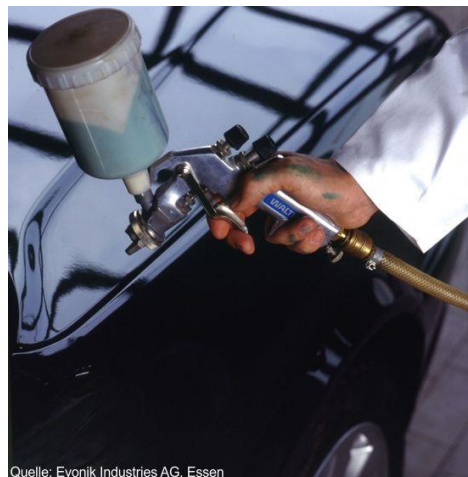
20



Nebelarme Spritzpistolen mit Fließbecher (LVLP)



Quelle: BGHM



Quelle: Evonik Industries AG, Essen

ID 017723

21

Abfallbehälter für Putzlappen



ID 015005a

23

Maßnahmen zur technischen Lüftung

Nach DGUV Information 209-046 und DGUV Regel 109-013:

- Spritzwand (allseitig offen)
 - nur geeignet für Lackmengen bis zu 200 l/Jahr und für max. 0,5 kg pro Schicht (ergibt ca. 4 m²)
- Spritzstand (nur von Beschichtungsseite offen)
 - meist nur für kleine bis mittlere Werkstücke
 - Qualität begrenzt durch Zuluftführung
- Spritzkabine (allseitig geschlossener Raum)
 - nahezu laminare Strömung möglich
 - guter Schutz der Umgebung

ID 036333

24

Lackierkabine



Technische Schutzmaßnahmen nach Normen:

- Ist Spritzlackieren bei fehlerhafter Abluft verhindert?
- Wird zu wenig Abluft angezeigt?

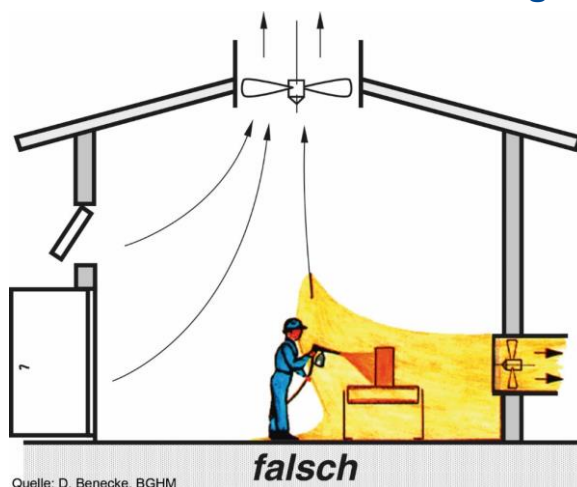
Kombikabine:

- Heizungsbetrieb beim Spritzlackieren verhindert?

ID 036334

25

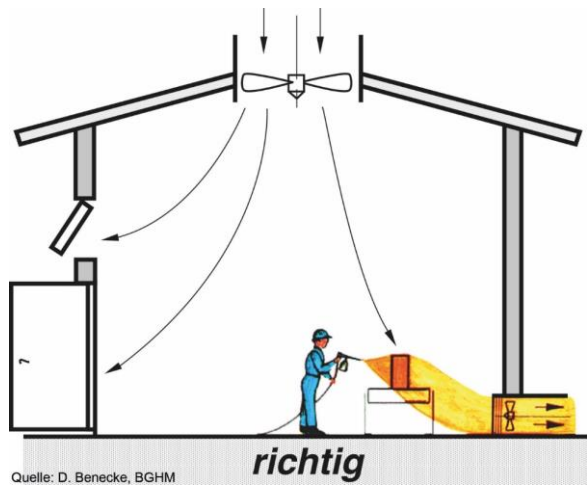
Lüftungsmaßnahmen - Ventilator-Anordnung



ID 000098

26

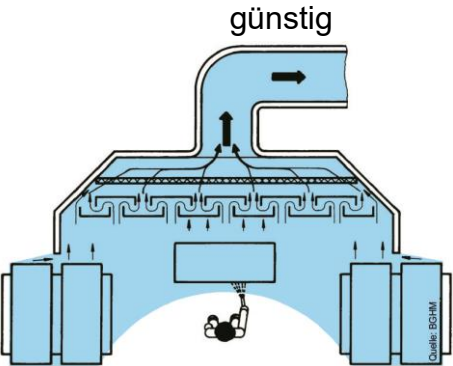
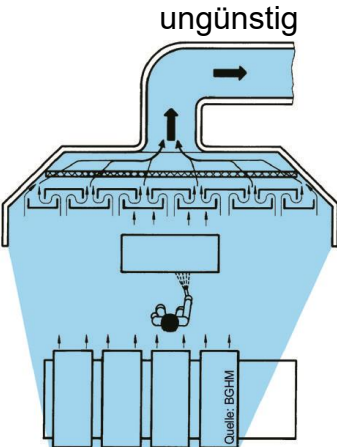
Lüftungsmaßnahmen - Ventilator-Anordnung



ID 000097

27

Abstellen lackierter Teile



ID 017724

28

Gesundheitsschutz Lüftungsmaßnahmen

- Grundlegende Anforderung: Einhaltung einer Mindestluftgeschwindigkeit
- Luftführung „so homogen wie möglich“
- große, schwere Gegenstände: vertikal Luftführung
- Kabine mindestens 1 m länger / breiter als Werkstück
- bei immer gleichartigen großen Werkstücken in Kabinen dürfen diese berücksichtigt werden
- Technische Lüftung mit dem Lackierprozess verriegelt
- optische und akustische Warnung bei mehr als 10 % Luftleistungsverlust

ID 052561

29

Luftgeschwindigkeiten in manuellen Kabinen

Pulver- und Flüssiglack-Applikation

EN 16985	V _{mittel}		V _{min}	
	innen	Öffnungen für manuelle Applikation	innen	Öffnungen für manuelle Applikation
vertikal (Kabine)	0,3 m/s	0,4 m/s	0,25 m/s	0,3 m/s
horizontal (Stand)	0,5 m/s	0,5 m/s	0,4 m/s	0,4 m/s

Luftgeschwindigkeit an sonstigen Öffnungen (z. B. für Beladung der Kabine oder des Fördersystems) **0,4 m/s** am Mittelpunkt der Messebene

ID 050239

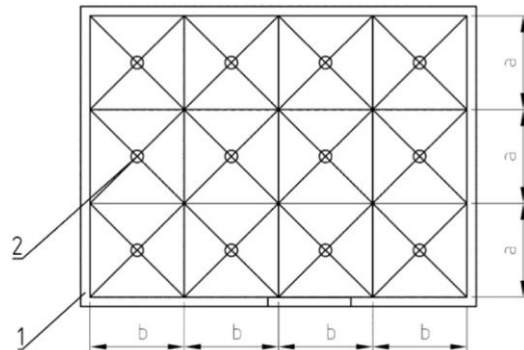
30

Mindestluftgeschwindigkeiten

Nachweis durch Messung

Die Messpunkte sind wie folgt angeordnet:

- im Arbeitsbereich auf einer horizontalen Messebene 1 m über dem Kabinenboden
- im Mittelpunkt von gleichen Rechtecken mit Seitenlängen a und b zwischen 1,0 m und 1,5 m



Legende

- 1 Kabinenwand
- 2 Messpunkt
- a Seitenlänge des Messrasters
- b Seitenlänge des Messrasters

Quelle: DIN EN 16985:2019-04, Bild D.1

ID 052564

31

Mindestluftgeschwindigkeiten

Probleme

- Verwirbelungen durch Werkstücke, Lackierer, Sprühkegel und Kabinenkonstruktion
- Thermik an warmen Wänden
- hohe Luftgeschwindigkeiten
→ geringer Auftragswirkungsgrad
- Messtechnischer Nachweis / Einhaltung der Toleranzen häufig schwierig
- keine klaren Anforderungen bei Diagonalanordnung

ID 052565

32

Beispielrechnung

- manuelle Kabine
- Größe: 8 x 4 m
- $V_{\text{mittel}} = 0,35 \text{ m/s}$

$$Q_{\min} = v \cdot B \cdot L$$

$$Q_{\min} = 0,35 \text{ m/s} \times 4 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3\,600 \text{ s/h} = 40\,320 \text{ m}^3/\text{h}$$

ID 052566

33

Berechnungsbeispiel Lackierkabine

Wieviel Lack darf in einer Lackierkabine mit einer Abluftleistung (Q_{\min}) von 20.000 m³/h ($v \approx 0,3 \text{ m/s}$) verarbeitet werden? Annahmen für den Lack:
UEG = 40 g/m³ - 85 % Lösemittel ($k_1 = 0,85$) - 80 % Verdunstung ($k_2 = 0,8$)

Gleichung (2), Anhang 1, DGUV Information 209-046:

$$\bar{C} = \frac{M_{\max} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{Q_{\min}} \quad \Leftrightarrow \quad M_{\max} = \frac{\bar{C} \cdot Q_{\min}}{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}$$

Gleichung (1), umgestellt und eingesetzt:

$$\bar{C}_{\text{UEG}} = \frac{100 \cdot \bar{C}}{\text{UEG}} \quad \Rightarrow \quad M_{\max} = \frac{\bar{C}_{\text{UEG}} \cdot \text{UEG} \cdot Q_{\min}}{100 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}$$

Mit $\bar{C}_{\text{UEG}} = 25\%$ (gemäß EN 12215) folgt für die Berechnung von M_{\max} :

$$M_{\max} = \frac{25\% \cdot 40 \text{ g/m}^3 \cdot 20.000 \text{ m}^3/\text{h}}{100 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 3} \approx 98 \text{ kg/h}$$



ID 036337

34

Pulveranlage



ID 017732

35

Automatisiertes Pulvern



ID 017733

36

Nachpulvern



ID 017734

37

Pulverlackieren

Schutzmaßnahmen:

- Installation entsprechend Stand der Technik
- Erden
- Abschirmen der Hochspannung
- Absaugung
- Brandschutz
- Ex-Schutz
- Regelmäßige fachkundige Prüfung der Geräte & Anlagen
- PSA



ID 036332

38

Reinigung von Lackierkabinen



ID 017727

39

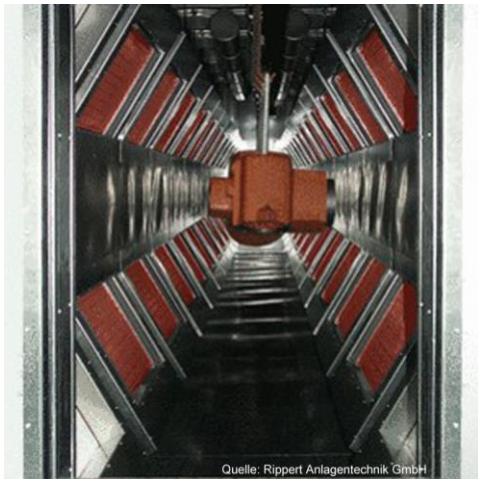
Lacktrocknung

- Ablüften (Raumtemperatur)
- Heißluft, Einbrennen
- Energieeintrag durch Strahlung (v.a. IR & UV)
- Weitere wie z. B. Kondensationstrocknung
- Häufig auch Kombination mehrerer Verfahren
- Abhängig von Lack, Werkstück, Taktzeit, ...

ID 017738

40

IR-Trockner



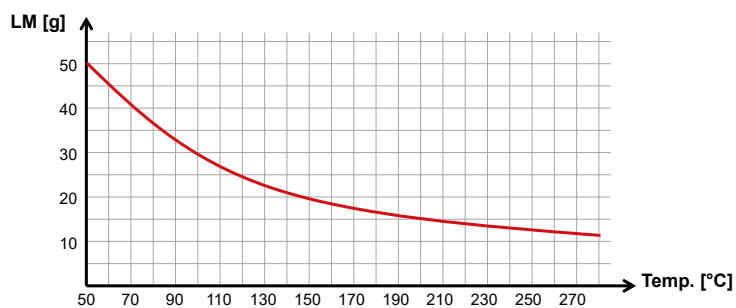
Kondensations-Trockner



ID 052639

41

Explosionsgefahr durch Überladung



- Herstellerangaben zu Beladungsgrenzen beachten
- Temperaturbegrenzer einstellen
- Spülzyklus berücksichtigen



ID 036340

42