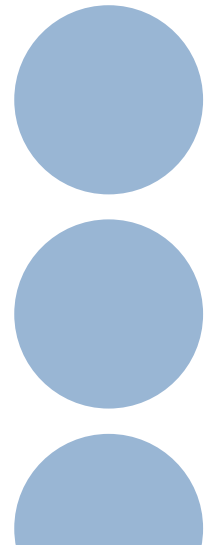


Oberflächenbehandlung (Galvanisieren und Lackieren)

ID 034510



1

1. Verfahren und Anlagen der Oberflächenbehandlung

1.1 Anlagentechniken

1.1.1 Handgalvanik

1.1.2 Galvanik mit manueller Beschickungseinrichtung

1.1.3 Vollautomat

1.2 Verfahren

1.2.1 Vorbehandlungsverfahren

1.2.2 Beschichtungsverfahren (inkl. Eloxieren)

1.2.3 Nachbehandlungsverfahren

ID 050976

2

1. Oberflächenbehandlungsanlagen

1.1.1 Handgalvanik

- Werkstücke händisch in Elektrolyten eingehängt,
- Kleinere Werkstücke an Gestellen chargiert.

1.1.2 Galvanik mit manueller Beschickungseinrichtung

- Chargierung mittels Hebezeug, Kran oder handbetätigtem Beschickungsgerät.

1.1.3 Vollautomat

- Automatische Steuerung der Beschickung,
- Werkstücke auf Warenträger (Gestelle) gesteckt,
- Gestelle mittels Beschickungsgerät transportiert.

ID 050977

3

1.1 Oberflächenbehandlungsanlagen



Quelle: Ewald Siodla Metalveredlungs GmbH, Witten

1.1.1 Handgalvanik

ID 050978

4



1.1 Oberflächenbehandlungsanlagen



Quelle: BGHM

1.1.2 Galvanik mit manueller Beschickungseinrichtung

ID 050979

5



1.1 Oberflächenbehandlungsanlagen



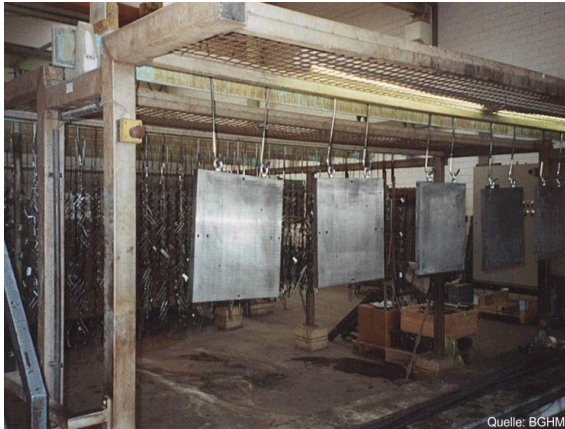
Quelle: BGHM

1.1.3 Vollautomat

ID 050981

6

1.1 Oberflächenbehandlungsanlagen



1.1.3 Vollautomat
Werkstücke auf Warenträger
(Gestelle)

ID 050982

7

1.2 Verfahren der Oberflächenbehandlung

1.2.1 Vorbehandlungsverfahren

- Polieren, Glänzen, chemisches Entgraten,
- Alkalische Entfettung, Elektrolytische Entfettung,
- Dekapieren,
- Beizen [...].

1.2.2 Beschichtungsverfahren / Oberflächenbehandlungsverfahren

- Galvanische Verfahren (elektrolytische Metallabscheidung),
- Chemische Verfahren (außenstromlose Metallabscheidung) [...].

1.2.3 Nachbehandlungsverfahren

- Chromatieren,
- Phosphatieren [...].

ID 050983

8

1.2.2 Beschichtungsverfahren

• Galvanische Beschichtungsverfahren:

- Glanzverchromen,
- Hartverchromen,
- Saures Verkupfern, Cyanidisches Verkupfern,
- Glanznickel, Halbglanznickel,
- Saures Verzinken, Alkalisches Verzinken, Cyanidisches Verzinken [...]

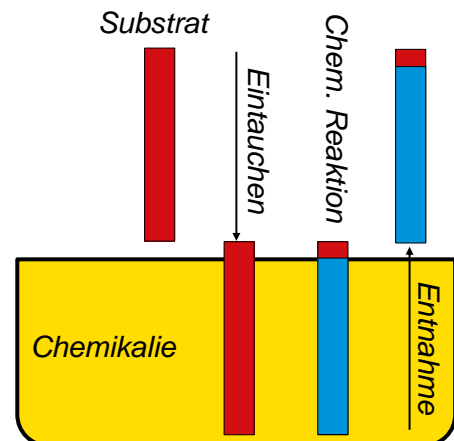
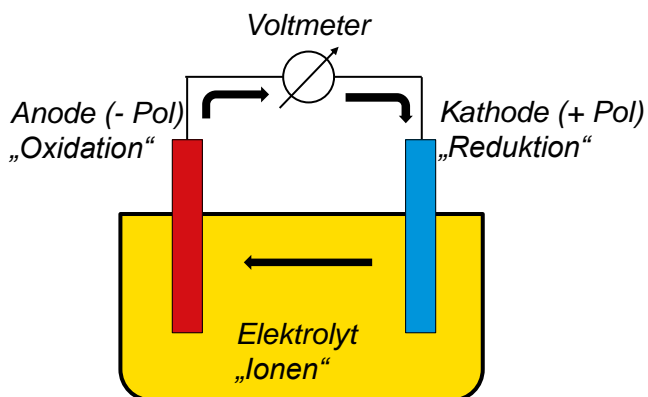
• Chemische Beschichtungsverfahren:

- Chemisches Vernickeln,
- Chromatieren (allgemein: Passivieren),
- Phosphatieren [...]

ID 050984

9

1.2.2 Galvanische vs. chemische Beschichtungsverfahren

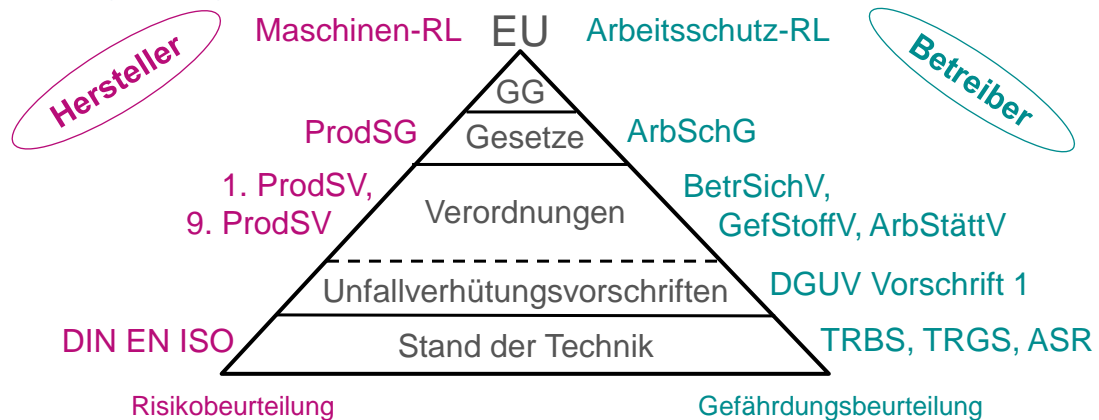


ID 044153

10

2. Betrieb von Oberflächenbehandlungsanlagen

Rechtsgrundlagen (Auswahl)



ID 050689

11

2. Betrieb von Oberflächenbehandlungsanlagen

➔ Anforderungen aus dem aktuellen Regelwerk:

- **BetrSichV (2015)**

§§ 3 - 6 BetrSichV: Allgemeine Mindestvorschriften als Schutzziele,

§§ 8 - 9 BetrSichV: Konkrete Mindestvorschriften.

➔ ergänzt durch DGUV Regel 109-602 „Branche Galvanik“,
und z. B. DGUV Vorschrift 3, DGUV Regel 109-002 [...].

- **ArbStättV**

Anhang Anforderungen an Arbeitsstätten nach § 3 ArbStättV

ASR Technische Regeln für Arbeitsstätten

ID 051042

12

2. Betrieb von Oberflächenbehandlungsanlagen

→ Anforderungen aus dem aktuellen Regelwerk:

- **GefStoffV**

- § 2 (11) Stand der Technik (Definition)
- § 6 ff Gefährdungsbeurteilung
- §§ 7, 8, 9 Grundpflichten, allgem. u. zusätzliche Schutzmaßnahmen
- § 11 und besondere Schutzmaßnahmen gegen Brände und
- Anhang 1 Nr. 1 Explosionsgefährdungen

→ ergänzt durch die TRGS, z. B. TRGS 400 (Gefährdungsbeurteilung) oder TRGS 900 (AGW) [...],

→ ergänzt durch DGUV Regel 109-602 „Branche Galvanik“, und z. B. DGUV Regel 109-002, DGUV Information 209-009 [...].

ID 051043

13

3. Gefährdungsarten

3.1. Mechanische Gefährdungen

- 3.1.1 Handtransport / (Maschineller Transport)
- 3.1.2 Ausrutschen, Stolpern
- 3.1.3 Anschlagen und Abnehmen von Behandlungsgut
- 3.1.4 Quetschen durch Beschickungseinrichtungen (Gestellautomat)

3.2. Chemische Gefährdungen

- 3.2.1 Auffüllen der Bäder von Hand
- 3.2.2 Mit Körperteilen ins Bad kommen
- 3.2.3 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen allgemein

ID 044154

14

3.1.1 Handtransport

- Umkippen von Gebinden beim Transport oder Lagern
- Verschütten von Kleinmengen (z. B. für Messzwecke, Probenentnahme)



ID 044155

15

3.1.1 Beispiele für Hilfsmittel zum Bewegen von Lasten



ID 000715e

16

3.1.1 Geschlossene Gebinde beim Transport



ID 044156

17

3.1.2 Ausrutschen, Stolpern - Verkehrswege



- Unterschiedliche Rutschhemmung (Boden - Holzbohlen)
- Tragfähigkeit Untergrund

ID 051281

18

3.1.2 Ausrutschen, Stolpern - Verkehrswege

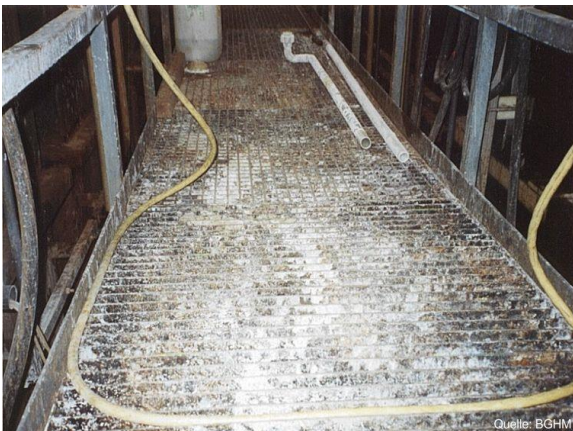


- Höhenunterschiede verschiedener Bodenbeläge

ID 051283

19

3.1.2 Ausrutschen, Stolpern - Laufstege



- Hindernisse (Wasserschläuche, Gegenstände)
- Höhenunterschiede am Stoß der Gitterroste
- Unzureichende Befestigung der Gitterroste

ID 051282

20



3.1.3 Anschlagen und Abnehmen von Behandlungsgut - Bestückung der Gestelle



- Verletzungen durch Drähte als Werkstückaufhängung
- Herabfallen von Werkstücken (Tragfähigkeit/Ablegereife)

ID 051277a

21



3.1.3 Abnahme von Gestellen



- Aufnahme von Gefahrstoffen durch Gefahrstoffanhaftungen (z. B. Hartchromansätze)
- Herabfallen von Werkstücken (Ablegereife)

ID 051278

22

3.1.3 Bereich der Bäder



- Absturz in Bäder durch nicht begehbare Badränder

ID 051279

23

3.1.3 Bereich der Bäder



- Vergiftung als Folge einer Verwechslung durch nicht vorschriftsmäßig gekennzeichnetes Bad (Verunreinigung cyanidhaltiges Bad mit Säure)

ID 051280

24

3.1.3 Kennzeichnungselemente (CLP)

Piktogramme

Signalwort

Nennmenge
wenn Stoff oder Gemisch der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird

200 L

Gefahr

Methanol (Lösungsmittel)
(Index-Nr.: 603-001-00-X)

Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.
Giftig bei Verschlucken.
Giftig bei Hautkontakt.
Giftig bei Einatmen.
Schädigt die Augen – Erblindungsgefahr.
Von Hitze/Funken/offener Flamme/heißen Oberflächen fernhalten. Nicht Rauchen.
An einem gut belüfteten Ort lagern.
Behälter dicht verschlossen halten.
Schutzhandschuhe/Schutzkleidung tragen.
Bei Berührung mit der Haut: mit reichlich Wasser und Seife waschen.
Bei Verschlucken: sofort Giftinformationszentrum oder Arzt rufen.
Unter Verschluss lagern.

Name und Produktidentifikatoren

H-Sätze

P-Sätze

Name, Anschrift, Tel.-Nr. des Lieferanten

Muster AG, Musterstr. 1, 99999 Musterstadt, Tel. 0815/4711

ID 015994

25

3.1.3 Gefahrenpiktogramme nach CLP (1)



GHS01
Explodierende Bombe
Explosive Stoffe



GHS02
Flamme
Entzündbare Flüssigkeiten



GHS03
Flamme über einem Kreis
Oxidierende Feststoffe



GHS04
Gasflasche
Gase unter Druck

ID 015995

26

3.1.3 Gefahrenpiktogramme nach CLP (2)



GHS05
Ätzwirkung
• Hautätzend, Kat. 1
• Korrosiv gegenüber Metallen, Kat. 1



GHS06
Totenkopf mit gekreuzten Knochen
Akute Toxizität, Kat. 1 - 3



GHS07
Ausrufezeichen
• Akute Toxizität, Kat. 4
• Hautreizend, Kat. 2



GHS08
Gesundheitsgefahr
• Karzinogenität, Kat. 1A/B, 2
• Aspirationsgefahr



GHS09
Umwelt
Gewässergefährdend

ID 015996

3.1.3 Gegenüberstellung alte Gefahrsymbole/GHS

	CLP		CLP		CLP
 Hochentzündlich		 Reizend		 Krebserzeugend	
 Leichtentzündlich		 Ätzend		 Erbgutverändernd	
 Entzündlich R10		 Gesundheitsschädlich		 Fortpflanzungsgefährdend	
 Brandfördernd		 Giflig		 Sensibilisierend	
 Explosionsgefährlich		 Sehr giftig		 Umweltgefährlich	

ID 017464

3.1.3 Vereinfachte Kennzeichnung

- Produktbezeichnung
- Gefahrenpiktogramm
- H-Sätze in Form von Phrasen zur Erklärung des Piktogramms



Allergisierend
bei Einatmen



Giftig

- ☐ Bei Einatmen
- ☐ Bei Hautkontakt
- ☐ Bei Verschlucken

- <http://www.bgrci.de/fachwissen-portal/start/laboratorien/laborrichtlinien/vereinfachtes-kennzeichnungssystem/>

ID 052109

29

3.1.4 Quetschen an Beschickungseinrichtungen



Technische Schutzeinrichtungen mit
Annäherungsreaktion:

➔ Ausführung III

- mangelhaft ausgeführte technische Schutzeinrichtung
- nicht bestimmungsgemäße Ausführung als Not-Halte-Einrichtung ohne Absicherung der Gefahrenstellen bei den Horizontal- und Vertikal-Bewegungen des Warenträgers

ID 051011

30

3.1.4 Beschickungseinrichtungen



Technische Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion:

➔ Ausführung II

- unzureichend ausgeführte technische Schutzeinrichtung
- Ausführung als Schaltbügel mit unvollständiger Absicherung der Gefahrenstellen bei den Horizontal- und Vertikal-Bewegungen des Warenträgers

ID 051045

31

3.1.4 Beschickungseinrichtungen



Technische Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion:

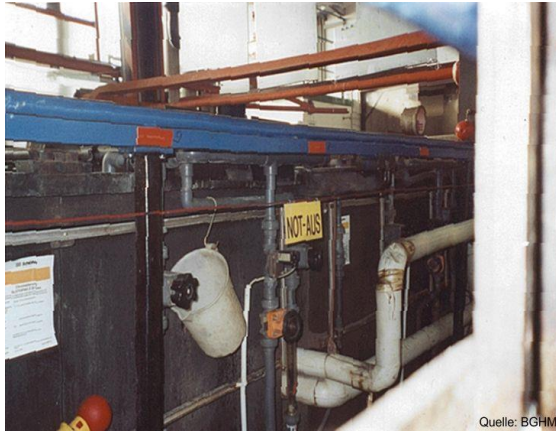
➔ Ausführung I

- ausreichend ausgeführte technische Schutzeinrichtung
- Ausführung als Schaltplatte mit vollständiger Absicherung der Gefahrenstellen bei den Horizontal- und Vertikal-Bewegungen des Warenträgers

ID 051005

32

3.1.4 Quetschen an Beschickungseinrichtungen



- Auf straff gespannte Not-Halt-Reißleine achten

Quelle: BGHM

ID 051288

33

3.2 Chemische Gefährdungen

- 3.2.1 Auffüllen der Bäder von Hand
- 3.2.2 Mit Körperteilen ins Bad kommen
- 3.2.3 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen allgemein



Quelle: BGHM

ID 044157

34

3.2 Beschaffenheitsanforderung / CE-Kennzeichnung

Kategorie 1:

für geringfügige Risiken

- keine Baumusterprüfung erforderlich
- keine Produktionsüberwachung

z. B. Schutzhandschuhe ohne besondere Belastung

Kategorie 2:

Risiko nicht mehr geringfügig, aber keine irreversiblen Schäden zu erwarten

- Baumusterprüfung erforderlich

z. B. Schutzhelme, Sicherheitsschuhe

Kategorie 3:

Irreversible Schäden zu erwarten

- Baumusterprüfung und Produktionsüberwachung erforderlich

z. B. PSA gegen Absturz, Atemschutz, PSA gegen elektrischen Schlag, Gehörschutz

CE-Kennzeichen = entspricht europäischen Richtlinien

ID 011034

35

3.2 Persönliche Schutzausrüstung – DGUV-Regelwerk

DGUV Regel 112-193
Kopfschutz



DGUV Regel 112-192
Augen- u. Gesichtsschutz



DGUV Regel 112-195
Schutzhandschuhe



DGUV Regel 112-191
Fuß- und Knieschutz



DGUV Regel 112-190
Atemschutz



DGUV Regel 112-194
Gehörschutz



DGUV Regel 112-189
Schutzbekleidung

ID 030395

36

3.2 Gefahrstofflagerung



Quelle: BGHM

- Zutritt durch Unbefugte
- Freisetzen von Gefahrstoffen beim Hantieren (z. B. Gebinde aus der Hand gefallen und beschädigt)

ID 044158

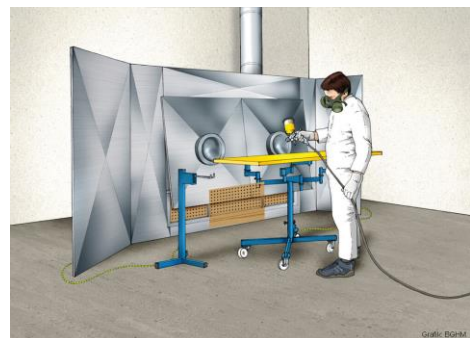
37

4. Sicher Lackieren

- 4.1 Typische Arbeitsverfahren beim Lackieren
- 4.2 Beschichtungsverfahren
- 4.3 Maßnahmen zur technischen Lüftung



Foto: Fa. J. Wagner AG, Albstadt (Schweiz)






Grafik: BGHM

ID 044159

38

4.1 Typische Arbeitsverfahren beim Lackieren

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

ID 017700a

39

4.1 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

40

4.1 Strahlen als Vorbehandlung



ID 036312

41

4.1 Reinigen mit Tuch und Lösemittel



ID 017705

42

4.1 Reinigungstisch



Quelle: IBS Scherer GmbH

ID 033407

43

4.1 Reinigungsanlage für wässrige Reinigungsmittel



Foto: Karl Roll GmbH & Co. KG

ID 033406

44

4.1 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

45

4.1 Schleifarbeitsplatz



Quelle: © Kitty - Fotolia.com

ID 017708

46

4.1 Maskieren



Quelle: © Kitty - Fotolia.com

ID 036318

47

4.1 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

48

4.2 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 017711a

49

4.2 Applikationsverfahren: Pinseln



ID 036320

50

4.2 Applikationsverfahren: Spritzlackieren



ID 036321

51

4.2 Tauch-Grundierung im KTL-Bad

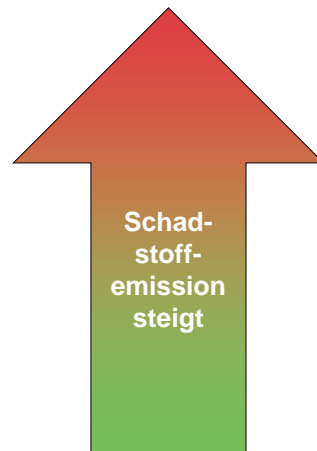


ID 017712

52

4.2 Schadstoffemission der Applikationsverfahren

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



ID 017713

53

4.2 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

54

4.2 Elektrostatisches Lackieren



ID 017716

55

4.2 Auftrag von Ultra-High-Solid-Lack

... im Spritzverfahren



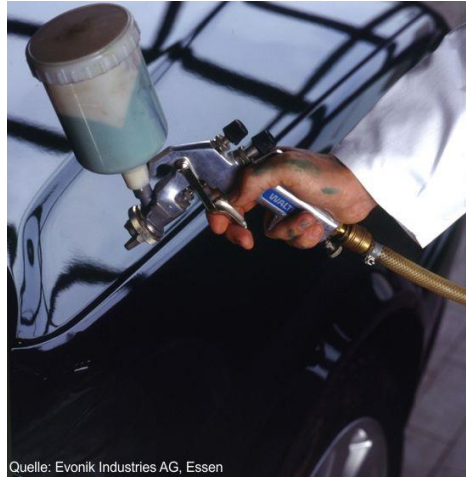
ID 017719

56

4.2 Nebelarme Spritzpistolen mit Fließbecher (LVLP)



Quelle: BGHM



Quelle: Evonik Industries AG, Essen

ID 017723

57

4.2 Pistolenreiniger

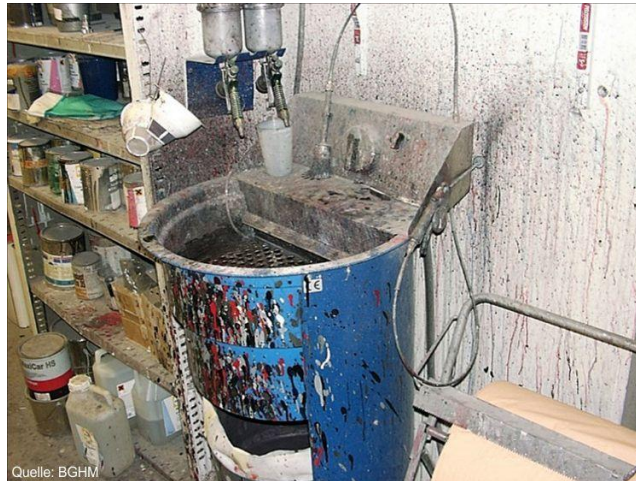


Foto: BGHM

ID 017726

58

4.2 Pistolenreiniger Wasserlacke



ID 017728

59

4.2 Abfallbehälter für Putzlappen



ID 015005a

60

4.3 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

61

4.3 Lackierkabine



Technische Schutzmaßnahmen nach Normen:

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

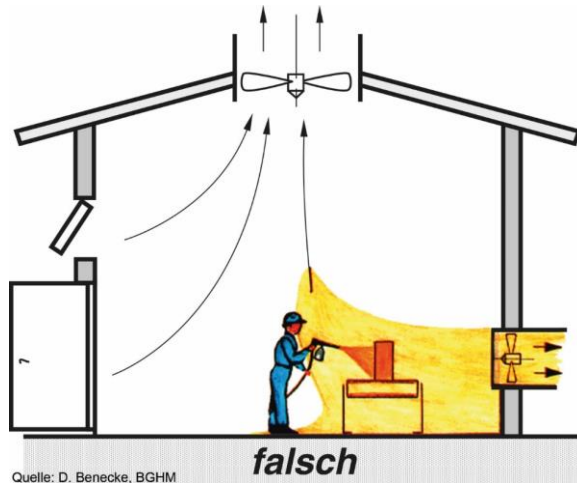
Kombikabine:

- Heizungsbetrieb beim Spritzlackieren verhindert?

ID 036334

62

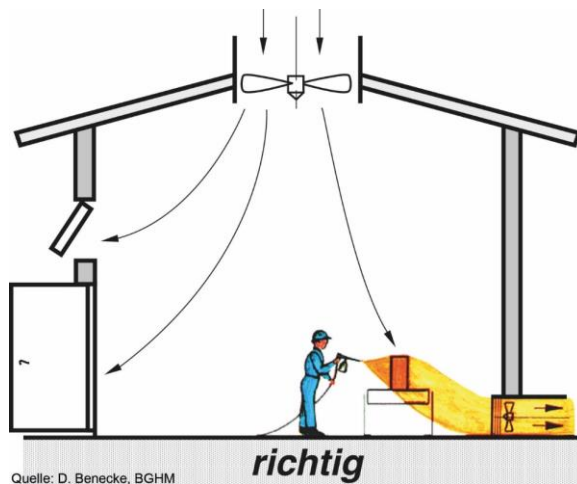
4.3 Lüftungsmaßnahmen - Ventilator-Anordnung



ID 000098

63

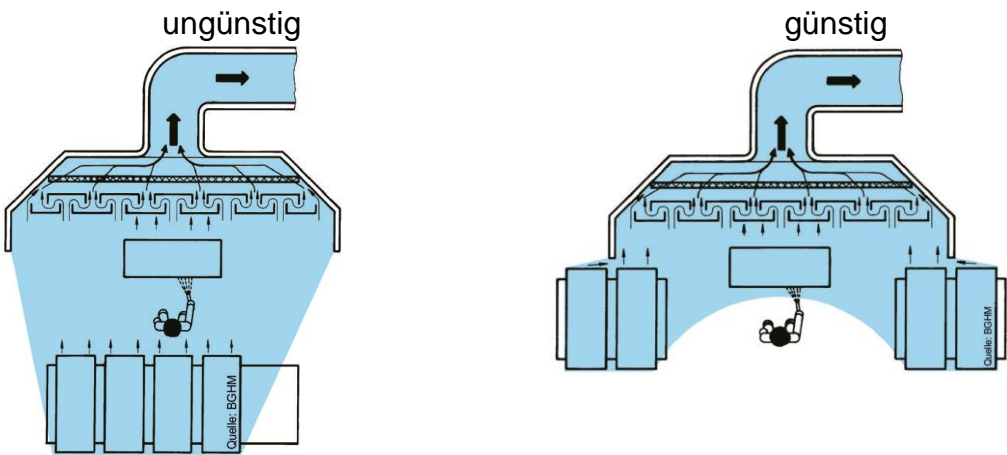
4.3 Lüftungsmaßnahmen - Ventilator-Anordnung



ID 000097

64

4.3 Abstellen lackierter Teile



ID 017724

4.3 Mindestluftgeschwindigkeiten

Spritzkabinen

EN 12215	V_{\min}	V_{mittel}
Kabine	0,25 m/s	0,3 m/s
Stand	0,4 m/s	0,5 m/s

ID 052562

4.3 Mindestluftgeschwindigkeiten

Kombinierte Spritz-Trocknungskabinen

EN 13355		V_{\min}	V_{mittel}
Kabine	Gleichartige WS	0,25 m/s	0,3 m/s
	Verschiedene WS	0,3 m/s	-
Kabine mit Arbeitsgrube		0,25 m/s	0,3 m/s

ID 052563