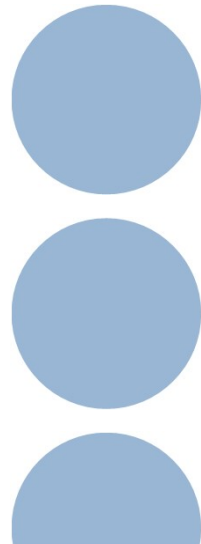


## Gefährdungsermittlung Galvanik

Gefährdungsbeurteilung für Betreiber von  
Galvanikanlagen -  
DGUV Regel 109-602 „Branche Galvanik“  
Gefährdungen und Schutzmaßnahmen am  
Beispiel des Hartverchromens



1

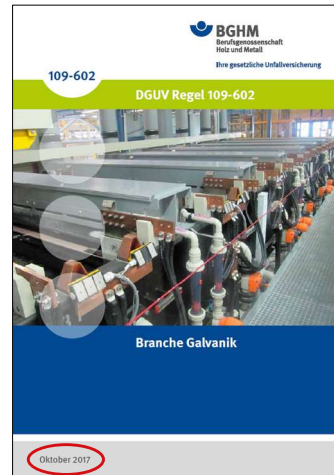
1. Aufbau der DGUV Regel 109-602 „Branche Galvanik“:
  - Abschnitt 2 Grundlagen für den Arbeitsschutz - Expositionsermittlung, Erste-Hilfe-Maßnahmen.
  - Abschnitt 3 Arbeitsplätze und Tätigkeiten - Verfahren, Gefahrstoffe, Wartung, Abwasser, Störungen.
  - Abschnitt 4 Verfahrensbeschreibungen, Beurteilungsmaßstäbe.
2. Gefährdungen und Maßnahmen am Beispiel des Hartverchromens

ID 051039

2

## DGUV Regel 109-602 „Branche Galvanik“

Branchenregel



ID 05 1053

3

### 1. Aufbau der DGUV Regel 109-602

→ betriebsspezifische Verfahren und Tätigkeiten werden modular aus den Einzel-Verfahren zusammengefügt.

→ ebenso die Gefährdungen und Schutzmaßnahmen:

= **Gefährdungsbeurteilung im gesamten Arbeitsbereich**

→ weitere Informationen:

- Verfahrensbeschreibungen
- Beurteilungsmaßstäbe
- Literatur

|   | Seite |   | Seite |
|---|-------|---|-------|
| 1 Wozu diese Regel?   | 5     | 4 Register - Weitere Informationsquellen                        | 102   |
| 2 Grundlagen für den Arbeitsschutz  | 6     | 4.1 Verfahrensbeschreibung der Vorbehandlungsverfahren          | 102   |
| 2.1 Was für alle gilt!  | 6     | 4.1.1 Polieren, Glänzen, Chemisches Entgraten                   | 102   |
| 2.2 Was für die Branche gilt  | 10    | 4.1.2 Alkalische Entfettung                                     | 102   |
| 2.2.1 Ermittlung und Beurteilung der Expositionen   | 10    | 4.1.3 Elektrolytische Entfettung                                | 102   |
| 2.2.2 Beschäftigungsbeschränkungen  | 10    | 4.1.4 Dekapieren  | 102   |
| 2.2.3 Erste-Hilfe-Maßnahmen   | 10    | 4.1.5 Beizen  | 103   |
| 2.2.4 Befähigung, Qualifikation, Vorsorge, Eignung  | 10    | 4.2 Verfahrensbeschreibung der Oberflächenbehandlungsverfahren  | 104   |
| 3 Arbeitsplätze und Tätigkeiten: Gefährdungen und Maßnahmen   | 14    | 4.2.1/4.2.2 Hartverchromen von Serienbauteilen/ Einzelbauteilen | 104   |
| 3.1 Verfahren und Maßnahmen bei Vorbehandlungsverfahren   | 14    | 4.2.3 Glanz-/Schwarzverchromen von Einzelbauteilen              | 104   |
| 3.1.1 Polieren, Glänzen, Chemisches Entgraten   | 14    | 4.2.4 Vernickeln, galvanisch                                    | 104   |
| 3.1.2 Alkalische Entfettung   | 18    | 4.2.5 Vernickeln, chemisch                                      | 105   |
| 3.1.3 Elektrolytische Entfettung  | 22    | 4.2.6 Verkupfern, sauer, cyanidisch                             | 105   |
| 3.1.4 Dekapieren  | 26    | 4.2.7 Verzinken, cyanidisch, sauer, alkalisch                   | 105   |
| 3.1.5 Beizen  | 30    | 4.2.8 Veredeln mit Gold und Silber                              | 106   |
| 3.2 Gefahren und Maßnahmen bei der Oberflächenbehandlung  | 34    | 4.2.9 Verzinnen - sauer und alkalisch                           | 106   |
| 3.2.1 Hartverchromen von Serienbauteilen  | 34    | 4.2.10 Phosphatieren  | 107   |
| 3.2.2 Hartverchromen von Einzelbauteilen  | 38    | 4.2.11 Elodieren  | 107   |
| 3.2.3 Glanzverchromen von Einzelbauteilen   | 42    | 4.3 Verfahrensbeschreibung der Nachbehandlungsverfahren         | 108   |
| 3.2.4 Vernickeln - galvanisch   | 46    | 4.3.1 Passivieren/Chromatieren                                  | 108   |
| 3.2.5 Vernickeln - chemisch   | 50    | 4.3.2 Entmetallisieren (Entzinnen)                              | 108   |
| 3.2.6 Verkupfern - cyanidisch, sauer  | 53    | 4.4 Beurteilungsmaßstäbe  | 109   |
| 3.2.7 Verzinken - cyanidisch, sauer, alkalisch  | 58    | 4.5 Literaturverzeichnis  | 109   |
| 3.2.8 Veredeln mit Gold und Silber  | 62    | 4.5.1 Verordnungen  | 109   |
| 3.2.9 Verzinnen - sauer und alkalisch   | 66    | 4.5.2 DGUV Vorschriften, Regeln, Informationen und Grundsätze   | 109   |
| 3.2.10 Phosphatieren  | 70    | 4.5.3 Technische Regeln für Gefahrstoffe                        | 109   |
| 3.2.11 Elodieren  | 72    | 4.5.4 Technische Regeln für Betriebssicherheit                  | 110   |
| 3.3 Gefahren und Maßnahmen bei Nachbehandlungsverfahren   | 76    | 4.5.5 Technische Regeln für Arbeitsstätten                      | 110   |
| 3.3.1 Passivieren/Chromatieren  | 76    | 4.5.6 Normen und weitere Schriften                              | 110   |
| 3.3.2 Entmetallisieren (Entzinnen)  | 80    |   |       |
| 3.4 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen   | 84    |   |       |
| 3.5 Wartung und Instandhaltung  | 88    |   |       |
| 3.6 Störungen   | 92    |   |       |
| 3.7 Abwasserbehandlung, Entsorgung  | 96    |   |       |
| 3.8 Prüfungen   | 98    |   |       |
| 3.8.1 Funktionsprüfung der Schutzeinrichtungen (Empfehlung: arbeitstäglich, Minimum: wöchentlich)               | 101   |   |       |
| 3.8.2 Wirksamkeitsprüfung der Schutzeinrichtungen bei Inbetriebnahme und bei Folgeprüfungen (Minimum: jährlich) | 101   |   |       |
| 3.8.3 Wiederholungsprüfung der Anlage und Anlagenkomponenten (Minimum: jährlich)                                | 101   |   |       |

Quelle: BGHM

ID 05 1055

4

## 1. Aufbau der DGUV Regel: Abschnitt 2

➔ Grundlagen für den Arbeitsschutz: allgemein und branchenspezifisch

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>2</b> | <b>Grundlagen für den Arbeitsschutz.....</b>    | <b>6</b> |
| 2.1      | Was für alle gilt!.....                         | 6        |
| 2.2      | Was für die Branche gilt.....                   | 10       |
| 2.2.1    | Ermittlung und Beurteilung der Expositionen.... | 10       |
| 2.2.2    | Beschäftigungsbeschränkungen.....               | 10 ➔     |
| 2.2.3    | Erste-Hilfe-Maßnahmen.....                      | 10       |
| 2.2.4    | Befähigung, Qualifikation, Vorsorge, Eignung..  | 10 ➔     |

ID 05 1056

5

### 2.2.1 Ermittlung und Beurteilung der Expositionen

In dieser DGUV Regel werden technische und organisatorische Maßnahmen beschrieben, bei deren Einhaltung in der Regel davon ausgegangen werden kann, dass die geltenden Beurteilungsmaßstäbe nach Kapitel 4.4 eingehalten werden. Dies ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung bei der Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Expositionen zu beachten.

#### 4.4 Beurteilungsmaßstäbe

Beurteilungsmaßstäbe im Sinne dieser DGUV Regel Branche Galvanik sind folgende verbindliche Grenzwerte:

- Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nach der TRGS 900
- Risikobezogene Beurteilungsmaßstäbe nach dem ERB-Konzept nach der TRGS 910 (Akzeptanzkonzentrationen, Toleranzkonzentrationen)
- In der TRGS 561 „Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen“ genannte Konzentrationswerte (z. B. Beurteilungsmaßstab für Chrom(VI))

Darüber hinaus können nach entsprechend fachkundiger Bewertung u. a. folgende Beurteilungsmaßstäbe herangezogen werden, sofern keine verbindlichen Grenzwerte vorliegen:

- MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatzkonzentration der DFG-Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe)
- Arbeitsplatz-Richtgrenzwerte nach der Richtlinie 98/24/EG
- Grenzwertvorschläge für chemische Belastungen am Arbeitsplatz anderer wissenschaftlicher Expertenkommissionen (z. B. ausländische Grenzwerte)
- DNELs (derived no effect levels) nach der REACH-Verordnung
- Vorläufige Zielwerte, die Unternehmer und Unternehmerinnen im Rahmen ihrer Gefährdungsbeurteilung selbst festlegen (z. B. nach dem Konzept zur Ableitung von Arbeitsplatzrichtwerten (ARW) gemäß TRGS 901 „Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz.“

ID 05 1057

6

### 2.2.3 Erste-Hilfe-Maßnahmen

Abgestimmt auf das bei Tätigkeiten mit einem Gefahrstoff mögliche Unfallrisiko sind entsprechende materielle und personelle Voraussetzungen für die Erste Hilfe zu schaffen: Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nach der TRGS 900

- Es müssen geeignetes Erste-Hilfe-Material, Rettungsgeräte, Meldeeinrichtungen und ausreichend ausgebildete Ersthelfer und Ersthelferinnen zur Verfügung stehen. Des Weiteren muss sichergestellt werden, dass nach einem Unfall sofortige Erste Hilfe geleistet und eine erforderliche ärztliche Versorgung veranlasst wird.
- Bei Tätigkeiten mit Cyaniden sind in Absprache zwischen Betrieb und Betriebsärztin/Betriebsarzt besondere Vorkehrungen zur Ersten Hilfe bei Vergiftungen durch Cyanwasserstoff zu treffen, z. B. Bereitstellung geeigneter Gegenmittel (Antidots) wie z. B. 4-Dimethylaminophenol (4-DMAP) zusammen mit Natriumthiosulfat oder Hydroxocobalamin.

- In der Galvanotechnik und in den Laboratorien ist die Installation leicht und schnell erreichbarer Notduschen)\* und Augenduschen erforderlich. Die Duschen müssen eindeutig gekennzeichnet sein und der Zugang muss stets freigehalten werden.
- Alle Beschäftigten müssen hinsichtlich der Benutzung der Not- und Augenduschen unterwiesen sein.

)\* DGUV Information 213-850

„Sicheres Arbeiten in Laboratorien“:

- Körpernotdusche sollte von jedem Ort innerhalb von höchstens 5 s zu erreichen sein.
- genauer Ort abhängig von der Gefährdungsbeurteilung

Richtwert:

- min. 1 Körpernotdusche je Gefahrenbereich, und im Gefahrenbereich max. 20 m Entfernung zur Körpernotdusche.

ID 05 1058

7

## 1. Aufbau der DGUV Regel: Abschnitt 3

→ Einzelne Verfahren in der Vorbehandlung

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>3</b>   | <b>Arbeitsplätze und Tätigkeiten:</b>                          |           |
|            | <b>Gefährdungen und Maßnahmen.....</b>                         | <b>14</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Gefahren und Maßnahmen bei Vorbehandlungsverfahren.....</b> | <b>14</b> |
| 3.1.1      | Polieren, Glänzen, Chemisches Entgraten.....                   | 14        |
| 3.1.2      | Alkalische Entfettung.....                                     | 18        |
| 3.1.3      | Elektrolytische Entfettung.....                                | 22        |
| 3.1.4      | Dekapieren.....  | 26        |
| 3.1.5      | Beizen.....  | 30        |

ID 05 1059

8

## 1. Aufbau der DGUV Regel: Abschnitt 3

### → Einzelne Verfahren in der Oberflächenbehandlung

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.2    | Gefahren und Maßnahmen bei der Oberflächenbehandlung..... | 34 |
| 3.2.1  | Hartverchromen von Serienbauteilen.....                   | 34 |
| 3.2.2  | Hartverchromen von Einzelbauteilen.....                   | 38 |
| 3.2.3  | Glanzverchromen von Einzelbauteilen.....                  | 42 |
| 3.2.4  | Vernickeln - galvanisch.....                              | 46 |
| 3.2.5  | Vernickeln - chemisch.....                                | 50 |
| 3.2.6  | Verkupfern - cyanidisch, sauer.....                       | 53 |
| 3.2.7  | Verzinken - cyanidisch, sauer, alkalisch.....             | 58 |
| 3.2.8  | Veredeln mit Gold und Silber.....                         | 62 |
| 3.2.9  | Verzinnen - sauer und alkalisch.....                      | 66 |
| 3.2.10 | Phosphatieren.....  | 70 |
| 3.2.11 | Eloxieren.....  | 72 |

→ s. Beispiel

ID 051060

9

## 1. Aufbau der DGUV Regel: Abschnitt 3

### → Einzelne Verfahren in der Nachbehandlung

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 3.3   | Gefahren und Maßnahmen bei Nachbehandlungsverfahren..... | 76  |
| 3.3.1 | Passivieren/Chromatieren.....                            | 76  |
| 3.3.2 | Entmetallisieren (Entchromen).....                       | 80  |
| 3.4   | Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.....                       | 84  |
| 3.5   | Wartung und Instandhaltung.....                          | 88  |
| 3.6   | Störungen.....   | 92  |
| 3.7   | Abwasserbehandlung, Entsorgung.....                      | 96  |
| 3.8   | Prüfungen.....   | 100 |

### → Weitere Tätigkeiten neben dem Normalbetrieb der Anlage

ebenfalls Teil der Gefährdungsbeurteilung

ID 051061

10

## 1. Aufbau der DGUV Regel: Abschnitt 4

|             |  |            |   |     |
|-------------|--|------------|---|-----|
| <b>4</b>    | <b>Register - Weitere Informationsquellen.....</b> | <b>102</b> | 4.2.4 Vernickeln, galvanisch.....             | 104 |
| 4.1         | <u>Verfahrensbeschreibung der Vorbehandlungs-</u>  |            | 4.2.5 Vernickeln, chemisch.....               | 105 |
|             | <u>verfahren.....</u>                              | 102        | 4.2.6 Verkupfern, sauer, cyanidisch.....      | 105 |
| 4.1.1       | Polieren, Glänzen, Chemisches Entgraten.....       | 102        | 4.2.7 Verzinken, cyanidisch, sauer, alkalisch | 105 |
| 4.1.2       | Alkalische Entfettung.....                         | 102        | 4.2.8 Veredeln mit Gold und Silber.....       | 106 |
| 4.1.3       | Elektrolytische Entfettung.....                    | 102        | 4.2.9 Verzinnen - sauer und alkalisch.....    | 106 |
| 4.1.4       | Dekapieren.....                                    | 102        | 4.2.10 Phosphatieren.....                     | 107 |
| 4.1.5       | Beizen.....  | 103        | 4.2.11 Eloxieren.....                         | 107 |
| 4.2         | <u>Verfahrensbeschreibung der Oberflächen-</u>     |            | 4.3 <u>Verfahrensbeschreibung der</u>         |     |
|             | <u>behandlungsverfahren .....</u>                  | 104        | <u>Nachbehandlungsverfahren.....</u>          | 108 |
| 4.2.1/4.2.2 | <u>Hartverchromen von Serienbauteilen/</u>         |            | 4.3.1 Passivieren/Chromatieren.....           | 108 |
|             | <u>Einzelbauteilen.....</u>                        | 104        | 4.3.2 Entmetallisieren (Entchromen).....      | 108 |
| 4.2.3       | Glanz-/Schwarzverchromen von                       |            | 4.4 <u>Beurteilungsmaßstäbe.....</u>          | 109 |
|             | Einzelbauteilen.....                               | 104        |   |     |

ID 05 1062

11

## 2. Gefährdungen und Maßnahmen

### 3.2.2 Hartverchromen von Einzelbauteilen

Chrom(VI)-Verbindungen beim Hartverchromen von Einzelbauteilen verursachen hohe inhalative, dermale und orale chemische Gefährdungen. Eine wirksame Absaugung reduziert diese Gefährdungen ebenso wie die Brand- und Explosionsgefahr durch den freiwerdenden Wasserstoff. Elektromagnetische Felder gefährden nicht nur Personen mit aktiven Implantaten. Mechanische Gefährdungen sind an Beschickungseinrichtungen zu beachten.

→ Teaser verweist auf wichtige Punkte in der folgenden Gefährdungsbeurteilung.



Quelle: Kunststofftechnik Berndt GmbH, Kaufbeuren

ID 05 1063

12

## 2. Gefährdungen + Maßnahmen - Hartverchromen von Einzelbauteilen

➔ entsprechender Abschnitt 4 (4.2.1/4.2.2) zeigt bei Bedarf die Verfahrensbeschreibung

### 4.2.1/4.2.2 Hartverchromen von Serienbauteilen/Einzelbauteilen

Als Serienbauteile werden z. B. Tiefdruckzylinder in der Druck- und Papierindustrie und Massenartikel wie Kolbenstangen in der Automobilzulieferindustrie hartverchromt. Das Verfahren ist dabei gekennzeichnet durch einen hohen Standardisierungsgrad sowie durch einen hohen Durchsatz (Massenproduktion) und einen hohen Automatisierungsgrad.

Das Hartverchromen erfolgt bei ca. 55 °C bis 80 °C galvanisch aus einem Elektrolyten aus gelöstem Chromtrioxid oder Chromsäure und mit einem Chromsäuregehalt von ca. 240 g/l bis ca. 280 g/l. Die Stromdichten betragen zwischen ca. 40 A/dm<sup>2</sup> und 50 A/dm<sup>2</sup>.

Beim Hartverchromen von Tiefdruckzylindern liegt der Chromsäuregehalt bei ca. 300 g/l bei Stromdichten zwischen 50 A/dm<sup>2</sup> und 100 A/dm<sup>2</sup>.

Im Vergleich zum Glanzverchromen werden beim Hartverchromen dickere Chromschichten (> 1 µm) direkt, d. h. ohne Zwischenschicht, auf der Werkstückoberfläche abgeschieden.

Der Wirkungsgrad beträgt beim Hartverchromen maximal 30 %, damit verbunden ist ein im Vergleich zum Glanzverchromen höheres Maß an Wasserstoffentwicklung, demzufolge auch eine höhere Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre, sowie ein höheres Maß an Bildung von Chromsäureaerosolen.

ID 05 1064

13

## 2. Gefährdungen + Maßnahmen - Hartverchromen von Einzelbauteilen

### Chemische Gefährdungen

- Inhalative Gefährdungen: Einatmung von CrVI-haltigen Aerosolen
- Dermale Gefährdungen: Gering aufgrund des hohen Automatisierungsgrades (Verweis auf TRGS 401)
- Orale Gefährdungen: bei Nichtbeachtung der Hygienemaßnahmen (Verweis auf TRGS 500)

### Schutzmaßnahmen bei chemischen Gefährdungen

Immer anzuwendende Schutzmaßnahmen:

- **T1** Emissionsmindernde Maßnahmen (z. B. der Einsatz von Netzmittel)
- **T2** Absaugung am Elektrolyten (Rand- oder Wandabsaugung)
- **T3** Überwachung der technischen Lüftung durch Vorrichtungen nach TRGS 722 2.3.1 (3)



Wird durch diese Maßnahmen die Unterschreitung des Beurteilungsmaßstabes als Schutzziel nicht erreicht, müssen folgende Schutzmaßnahmen einzeln oder kombiniert zusätzlich angewendet werden:

- **T4** Geschlossene Anlage mit Absaugung
- **T5** Lüftungskabine am Beschickungswagen
- **T6** Abdeckung der Elektrolytbehälter
- **T7** Raumluftechnische Anlage
- **T8** Festverlegte Rohrleitungen zu den Verchromungsanlagen
- **T9** Beschickungsanlage mit Aushängesicherung und Tropfschutz

ID 05 1065

14

## 2. Gefährdungen + Maßnahmen - Hartverchromen von Einzelbauteilen

Der Beurteilungsmaßstab von Chrom(VI) wird erfahrungsgemäß unterschritten bei:

- **T10 Geschlossene Verchromungsanlagen** mit einer mechanischen Prozessbehälterabdeckung und Absaugung mit raumlufttechnischer Anlage (Wirksamkeit nachgewiesen z. B. nach DIN EN 12599)
- **T11 Quasi-geschlossene Anlage:** Prozessbehälter mit mechanischer Prozessbehälterabdeckung und abgesaugter Transportwagen
- **O1 Regelmäßige Kontrolle und Funktionsprüfung der Absauganlage**
- **O2 Regelmäßige Prüfung der Lüftungstechnischen Einrichtung** durch eine befähigte Person
- **O3 Regelmäßige Reinigung der Lüftungskanäle** und der Umgebung der Verchromungs-Prozessbehälter von Chromsäureanhaftungen oder Verkrustungen

- **P1 Persönliche Schutzausrüstung** bei Arbeiten mit Chromsäure, wenn Hautkontakt möglich, z. B. bei der Probenahme oder bei der Handgalvanik  
Probenahme: Laborkittel und Augenschutz, Chemikalienschutzhandschuhe  
Handgalvanik: Augenschutz, bei Bedarf Gesichtsschutz, Chemikalienschutzhandschuhe, chemikalienfeste Arbeitskleidung, Kunststoffschürze, Gummistiefel

ID 05 1066

15

## 2. Gefährdungen + Maßnahmen - Hartverchromen von Einzelbauteilen

### Gefährdungen durch Brände und Explosionen

- Brandgefahr durch Kurzschlüsse oder Überlast durch fehlerhafte elektrische Verbindungen
- Brand- und Explosionsgefahr aufgrund von Wasserstoffentwicklung

### Schutzmaßnahmen gegen Brände und Explosionen

- **T1 Wirksame lufttechnische Maßnahmen (Absaugung)** zur Verhinderung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- **T2 Überwachung der technischen Lüftung** durch Vorrichtungen nach TRGS 722 2.3.1 (3)
- **T3 Vermeidung von Zündquellen**, z. B. durch das Abschalten des Stroms beim Ein- und Ausfahren der Warenträger in die Prozessbehälter, bei denen sich Wasserstoff unter Schaumbildung entwickelt
- **O1 Prüfung der Galvanikanlage als ortsfeste elektrische Anlage** nach DGUV Vorschrift 3 und 4
- **O2 Arbeitstäglige Funktionsprüfung** und regelmäßige Wirksamkeitsprüfung der Schutzmaßnahmen durch eine befähigte Person
- **O3 Thermografische Untersuchungen** (Wärmebildkamera)

ID 05 1067

16



## 2. Gefährdungen + Maßnahmen - Hartverchromen von Einzelbauteilen



### Mechanische Gefährdungen

- Quetsch- und Scherstellen aufgrund von Beschickungseinrichtungen



### Schutzmaßnahmen gegen mechanische Gefährdungen

- **T1** Verhinderung des Zugriffs in Quetsch- und Scherstellen durch trennende Schutzeinrichtungen und Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion, z. B. Schutzbügel
- **O1** Arbeitstäglige Funktionsprüfung und regelmäßige Wirksamkeitsprüfung der Schutzmaßnahmen durch eine befähigte Person

ID 05 1068

17

## 2. Gefährdungen + Maßnahmen - Hartverchromen von Einzelbauteilen



### Elektrische Gefährdungen

- Durch elektrischen Schlag bei feuchten und nassen Umgebungsbedingungen (d. h. feuchten und nassen Räumen) aufgrund von direktem oder indirektem Berühren in Bereichen mit mehr als 30 V Gleichspannung oder 12 V Wechselspannung
- Bei feuchten und nassen Umgebungsbedingungen (d. h. feuchten und nassen Räumen) ist ein Schutz gegen indirektes und direktes Berühren nicht erforderlich, wenn die Nennspannung des SELV- oder PELV-Systems 30 V Gleichspannung oder 12 V Wechselspannung nicht überschreitet.



### Schutzmaßnahmen gegen elektrische Gefährdungen

- **T1** Schutz gegen elektrischen Schlag durch Basisschutz nach VDE 0113-1 (insbesondere Gehäuse, Isolierung)
- **T2** Schutz gegen elektrischen Schlag durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen und Verriegelungen der elektrischen Stromversorgung mit beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen oder berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen
- **O1** Die elektrische Ausrüstung ist gegen äußere Einflüsse (z. B. mechanische, thermische, chemische Beanspruchung) zu schützen.
- **O2** Elektrische Einrichtungen dürfen nur von einer Elektrofachkraft oder unter deren Leitung und Aufsicht den elektrotechnischen Regeln entsprechend errichtet, geändert und instandgehalten werden.
- **O3** Regelmäßige, mindestens jährliche Wirksamkeitsprüfung der Schutzmaßnahmen durch eine befähigte Person

ID 05 1069

18

## 2. Gefährdungen + Maßnahmen - Hartverchromen von Einzelbauteilen



### Gefährdungen durch elektromagnetische Felder

- Von Personen mit aktiven Implantaten (z. B. Herzschrittmacher) durch magnetische Felder insbesondere in der Nähe von Wechselrichtern/Gleichrichtern und stromführenden Bauteilen (z. B. Schienen)
- Aller Beschäftigten aufgrund der sehr hohen Stromdichten und Sollstromstärken durch magnetische Felder insbesondere in der Nähe von Gleichrichtern und stromführenden Bauteilen (z. B. Schienen)
- Aller Beschäftigten aufgrund der Kraftwirkung auf magnetische Bauteile durch statische Magnetfelder



### Schutzmaßnahmen bei Personen mit aktiven Implantaten gegen Gefährdungen durch elektromagnetische Felder →



### Schutzmaßnahmen bei allen Beschäftigten gegen Gefährdungen durch elektromagnetische Felder →

ID 051070

19

## 2. Gefährdungen + Maßnahmen - Hartverchromen von Einzelbauteilen



### Schutzmaßnahmen bei Personen mit aktiven Implantaten gegen Gefährdungen durch elektromagnetische Felder

- **01** für die Beschäftigten sind individuelle Lösungen zu erarbeiten:
  - Die Arbeits- und Aufenthaltsbereiche sind entsprechend den Nutzungsmerkmalen der Bereiche und der vorhandenen Quellen festzulegen.
  - Die auftretende Exposition ist durch Berechnung, Messung, Herstellerangaben oder im Vergleich mit ähnlichen EMF-Quellen zu ermitteln.
- **02** Für Besucher und Besucherinnen sowie Fremdpersonal sind auf dem Unternehmensgelände in der Regel organisatorische Schutzmaßnahmen zu treffen.



### Schutzmaßnahmen bei allen Beschäftigten gegen Gefährdungen durch elektromagnetische Felder

- **01** Die Expositionsbereiche sind entsprechend den Nutzungsmerkmalen der Bereiche und der vorhandenen Quellen festzulegen.
- **02** Die auftretende Exposition ist durch Berechnung, Messung, Herstellerangaben oder im Vergleich mit ähnlichen EMF-Quellen zu ermitteln.
- **03** Die Beurteilung einer Exposition ist durch den Vergleich mit den zulässigen Werten der Anlage 1 der DGUV Vorschrift 15 und 16 vorzunehmen.

ID 051071

20

## 2. Gefährdungen + Maßnahmen - Hartverchromen von Einzelbauteilen

### Arbeitsmedizinische Maßnahmen

- Pflichtvorsorge für gegenüber Chrom(VI)-Verbindungen exponierte Beschäftigte, Durchführung nach G15 (Chrom VI) wird empfohlen
- Angebotsvorsorge bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber atemwegssensibilisierend wirkenden Stoffen (G23) für exponierte Beschäftigte mit bronchialer Überempfindlichkeit (siehe Kapitel 3.4)
- Angebotsvorsorge (bei Feuchtarbeit; d. h. Tragezeit von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen > 2 h) oder Pflichtvorsorge (bei Feuchtarbeit; d. h. Tragezeit von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen > 4 h) (G24)
- Angebotsvorsorge bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber hautsensibilisierend wirkenden Stoffen (G24)

➔ Einbeziehen des Betriebsarztes bei den arbeitsmedizinischen Maßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung.

ID 051072

21

## Zusammenfassung

- ➔ Aufbau der DGUV Regel 109-602 „Branche Galvanik“:
  - Abschnitt 2 Grundlagen für den Arbeitsschutz - Expositionsermittlung, Erste-Hilfe-Maßnahmen
  - Abschnitt 3 Arbeitsplätze und Tätigkeiten  
Verfahren, Gefahrstoffe, Wartung, Abwasser, Störungen
  - Abschnitt 4 Verfahrensbeschreibungen, Beurteilungsmaßstäbe
- ➔ Gefährdungen und Maßnahmen am Beispiel des Hartverchromens von Einzelbauteilen

ID 051073

22