

Hilfsmittel
für die Praxis



Gefahrstoffe in der Galvanotechnik und der Oberflächenveredelung

Gefahrstoffe in der Galvanotechnik und der Oberflächenveredelung

Eine Handlungshilfe als Grundlage
zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung

Margret Böckler, BG ETEM

Herbert Breidenbach, Zentralverband Oberflächentechnik e.V.

Peter Michels, BG ETEM

Inhalt

1. Vorwort	4
2. Abkürzungsverzeichnis	5
3. Verfahren der Galvanotechnik/Anlagentechnik	7
3.1 Vorbehandlungsverfahren	7
3.2 Beschichtungsverfahren	7
3.3 Eloxieren	9
3.4 Anlagentechniken	10
4. Relevante Gefahrstoffe	11
5. Arbeitsplatzgrenzwerte für die relevanten Gefahrstoffe	16
6. Informationsermittlung	17
7. Gefahrstoffverzeichnis	19
7.1 Muster-Gefahrstoffverzeichnisse	19
7.2 Betriebsspezifische Ergänzungen für die Gefahrstoffverzeichnisse	20
7.3 Muster-Gefahrstoffverzeichnisse auf der CD-ROM	20
8. Gefährdungsbeurteilung	21
9. Schutzmaßnahmen	22
9.1 Kennzeichnung von Behältern	22
9.2 Schutzmaßnahmen	22
9.2.1 Substitution	22
9.2.2 Technische Schutzmaßnahmen	24
9.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen	26
9.3.1 Beschäftigungsverbote und -beschränkungen	26
9.3.2 Erste Hilfe	26
9.3.3 Arbeitsmedizinische Vorsorge	26
9.3.4 Persönliche Schutzausrüstung und Hygiene	27
9.4 Betriebsanweisungen/Unterweisungen	28
9.5 Verzeichnis der Beschäftigten	29
Anhang 1: Gefahrstoffverzeichnisse	30
• Verfahren	30
• Lager	42
Anhang 2: Muster-Gefährdungsbeurteilung	49
• Durchführung	49
• Dokumentation	56
Anhang 3: Muster-Explosionsschutz-Dokument	58
Anhang 4: Muster-Behälterkennzeichnungen für Elektrolyte	62
Anhang 5: Muster-Betriebsanweisungen	63
Anhang 6: Verzeichnis der auf der CD-ROM beigefügten Dateien	70

1. Vorwort

Nach wie vor bestehen in Klein- und Mittelbetrieben Probleme im Arbeitsschutz bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen. Dies gilt sowohl für die Durchführung der Gefährdungsermittlung und -beurteilung nach § 5 Abs. 1 Arbeitsschutzgesetz, als auch für § 6 Gefahrstoffverordnung. Insbesondere wird von den Betrieben Hilfeleistung benötigt bei der Informationsermittlung, bei der Beurteilung der Gefahren, bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen und der Erstellung von Betriebsanweisungen.

Für Betriebe, die Anlagen für elektrolytische und chemische Oberflächenbehandlung betreiben, hat die Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse deshalb diese Handlungshilfe erarbeitet, die den Betrieben eine Unterstützung bieten soll.

2. Abkürzungsverzeichnis

AGS	Ausschuss für Gefahrstoffe beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales	eSDS	Erweitertes Sicherheitsdatenblatt nach REACH (besteht aus einem Sicherheitsdatenblatt und einem Anhang, der die Expositionsszenarien enthält: entweder für die einzelnen Inhaltsstoffe, für die ein Stoffsicherheitsbericht erstellt wurde oder für die jeweilige Zubereitung)
AGW	Arbeitsplatzgrenzwert		
Allergen	Stoff, der Allergien auslösen kann		
BAT	Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert (nicht mehr gültig)	EU	Europäische Union
BGR	Berufsgenossenschaftliche Regel	Exposition	Ausgesetzt sein von Beschäftigten gegenüber gefährlichen Stoffen in der Atemluft oder auf der Haut unter Berücksichtigung der Konzentration und der Zeit
BGI	Berufsgenossenschaftliche Information		
BGIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (alte Bezeichnung jetzt IFA)	GefStoffV	Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift (Unfallverhütungsvorschrift)	G	Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
BGW	Biologischer Grenzwert	GHS	Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien
CAS-Nr.	Registriernummer des „Chemical Abstract Service“	H	hautresorptiv
ChemG	Chemikaliengesetz	H-Hinweis	Gefahrenhinweis (hazard statement)
CLP	Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung) (Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures)	IFA	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
		MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration (nicht mehr gültig)
E	einatembare Fraktion	P-Hinweis	Sicherheitshinweis (precautionary statement)
ECHA	Europäische Chemikalienagentur (European Chemicals Agency, in Helsinki)	REACH	Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH-Verordnung)
EG-Nr.	Registriernummer des „European Inventory of Existing Chemical Substances“ (EINECS)	R-Sätze	Hinweise auf besondere Gefahren
EGU	Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger	S-Sätze	Sicherheitsratschläge
EKA	Expositionsäquivalente für Krebs erzeugende Arbeitsstoffe		

2. Abkürzungsverzeichnis

STOT	Spezifische Zielorgantoxizität (specific target organ toxicity) Spezifische nichttödliche Wirkungen auf die menschliche Gesundheit nach einmaliger oder wiederholter Exposition. Dazu gehören alle eindeutigen Auswirkungen auf die Gesundheit, die Körperfunktionen beeinträchtigen können, unabhängig davon, ob diese reversibel oder irreversibel sind, unmittelbar und/oder verzögert auftreten, sofern diese Wirkungen nicht ausdrücklich von anderen Gefahrenklassen erfasst werden.	UVV	Unfallverhütungsvorschrift (siehe BGV)
		WGK	Wassergefährdungsklasse
		Y	ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes und des biologischen Grenzwertes nicht befürchtet zu werden
		Z	ein Risiko der Fruchtschädigung kann auch bei Einhaltung des AGW und des BGW nicht ausgeschlossen werden
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe		
TRK	Technische Richtkonzentration (nicht mehr gültig)		

3. Verfahren der Galvanotechnik/Anlagentechnik

3.1 Vorbehandlungsverfahren

Bevor Werkstücke beschichtet bzw. veredelt werden, müssen diese abgestimmt auf den Grundwerkstoff sowie die Art der Beschichtung entsprechend vorbehandelt werden.

In mehreren Arbeitsschritten werden u. a. Fette, Öle, Schmutz, Polierpastenreste, Rost oder Zunder entfernt.

Die wichtigsten Vorbehandlungsverfahren werden im Folgenden behandelt.

Polieren, Glänzen, chemisches Entgraten

Das nicht mechanische Polieren oder Glänzen erfolgt chemisch oder elektrochemisch. Beim elektrochemischen Glänzen (Elektropolieren) werden Unebenheiten von Metalloberflächen durch anodische Behandlung in starken Säuren und bei Aluminium durch Natronlauge entfernt (Mikroebenebnung). Es kommen Stromdichten bis 100 A/dm² zur Anwendung.

Das außenstromlose chemische Glänzen mit ähnlichem Effekt wird hauptsächlich bei Aluminium, Stahl, Kupfer und Kupferlegierungen, die z. B. als Reflektoren für Scheinwerfer, Nadeln oder Infrarotstrahler eingesetzt werden, mit speziellen Glänzlösungen verwendet. Beim chemischen und elektrochemischen Glänzen kommen Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Flusssäure, Chromsäure, Phosphorsäure oder Essigsäure in unterschiedlichen Gemischen und Konzentrationen zum Einsatz.

Auf Grund des geringen Wirkungsgrades der elektrochemischen Verfahren ist eine gewisse Aerosolbildung nicht zu vermeiden.

Alkalische Entfettung

Beim Entfetten oder Reinigen werden Oberflächen von Fetten, Ölen, Wachsen und anderen Schmutzschichten befreit. Das alkalische Reinigen geschieht u. a. mit Natronlauge (bis 50g/l Natriumhydroxid), ggf. bei Temperaturen bis 80 °C (Abkochentfettung) unter Anwendung von Ultraschall oder besonderen Waschverfahren (z. B. Druckflutung).

Elektrolytische Entfettung

Dieses Verfahren wird angewendet, wenn hohe Ansprüche an die Reinheit der Oberfläche gestellt werden. Die Werkstücke werden als Anode oder als Kathode geschaltet (Stromdichten 5 bis 15 A/dm²), wobei eine heftige Gasentwicklung (Sauerstoff bzw. Wasserstoff) stattfindet. Die Gasentwicklung unterstützt die Reinigungswirkung, andererseits wird dadurch eine Aerosolbildung verursacht.

Die Elektrolyte können cyanidisch (bis 30 g/l Natriumcyanid) oder rein alkalisch sein (bis 100 g/l Natriumhydroxid). Der Einsatz von Netzmitteln trägt zur Emissionsminderung bei. Die hierdurch entstehende Schaumabdeckung (Wasserstoff- und Sauer-

stoffbläschen) kann zur Explosion führen, wenn ein Zündfunke (Abreißfunke) entsteht.

Dekapieren

Als Dekapieren bezeichnet man das kurzzeitige Beizen zum Aktivieren von Metalloberflächen. Es wird meist als Zwischenstufe nach dem Entfetten und vor einer galvanischen Behandlung durchgeführt. Die Dekapierung soll alkalische Rückstände und vor allem Passivfilme entfernen.

Für das Dekapieren werden verdünnte Säuren (Salzsäure oder Schwefelsäure ca. 5 %ig) eingesetzt.

Vor dem Einbringen von Werkstücken in einen cyanidischen Elektrolyten wird ggf. in einer alkalisch/cyanidischen Lösung dekapiert (freie Cyanide bis 30 g/l).

Beizen

Beizen ist das Entfernen von Oxiden und anderen Metallverbindungen von der Werkstoffoberfläche. Es kann chemisch oder elektrolytisch erfolgen. Werden Kupferwerkstoffe mit Salpetersäure gebeizt, wird dies als Brennen bezeichnet.

Zum Beizen werden Salzsäure (ca. 20 %ig), Schwefelsäure (15 bis 50 %ig) und Phosphorsäure (ca. 20 %ig) eingesetzt. Für Aluminium wird Natronlauge verwendet.

Wasserstoffentwicklung, Badtemperatur und Badbewegung verursachen eine mehr oder weniger starke Aerosolbildung.

3.2 Beschichtungsverfahren

Bei den Beschichtungsverfahren wird unterschieden zwischen galvanischen Verfahren (Galvanisieren) und chemischen Verfahren (außenstromlose Metallabscheidung).

Galvanische Verfahren (Galvanisieren)

Dies ist die elektrolytische Metallabscheidung auf Metallen bzw. leitend gemachten Nichtleitern (z. B. Kunststoffen) durch Anlegen einer Fremdspannung.

Galvanisiert wird mit Gleichstrom niedriger Spannung, wobei das zu beschichtende Werkstück als Kathode geschaltet wird. An der Kathode wird das Metall abgeschieden. Das abzuschiedende Metall wird entweder durch Lösen einer Anode oder durch Einbringen von Metallsalzen in den Elektrolyten ergänzt.

Chemische Verfahren (außenstromlose Metallabscheidung)

Hierbei werden die Überzüge aus einer Metallsalzlösung ohne Anlegen einer Fremdspannung abgeschieden. Die Abscheidung geschieht durch Ladungsaustausch. Der unedlere Werkstoff geht in Lösung bzw. ein Reduktionsmittel wird verbraucht, während

sich der edlere Werkstoff aus der Salzlösung auf dem Werkstück abscheidet.

Das Glanz- und Hartverchromen erfolgt ausschließlich galvanisch, das Vernickeln je nach Anforderung an die Beschichtung sowohl chemisch als auch galvanisch.

Glanzverchromen/Schwarzverchromen

Hierbei werden überwiegend dünne Schichten $< 1 \mu\text{m}$ abgeschieden. In der Regel werden vorher Zwischenschichten aus Kupfer und Nickel aufgebracht.

Für die Glanzverchromung verwendet man vorzugsweise Elektrolyte mit einer Konzentration von 320 bis 380 g/l Chromtrioxid. Die Stromdichten liegen zwischen 10 und 15 A/dm². Der Wirkungsgrad beträgt 20 bis 30 %, die Elektrolyttemperatur beträgt ca. 40 °C. Die Wasserstoffentwicklung und damit der Austrag von Chromsäureaerosolen in die Luft am Arbeitsplatz sind verfahrensbedingt nicht so ausgeprägt wie beim Hartverchromen.

Aufgrund der Wasserstoffentwicklung kann es zu Explosionen kommen, wenn ein Zündfunke (Abreißfunke) entsteht.

Hartverchromen

Dies ist die direkte Abscheidung von dickeren Chromschichten ohne Zwischenschicht. Die Werkstücke müssen sorgfältig vorbehandelt werden. Gegenüber dem Glanzverchromen benötigt man einen höheren Fremdsäuregehalt (um 1 %), einen niedrigeren Chromsäuregehalt (240 bis 280 g/l Chromtrioxid) und höhere Stromdichten (40 bis 50 A/dm²). Die Elektrolyttemperatur liegt zwischen 55 und 80 °C. Der Wirkungsgrad beträgt maximal 30 %. Hiermit verbunden ist eine hohe Wasserstoffentwicklung, folglich ein größerer Austrag von Chromsäureaerosolen in die Luft am Arbeitsplatz.

Aufgrund der Wasserstoffentwicklung kann es zu Explosionen kommen, wenn ein Zündfunke (Abreißfunke) entsteht.

Chromatieren/Passivieren

Chromatieren und Passivieren sind häufig nach dem Verzinken eingesetzte Nachbehandlungsverfahren, bei dem auf der Zinkoberfläche stromlos eine Passivierungsschicht erzeugt wird. Eine Passivierungsschicht kann die Korrosion des Zinks (Weißrost) sehr lange hinauszögern. Sie dienen somit als Korrosions- und Anlaufschutz und verbessern die Lackhaftung bei nachträglicher Lackierung.

Durch das Chromatieren werden u. a. transparente, glänzende, gelbe, olivfarbene, blaue oder schwarze Deckschichten erzeugt. Die meist schwefelsauren Chromatierlösungen enthalten 1 bis 30 g/l Chromtrioxid. Die Badtemperatur beträgt ca. 20 °C, eine Aerosolbildung findet nicht statt. Beim Blaupassivieren werden dreiwertige Chromverbindungen (Chromsulfat) ggf. unter Zusatz von Cobaltsulfat eingesetzt.

In den letzten Jahren wurden auch Chrom(VI)-freie Passivierungen entwickelt, welche aber z. T. nicht die gleiche Korrosionsbeständigkeit erreichen, wie die Chrom(VI)-haltigen Passivierungen. Durch die neue EU-Gesetzgebung ist die Chromatierung mit Chrom(VI) für die Anwendung im Automobilbau (PKW $< 3,5 \text{ t}$) und bei Hausgeräten verboten worden.

Das relativ neue Verfahren der Dickschichtpassivierung von Zinkschichten verbindet die Vorteile der Chrom(VI)-Freiheit und einer guten bis sehr guten Korrosionsbeständigkeit.

Vernickeln, Glanznickel/Halbglanznickel

Diese Beschichtung erfolgt galvanisch, ausschließlich aus sauren, meist schwefelsauren Elektrolyten.

Die Elektrolyttemperatur beträgt in der Regel 60 und 65 °C. Die Stromausbeute beträgt ca. 95 %. Damit bleiben Wasserstoffentwicklung und Aerosolbildung verfahrensbedingt gering. Der Nickelaerosolgehalt in der Luft am Arbeitsplatz kann allerdings durch Elektrolytbewegungen bzw. das Einblasen von Luft beeinflusst werden.

Vernickeln – chemisch –

Hierbei arbeitet man außenstromlos in der Regel mit Natriumhypophosphit als Reduktionsmittel. Die Elektrolyttemperatur beträgt ca. 95 °C. Im Gegensatz zum galvanischen Vernickeln kommt es zu verstärkter Wasserstoffentwicklung und Aerosolbildung.

Verkupfern – cyanidisch –

Das cyanidische Verkupfern erfolgt aus einem alkalischen, kupfercyanidhaltigen Elektrolyten (bis 40 g/l freie Cyanide). Als Alkalien werden Kaliumhydroxid oder Natriumhydroxid eingesetzt (bis 20 g/l). Die Elektrolyttemperatur beträgt ca. 35 bis 45 °C. Die Aerosolbildung ist verfahrensbedingt gering, allerdings muss bei Betriebsstörungen, z. B. abgeschalteter Absaugung, CO₂-Eintrag aus der Luft bei längeren Stillstandzeiten, Einschleppen von Säuren mit der Bildung von kritischen Cyanwasserstoffkonzentrationen gerechnet werden.

Verkupfern – sauer –

Saure Kupferelektrolyte enthalten zumeist Schwefelsäure und Leitsalze auf Sulfatbasis. Einige saure Elektrolyte enthalten Fluorborat oder Methansulfonat. Die Kupferkonzentration liegt zwischen 40 und 65 g/l. Die Elektrolyttemperatur liegt bei ca. 20 bis 35 °C. Eine Aerosolbildung findet nicht statt, außer beim Betrieb von luftbewegten Elektrolyten. Erfahrungsgemäß ist dabei eine Exposition vernachlässigbar gering.

Verzinken – cyanidisch –

Beim cyanidischen Verzinken wird Zink galvanisch aus einem Elektrolyten, hergestellt aus Zinkoxid (8 bis 13 g/l), Kaliumcyanid (65 g/l) und Natriumhydroxid (70 bis 75 g/l), abgeschieden. Die Elektrolyttemperatur beträgt ca. 20 °C. Die Aerosolbildung ist

verfahrensbedingt gering. Die Stromausbeute ist aber anders als beim sauer Verzinken kleiner als 100 %. Sie variiert mit der Temperatur, dem Cyanidgehalt und der Stromdichte. Mit steigender Stromdichte verringert sich die Stromausbeute. Diese beträgt z. B. bei einer Stromdichte von 6 A/dm² nur noch 50 %. Die Abnahme ist durch eine erhöhte Wasserstoffabscheidung bedingt, die eine gesteigerte Aerosolbildung bewirkt.

Verzinken – sauer –

Klassische saure Zinkelektrolyte beruhen auf Sulfat- oder Chloridbasis. Stark saure Elektrolyte (pH < 3) werden vor allem für einfache Geometrien (Draht, Rohr, Band) eingesetzt. Schwach saure Elektrolyte (pH > 3) enthalten zur Verbesserung von Streuung und Leitfähigkeit häufig Borsäure oder Ammoniumsalze. Die Stromausbeute liegt bei 98 bis 100 %, eine Gasentwicklung ist nicht zu erkennen. Die Zinkkonzentrationen liegen in stark sauren Elektrolyten bei 140 bis 190 g/l, in schwach sauren dagegen bei 15 bis 45 g/l. Die Elektrolyttemperatur beträgt ca. 30 bis 35 °C. Eine Aerosolbildung findet nicht statt, außer beim Betrieb von luftbewegten Elektrolyten.

Verzinken – alkalisch –

Die alkalischen, cyanidfreien Verfahren gewinnen immer mehr an Bedeutung. Diese basieren auf der Bildung des Zinkhydroxokomplexes und können praktisch ohne weitere Zugabe von Komplexbildnern bei Raumtemperatur betrieben werden. Der Wirkungsgrad dieser Verfahren liegt deutlich unter 100 % (teilweise < 60 %) und es muss mit der Bildung von Aerosolen gerechnet werden.

In größerem Umfang werden auch so genannte Legierungsverfahren eingesetzt. In diesen Lösungen liegt das Zink ebenfalls als Hydroxokomplex vor, für die mit abzuscheidenden Metalle werden spezielle organische Komplexbildner den Elektrolyten zugegeben.

Aufgrund der Wasserstoffentwicklung kann es zu Explosionen kommen, wenn ein Zündfunke (Abreißfunke) entsteht.

Veredeln mit Gold und Silber

Die elektrochemische Abscheidung von Goldüberzügen kann aus cyanidischen und seltener sulfidischen Systemen erfolgen. Bei der cyanidischen Abscheidung wird als Goldelektrolyt ein Gold-Cyanid-Komplex eingesetzt, bei der sulfidischen ein Gold-Sulfit-Komplex. Die Elektrolyte können sauer und alkalisch sein. Bei der Abscheidung aus alkalischen Lösungen liegen die Temperaturen zwischen 45 und 70 °C, bei den schwach sauren bis stark sauren Elektrolyten um 35 bis 40 °C.

Die Abscheidung von Silberüberzügen erfolgt in der Hauptsache aus cyanidhaltigen, alkalischen Elektrolyten bei Raumtemperatur.

Beim elektrochemischen Vergolden und Versilbern ist mit dem Entweichen cyanidhaltiger bzw. cyanwasserstoffhaltiger Emissionen zu rechnen.

Verzinnen – sauer und alkalisch –

Für das elektrochemische Verzinnen gibt es generell zwei Arten von Elektrolyten. Saure Elektrolyte mit zweiwertigen Zinnverbindungen (Methansulfonate, Sulfate oder Fluorborate) und alkalische Elektrolyte mit vierwertigen Zinnverbindungen (Natrium- und Kaliumstannate). Die sauren Elektrolyte werden bei 20 bis 40 °C mit Stromausbeuten um 100 % betrieben, alkalische Elektrolyte bei 75 bis 85 °C mit Stromausbeuten von 75 bis 95 %.

Auf chemischem Wege (ohne Strom) lassen sich nur sehr dünne Zinnüberzüge herstellen, die auch wenig beständig gegen aggressive Medien sind. Hierzu werden Zinnchlorid in Weinstein (Kaliumhydrogentartrat) bei höheren Temperaturen (Sudverzinnen) eingesetzt.

Phosphatieren

Das Phosphatieren ist eine chemische Oberflächenbehandlung (ohne Strom), bei der un- bzw. schwerlösliche Metallphosphat-schichten gebildet werden. Phosphatieren dient als Korrosionsschutz, Haftgrund für Lacküberzüge und Kunststofffilme, Erleichterung einer nachträglichen spanlosen Verformung, Verbesserung der Gleiteigenschaften und elektrische Isolierung.

Phosphatierlösungen enthalten Zinkphosphate, freie Phosphorsäure und Beschleuniger in Form von Nitriten, Nitraten, Chloraten oder Boraten. Die Arbeitstemperaturen liegen um 20 bis 50 °C.

3.3 Eloxieren

Als Eloxieren wird die anodische Oxidation von Aluminium bezeichnet. Je nach Verfahren erhält man mehr oder weniger dicke, verschleißfeste Oxidschichten.

Beim Eloxieren wird zwischen dem Schwefelsäure- und dem Oxalsäureverfahren unterschieden. Beide Verfahren können entweder mit Gleichstrom oder (seltener) mit Wechselstrom betrieben werden.

Schwefelsäureverfahren (Gleichstrom)

Die Elektrolyte enthalten 170 bis 230 g/l Schwefelsäure. Die Elektrolyttemperatur beträgt 4 bis 22 °C. Es kommen Stromdichten von 0,5 bis 2,5 A/dm² zur Anwendung.

Oxalsäureverfahren (Gleichstrom)

Die Elektrolyte enthalten bis 80 g/l Oxalsäure. Die Elektrolyttemperatur beträgt 20 bis 60 °C. Es kommen Stromdichten von 1 bis 2 A/dm² zur Anwendung.

3.4 Anlagentechniken

Folgende Anlagentechniken werden unterschieden:

Manuell bediente Anlagen

Die Werkstücke werden von Hand in den Elektrolyten eingehängt. Kleine Werkstücke werden an speziellen Gestellen hängend eingetaucht.

Bedienung mit Hebezeug, Kran oder handbetätigtem Beschickungsgerät

Die Bedienperson führt das Werkstück mit dem Beschickungsgerät oder dem Kran zum Behandlungsbehälter.

Automatische Anlage

Die Elektrolytbeschickung wird automatisch gesteuert, d. h. programmiert. Die Bedienpersonen arbeiten nicht mehr direkt am Behälter. Die Werkstücke werden außerhalb der Anlage auf spezielle Warenträger (Gestelle) aufgesteckt. Das Gestell wird vom Beschickungsgerät der Anlage aufgenommen und programmgesteuert von Behälter zu Behälter geführt.

Das Eintauchen der Werkstücke kann einzeln erfolgen (große Teile, z. B. Walzen, Wellen mit dem Kran); bei Massenartikeln und je nach Oberflächenbehandlung kann dies auch mit Gestellen (z. B. automatische Gestellanlage) oder mit Einhängetrommeln (z. B. Trommelanlage) geschehen.

Damit die geforderten Oberflächenqualitäten erreicht werden, kann es notwendig sein, dass die im Elektrolyten eingehängten Werkstücke bewegt werden müssen. Dies erfolgt durch Werkstückbewegungsrichtungen an der Kathodenschiene oder bei großflächigen Teilen (Blechen oder Zylindern) durch Bewegen der Anode. Man spricht dann von der so genannten Wanderanode. Um mit höheren Stromdichten arbeiten zu können, kann auch eine Elektrolytbewegung angewandt werden. Dies erfolgt durch Umpumpen oder durch das Einblasen gereinigter Druckluft.

4. Relevante Gefahrstoffe

Im Folgenden werden für die relevanten Gefahrstoffe in der Galvanotechnik Form, Farbe, Geruch, die Einstufung, das Signal-

wort, die chemische Charakterisierung und die Hauptwirkungsweisen beschrieben.

Chromtrioxid, Chromsäureanhydrid, Chromsäure, fest

Form: Kristallnadeln, Schuppen
Farbe: Dunkelrot
Geruch: Geruchlos

Einstufung:

Oxidierende Feststoffe, Kategorie 1; H271
Karzinogenität, Kategorie 1A; H350
Keimzellmutagenität, Kategorie 1B; H340
Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330
Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301
Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311
Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314
Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317
Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372
Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361f
Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400
Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410



Signalwort: Gefahr

Chemische Charakterisierung:

Wasserlösliche an Luft zerfließende, ätzende Kristalle bzw. Schuppen, sehr giftig, brandfördernd. Als außerordentlich starkes Oxidationsmittel kann es mit organischen Stoffen explosionsartig reagieren. Feuergefährlich bei Berührung mit brennbaren Stoffen.

Hauptwirkungsweisen:

Akut: Reiz- bis Ätzwirkung auf Haut und Schleimhäute (insbesondere der Atemwege), Hautgeschwüre bei bestehenden Hautverletzungen, Störung des Verdauungssystems und Nierenschädigung.
Chronisch: Sensibilisierende Wirkung auf die Haut, Schleimhautreizung und Schädigungen im Atemtrakt (insbesondere Nasenulcera und Nasenscheidewandperforation).

Cyanide

Form: Feststoffe
Farbe: Weiß
Geruch: Charakteristisch, mandelartig

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen *; H330
Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310
Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken *; H300
Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400
Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410
* MindestEinstufung



Signalwort: Gefahr

Chemische Charakterisierung:

Alkali- und Erdalkalicyanide sind farblose, wasserlösliche, Schwermetallcyanide meist wenig wasserlösliche Salze. Sehr giftig. An feuchter Luft langsame und mit Säuren schnelle Freisetzung von Cyanwasserstoff (Blausäure).

Hauptwirkungsweisen (cyanidbezogen):

Akut: Reizende Wirkung auf die Schleimhäute, Herz-Kreislauf-Störungen, Erbrechen, Atemnot, Unterbrechung lebenswichtiger Stoffwechselforgänge, Blutschädigung, Tod.
Chronisch: Irritation und Schädigung von Schleimhäuten und Haut; Störung des Allgemeinbefindens.

Fluorwasserstoff (Flusssäure)

Form: Wässrige Lösung
Farbe: Farblos
Geruch: Stechend

Einstufung:

Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330
 Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310
 Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken; H300
 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314



Signalwort: Gefahr

Spezifische Konzentrationsgrenzen für Gemische:

Für die Einstufung von Gemischen sind die allgemeinen Konzentrationsgrenzen aus Anhang 1 der Verordnung (EG) 1272/2008 heranzuziehen.
 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314: $C \geq 7\%$
 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314: $1\% \leq C < 7\%$
 Augenreizung, Kategorie 2; H319: $0,1\% \leq C < 1\%$

Chemische Charakterisierung:

Mit Wasser mischbar. Farblose, hygroskopische, in Konzentrationen über 70 % rauchende Flüssigkeit, reagiert zum Teil heftig mit verschiedenen Metallen unter Wasserstoffentwicklung. Wirkt korrodierend auf Stein und Keramikmaterial.

Hauptwirkungsweisen:

Akut: Stark ätzende Wirkung auf Haut und Schleimhäute, wirkt ohne Warnschmerz und mit verspäteter stark schmerzhafter Tiefenwirkung, erhebliche Beeinflussung biochemischer Stoffwechselfvorgänge (Enzymhemmung).
Chronisch: Schädigung des Skeletts und der Zähne sowie der Lungenfunktion und der Haut.

Natriumhydroxid, Ätzsoda, Ätznatron (Natronlauge)

Form: Plättchen, Stücke, (bzw. wässrige Lösung)
Farbe: Weiß (bzw. farblos)
Geruch: Geruchlos

Einstufung:

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314
 Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1; H290



Signalwort: Gefahr

Chemische Charakterisierung:

Nicht brennbarer Feststoff. Harte, in Wasser unter starker Erwärmung sehr leicht lösliche, stark ätzende, kristalline Substanz. Zerfließt an Luft unter Aufnahme von Feuchtigkeit und Kohlenstoffdioxid. Bei Kontakt mit Säuren erfolgt heftige exotherme Reaktion. Die wässrige Lösung ist je nach Konzentration eine sirupartige bis dünnflüssige, farblose Flüssigkeit und nimmt aus der Luft Kohlenstoffdioxid, bei höheren Konzentrationen auch Feuchtigkeit auf. Die Lösung reagiert stark alkalisch und löst Wolle, Leder und Polyestergerewebe.

Hauptwirkungsweisen:

Akut: Ätzende Wirkung auf Augen, Atemwege und Haut, Augen- und Lungenschädigung. Bei oraler Aufnahme lebensgefährliche Verätzungen im Verdauungstrakt. Verätzungen führen zu Nekrosebildungen und schlecht heilenden Wunden.
Chronisch: Schädigung der Haut.

Nickel

Form: Metallisch
Farbe: Silberglänzend
Geruch: Geruchlos

Einstufung:

Karzinogenität, Kategorie 2; H351
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372
 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317



Signalwort: Gefahr

Chemische Charakterisierung:

Reines, massives Nickel ist sehr widerstandsfähig gegen Luft, Wasser, nichtoxidierende Säuren, Alkalien und vielen organischen Stoffen. Es ist leicht löslich in verdünnter Salpetersäure. Bei konzentrierter Salpetersäure bildet sich eine Oxidschicht, Nickel geht daher nicht in Lösung.

Hauptwirkungsweisen:

Akut: Irritation der Atemwege, sensibilisierendes Potential.
Chronisch: Allergisch bedingte Hautschäden.

Nickelchlorid

Form: Kristalle
Farbe: Glänzend, glasgrün
Geruch: Geruchlos

Einstufung:

Karzinogenität, Kategorie 1A; H350i
 Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341
 Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360D
 Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331
 Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372
 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315
 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317
 Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie 1; H334
 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400
 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410



Signalwort: Gefahr

Spezifische Konzentrationsgrenzen für Gemische:

Für die Einstufung von Gemischen sind die allgemeinen Konzentrationsgrenzen aus Anhang 1 der Verordnung (EG) 1272/2008 heranzuziehen.
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372: $C \geq 1\%$
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373: $0,1\% \leq C < 1\%$
 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315: $C \geq 20\%$
 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317: $C \geq 0,01\%$

Chemische Charakterisierung:

Leicht lösliche, leicht hygroskopische Kristalle.

Hauptwirkungsweisen:

Akut: Reizwirkung nach Verschlucken, Reizungen der Atemwege.
Chronisch: Krebs erzeugend, bei anhaltendem Hautkontakt Sensibilisierung möglich.

Nickelsulfat

Form: Kristalle
Farbe: Smaragdgrün
Geruch: Geruchlos

Einstufung:

Karzinogenität, Kategorie 1A; H350i
 Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341
 Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360D
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372
 Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332
 Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302
 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315
 Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie 1; H334
 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317
 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400
 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410



Signalwort: Gefahr

Spezifische Konzentrationsgrenzen für Gemische:

Für die Einstufung von Gemischen sind die allgemeinen Konzentrationsgrenzen aus Anhang 1 der Verordnung (EG) 1272/2008 heranzuziehen.
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372: $C \geq 1\%$
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373: $0,1\% \leq C < 1\%$
 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315: $C \geq 20\%$
 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317: $C \geq 0,01\%$

Chemische Charakterisierung:

Leicht lösliche, leicht hygroscopische Kristalle.

Hauptwirkungsweisen:

Akut: Reizwirkung nach Verschlucken, Reizungen der Atemwege.
Chronisch: Krebs erzeugend, bei anhaltendem Hautkontakt Sensibilisierung möglich.

Salpetersäure

Form: Wässrige Lösung
Farbe: Je nach Konzentration wasserhell, gelb bis rotbraun
Geruch: Stechend

Einstufung:

Oxidierende Flüssigkeiten, Kategorie 3; H272
 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314
 Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1; H290



Signalwort: Gefahr

Chemische Charakterisierung:

Durch Licht- und Wärmeeinwirkung zersetzt sich Salpetersäure unter Bildung von Stickstoffdioxid (Verfärbung von gelb bis rot). Nicht brennbare Flüssigkeit, mit Wasser mischbar. Mit Metallen und organischen Stoffen entstehen giftige, braunrote Stickoxide (Nitrose Gase). Sehr starkes Oxidationsmittel.

Hauptwirkungsweisen:

Akut: Stark ätzende Wirkung auf Haut und Schleimhäute. Bei Einatmen von Nitrosen Gasen Gefahr eines Lungenödems.
Chronisch: Entzündungen der oberen Atemwege.

Salzsäure

Form: Wässrige Lösung
Farbe: Farblos bis gelblich
Geruch: Stechend

Einstufung:

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition),
 Kategorie 3; H335



Signalwort: Gefahr

Spezifische Konzentrationsgrenzen für Gemische:

Für die Einstufung von Gemischen sind die allgemeinen
 Konzentrationsgrenzen aus Anhang 1 der Verordnung (EG)
 1272/2008 heranzuziehen.

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314: $C \geq 25\%$
 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315: $10\% \leq C < 25\%$
 Augenreizung, Kategorie 2; H319: $10\% \leq C < 25\%$
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition),
 Kategorie 3; H335: $C \geq 10\%$

Chemische Charakterisierung:

Mit Wasser mischbar. Eigenschaften einer 36 %igen Lösung:
 Stark ätzend. Reagiert mit Luft unter Bildung von ätzendem
 Säurerauch (Chlorwasserstoffnebel), der schwerer als Luft ist.
 Starke Säure, die heftig mit Laugen reagiert. Unedle Metalle
 werden unter Wasserstoffentwicklung gelöst. Oxide werden
 ebenfalls gelöst. Mit Oxidationsmitteln entsteht Chlor.

Hauptwirkungsweisen:

Akut: Reizende bis ätzende Wirkung auf Schleimhäute
 der Augen und des Atemtraktes und auf die
 Haut.
Chronisch: Magen- und Darmerkrankungen, Zahnschäden.

Schwefelsäure

Form: Wässrige Lösung
Farbe: Farblos
Geruch: Geruchlos

Einstufung:

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314
 Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1; H290



Signalwort: Gefahr

Spezifische Konzentrationsgrenzen für Gemische:

Für die Einstufung von Gemischen sind die allgemeinen
 Konzentrationsgrenzen aus Anhang 1 der Verordnung (EG)
 1272/2008 heranzuziehen.

Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314: $C \geq 15\%$
 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315: $5\% \leq C < 15\%$
 Augenreizung, Kategorie 2; H319: $5\% \leq C < 15\%$

Chemische Charakterisierung:

Nicht brennbare Flüssigkeit. Wasserhell, leicht viskos, stark
 hygroskopisch. Mit Wasser mischbar, schwerer als Wasser,
 wenig flüchtig. Wirkt stark ätzend und mit zunehmender Tem-
 peratur oxidierend. Konzentrierte Schwefelsäure kann organi-
 sche Substanzen durch Wasserentzug unter Verkohlung zer-
 stören. Unedle Metalle werden unter Wasserstoffentwicklung
 angegriffen. Heiße konzentrierte Säure wirkt stark oxidierend.
 Sie greift auch Edelmetalle an. Mit Alkali- und Erdalkalimetal-
 len sowie Ammoniaklösung erfolgt eine explosionsartige Re-
 aktion.

Hauptwirkungsweisen:

Akut: Verursacht starke Verätzungen auf Haut und
 Schleimhäute, schlecht heilende Wunden, Ver-
 ätzung des Atemtraktes.
Chronisch: Entzündungen der oberen Atemwege, chroni-
 sche Bronchitis.

5. Arbeitsplatzgrenzwerte für die relevanten Gefahrstoffe

In der Tabelle 1 sind die derzeit gültigen Arbeitsplatzgrenzwerte einschließlich der Kurzzeitwerte für die relevanten Gefahrstoffe aufgeführt.

Gefahrstoff	Arbeitsplatzgrenzwert mg/m ³	Spitzenbegrenzung; Überschreitungs- faktor	Bemerkungen
Chlorwasserstoff	3	2 (I)	
Chrom(VI)-Verbindungen	–	–	*** 95-Perzentile der EGU: 0,04 mg/m ³ für das Hartverchromen 0,006 mg/m ³ für das Glanz- und Schwarzverchromen
Cyanide (als CN berechnet)	2 E*	1*	
Cyanwasserstoff	2,1*	1*	
Cobalt und seine Verbindungen	–	–	kein verbindlicher AGW
Fluoride (als Fluorid berechnet)	1 E	4 (II)	
Fluorwasserstoff	0,83	2 (I)	
Summe aus Fluoriden und Fluorwasserstoff	–	–	
Natriumhydroxid	–	–	kein verbindlicher AGW 2 mg/m ³ nach LIG
Nickel in Form atembarer Tröpfchen	–	–	*** 95-Perzentile der EGU: 0,03 mg/m ³ für das galvanische Vernickeln 0,02 mg/m ³ für das chemische Vernickeln
Phosphorpentoxid (als Orthophosphorsäure)	2 E	2 (I)	
Salpetersäure	2,6	–	
Schwefelsäure	0,05 E**	**	
E: Einatembare Fraktion * Empfehlungen der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Kommission) ** RL 2009/161/EU, Arbeitsplatz-Richtgrenzwert der Europäischen Gemeinschaft *** Für Stoffe ohne Arbeitsplatzgrenzwert (Krebs erzeugende Gefahrstoffe) können die 95-Perzentile des Anhangs, Tabelle 2 der BGI/GUV-I 790-016 „EGU-Empfehlungen – Galvanotechnik und Eloxieren“ als Beurteilungsmaßstab herangezogen werden. Diese Werte beschreiben die Exposition nach dem Stand der Technik. LIG = Liste internationaler Grenzwerte			

Tabelle 1: Gefahrstoffe, Arbeitsplatzgrenzwerte, Spitzenbegrenzungen sowie Bewertungsmöglichkeiten für Stoffe ohne Grenzwerte

6. Informationsermittlung

Wer im Betrieb Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sicher durchführen will, muss genau wissen, welche Gefahrstoffe eingesetzt werden bzw. bei welchen Arbeitsprozessen Gefahrstoffe verfahrensbedingt entstehen. Dem entsprechend muss der Unternehmer die damit verbundenen Gefährdungen der Beschäftigten ermitteln und entsprechende Schutzmaßnahmen festlegen.

Dies setzt jedoch voraus, dass der Unternehmer weiß, was überhaupt Gefahrstoffe sind.

Erste Hinweise darauf, dass es sich um einen Gefahrstoff handelt, welche gefährlichen Eigenschaften dieser besitzt, welche Gefahren auftreten können und welche Schutzmaßnahmen erforderlich sind, erhält der Unternehmer aus der Kennzeichnung (Abb. 1) und dem aktuellen Sicherheitsdatenblatt. Hierbei ist insbesondere auf Aktualität des Sicherheitsdatenblattes zu achten.

Abbildung 1 und 2 zeigen die Kennzeichnung von Gebinden nach der neuen CLP-Verordnung.

Wird aber ein Arbeitsstoff eingesetzt, der nicht gekennzeichnet ist, bleiben Zweifel. Es kann sich um einen Stoff ohne Gefährlichkeitsmerkmale handeln, es kann aber auch eine Unterlassung des Inverkehrbringers vorliegen. Auch in diesen Fall muss der Unternehmer prüfen, ob bei den vorgesehenen Tätigkeiten stoffbedingte Gefahren – also Gefahrstoffe bei der Verwendung oder im Fertigungsprozess entstehen. Erforderlichenfalls muss er sich hierzu fachlich beraten lassen (z. B. vom Hersteller).

Für die im Betrieb verwendeten Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse muss nach der GefStoffV für die jeweilige Tätigkeit ermittelt werden, welche Gefahren auftreten. Dazu werden in der Verordnung detaillierte Anforderungen beschrieben, die allen denen helfen sollen, die sich nicht ständig mit Gefährdungen durch Gefahrstoffe befassen. Tabelle 2 enthält die Anforderungen nach § 6 Abs. 1 mit erläuternden Hinweisen.



Abb. 1: Kennzeichnung für Chromsäure



Abb. 2: Kennzeichnung eines Behälters nach der CLP-Verordnung

Anforderung	Hinweise; Erläuterungen
Gefährliche Eigenschaften der Stoffe oder Zubereitungen	Erste Hinweise, welche gefährlichen Inhaltsstoffe in den Produkten vorhanden sind, erhält man aus der Kennzeichnung der Gebinde und aus dem Sicherheitsdatenblatt. Es ist aber auch darauf zu achten, ob verfahrensbedingt Stoffe entstehen und diese ggf. gefährliche Eigenschaften haben.
Informationen des Herstellers oder Inverkehrbringers zum Gesundheitsschutz und zur Sicherheit, Sicherheitsdatenblatt	Nach § 5 GefStoffV muss der Inverkehrbringer spätestens bei der ersten Lieferung ein Sicherheitsdatenblatt, das den Anforderungen gemäß Artikel 31 in Verbindung mit Anhang II der REACH-Verordnung entspricht übermitteln. Insbesondere die im Abschnitt 2 „Mögliche Gefahren“ und im Abschnitt 3 „Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen“ aufgeführten Hinweise können für die Informationsermittlung sehr gut herangezogen werden.
Ausmaß, Art und Dauer der Exposition unter Berücksichtigung aller Expositionswege; dabei ist zu berücksichtigen, ob die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden	Dies kann z. B. durch Messungen der Konzentration des Gefahrstoffes in der Luft am Arbeitsplatz, durch zuverlässige Berechnungen, durch Anlagenvergleiche aber auch durch Bestimmung der aufgenommenen Stoffe in den menschlichen Körper geschehen. Die BGI 790-016 „EGU-Empfehlungen – Galvanotechnik und Eloxieren“ enthält für typische Verfahren konkrete Messergebnisse.
physikalisch-chemische Wirkungen	Hier ist u. a. das Brand- und Explosionsverhalten von im Prozess unerwünscht entstehenden Wasserstoff zu berücksichtigen.
Möglichkeiten einer Substitution von Stoffen oder Verfahren	Das in der TRGS 600 enthaltene „Spaltenmodell“ ermöglicht dies u. a. durch Vergleich der R-Sätze, der Einstufung und einiger sicherheitstechnischen Kennzahlen (Dampfdruck, Flammpunkt, Wassergefährdungsklasse). Auch durch Einsatz von emissionsmindernden Netzmitteln, kann die Exposition reduziert werden.
Arbeitsbedingungen und Verfahren, einschließlich der Arbeitsmittel und der Gefahrstoffmenge	Verfahrenstechnische Parameter, wie Siedepunkt, Dampfdruck oder die Folgen einer Staubentwicklung sollten hier berücksichtigt werden. Anstelle staubförmiger Gefahrstoffe lassen sich diese ggf. auch in Granulatform, als Pasten oder in gelöster, flüssiger Form einsetzen.
Arbeitsplatzgrenzwerte und biologische Grenzwerte	Liegen keine Grenzwerte vor, kann das „einfache Maßnahmenkonzept“ der BAuA oder der BGIA-Report Handlungshilfen für die Gefährdungsbeurteilung bei Stoffen ohne Grenzwert herangezogen werden.
Wirksamkeit der getroffenen oder zu treffenden Schutzmaßnahmen	Ob eine Schutzmaßnahme ausreichend wirksam ist, kann erst nach der Wirksamkeitsprüfung festgestellt werden. Die kann z. B. durch eine Messung der Konzentration im Arbeitsbereich oder durch regelmäßige Prüfung der Lüftungstechnischen Einrichtung erfolgen. Auch mit Rauchröhrchen kann auf einfachste Weise die Wirksamkeit der Erfassungselemente direkt am Elektrolyten gecheckt werden.
Schlussfolgerungen aus durchgeführten arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen	Hier können Erfahrungen und Ergebnisse aus ärztlichen Untersuchungen herangezogen werden.

Tabelle 2: Anforderungen nach § 6 Abs. 1 GefStoffV

7. Gefahrstoffverzeichnis

Der Unternehmer ist verpflichtet, die Gefahrstoffe, mit denen im Betrieb Tätigkeiten ausgeführt werden in einem Verzeichnis zu erfassen (§ 6 Abs. 10 GefStoffV). Auf die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter ist hinzuweisen.

Das Gefahrstoffverzeichnis ist eine Aufstellung der Gefahrstoffe aus den einzelnen Arbeitsbereichen eines Betriebes sowie jener Gefahrstoffe, die beim Fertigungs- oder Produktionsablauf entstehen können. Das Gefahrstoffverzeichnis muss folgende Angaben enthalten:

1. Bezeichnung des Gefahrstoffes
2. Einstufung des Gefahrstoffes oder Angaben zu den gefährlichen Eigenschaften
3. Mengbereiche des Gefahrstoffes im Betrieb
4. Arbeitsbereiche

Es hat den Zweck, einen Überblick über die im Betrieb hergestellten, verwendeten und freigesetzten Gefahrstoffe zu geben. Das Verzeichnis muss allen betroffenen Beschäftigten und ihren Vertretern zugänglich sein und ist auf dem aktuellen Stand zu halten. Dabei sollte sichergestellt werden, dass Informationen über diejenigen Gefahrstoffe, die bislang im Betrieb eingesetzt wurden, nicht verloren gehen. Bei späteren Erkrankungen von Beschäftigten kann dann recherchiert werden, mit welchen Gefahrstoffen zum Zeitpunkt der Beschäftigung Tätigkeiten ausgeführt wurden. Die Angaben im Gefahrstoffverzeichnis beziehen sich immer auf einen Arbeitsbereich.

7.1 Muster-Gefahrstoffverzeichnisse

In galvanotechnischen Betrieben befinden sich Gefahrstoffe im Lager und in den verschiedenen Elektrolyten, wobei unterschiedliche Mengen bzw. Zusätze in den jeweiligen Behandlungsbehältern benötigt werden. Die Erstellung eines klassischen Gefahrstoffverzeichnisses für diesen Bereich ist somit wenig hilfreich. Aus diesem Grunde wurden für diese Branche zwei Muster-Gefahrstoffverzeichnisse (siehe Anhang 1) erarbeitet, die neben den allgemeinen Daten zusätzliche Angaben enthalten:

- Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte
- Gefahrstoffverzeichnis für das Gefahrstofflager

In dem **Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte** sind zunächst die am häufigsten angewandten Beschichtungsverfahren (Verchromen, Vernickeln, Verkupfern etc.) und anschließend Vor- und Nachbehandlungsverfahren aufgeführt.

Das Gefahrstoffverzeichnis enthält acht Spalten:

Spalte 1: „Nr.“ Ordnungsnummer des Verfahrens/Elektrolyten, ggf. vom Anwender einzutragen.

Spalte 2: „Verfahren/Elektrolyten“. Neben dem Verfahren sind pH-Wert und Temperatur angegeben.

Spalte 3: „Gefahrstoff“. Hier werden die Gefahrstoffe aufgeführt, die üblicherweise bei dem jeweiligen Verfahren Verwendung finden.

Spalte 4: „Einstufung oder gefährliche Eigenschaften“. Angegeben werden Einstufung, Gefahrenbezeichnung sowie R- und S-Sätze. Die Einstufung wurde in Anlehnung an die Stoffliste nach Anhang I der EG-Grundrichtlinie (67/548/EWG) entsprechend der Einsatzkonzentration der aufgeführten Gefahrstoffe vorgenommen.

Spalte 5: „WGK“. Angegeben wird die Wassergefährdungsklasse für den vorliegenden Elektrolyten.

Spalte 6: „Mengbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)“. Hier soll die Gesamtmenge (Elektrolytinhalt, Füllmenge) des eingesetzten Mediums (Elektrolyt, Reiniger etc.) angegeben werden. Eingetragen sind bereits die üblichen Konzentrationen.

Spalte 7: „Betroffener Personenkreis“. Es wird empfohlen, hier die Namen der Beschäftigten einzutragen, die mit der Bedienung der Anlage betraut sind und Tätigkeiten mit den Gefahrstoffen ausführen. Bei ausgeschiedenen Mitarbeitern oder Mitarbeitern, die im Betrieb umgesetzt wurden, ist es zudem sinnvoll, die Beschäftigungsdauer dieser Personen z. B. in der Personalakte zu dokumentieren.

Spalte 8: „Bemerkungen“. Diese Spalte ist für zusätzliche Angaben vorgesehen. Es wird bereits auf besondere Gefahren, z. B. Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffentwicklung, hingewiesen. Soweit nach dem Stand der Technik Absaugungen am Elektrolyten erforderlich sind, wird der Hinweis „Absaugung erforderlich“ gegeben. In einigen Fällen werden Absaugungen empfohlen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn eine Absaugung aus Gründen der Anlagenerhaltung (z. B. Korrosion) sinnvoll ist.

Das **Gefahrstoffverzeichnis für das Gefahrstofflager** ist alphabetisch gegliedert. Es beinhaltet sechs Spalten:

Spalte 1: „Nr.“. Ordnungsnummer des Gefahrstoffes, ggf. vom Anwender einzutragen.

Spalte 2: „Gefahrstoff“. Es sind die Einsatzstoffe aufgeführt, die sich normalerweise im Gefahrstofflager befinden.

Spalte 3: „Einstufung oder gefährliche Eigenschaften“ entsprechend der CLP-Verordnung und der EG-Stoffrichtlinie. Angegeben werden Einstufung, H-Sätze, Signalwort bzw. Gefahrenbezeichnung sowie R- und S-Sätze. Entsprechend der Konzentration der aufgeführten Gefahrstoffe wurde eine Einstufung in Anlehnung an die Stoffliste aus der CLP-Verordnung bzw. nach Anhang I der EU-Stoffrichtlinie vorgenommen.

Spalte 4: „WGK“. Angegeben wird die Wassergefährdungsklasse.

Spalte 5: „Mengen des Gefahrstoffes“. Hier sollen die durchschnittlichen Lagermengen angegeben werden.

Spalte 6: „Bemerkungen“. Diese Spalte ist für zusätzliche Angaben vorgesehen.

7.2 Betriebsspezifische Ergänzungen für die Gefahrstoffverzeichnisse

Die Gefahrstoffverzeichnisse enthalten bereits allgemeingültige Eintragungen. Der Unternehmer muss diese überprüfen und die noch fehlenden Daten (z. B. gekennzeichnet durch Linien) eintragen.

Die Angaben im Muster-Gefahrstoffverzeichnis sind zu ändern, falls betriebsspezifische Parameter (Temperatur, pH-Wert, Inhaltsstoffe, Konzentration) davon abweichen, nicht zutreffendes (z. B. ein Gefahrstoff) ist zu streichen.

Die erforderlichen Angaben für Verfahren/Elektrolyte bzw. Gefahrstoffe im Lager, die nicht in den Muster-Gefahrstoffverzeichnissen aufgeführt sind, können in den leeren Feldern eingetragen werden.

Sind mehrere Behandlungsbehälter vorhanden, kann die Anzahl der Behälter bei gleichem Elektrolyten in der Spalte „Bemerkungen“ vermerkt werden (z. B. drei Verchromungsbehälter). Liegen unterschiedliche Elektrolytinhalte vor, sollten diese in den leeren Feldern aufgeführt und in der Spalte „Bemerkungen“ ggf. nähere Hinweise gegeben werden.

Weicht die Einsatzkonzentration von der im Muster-Gefahrstoffverzeichnis „Verfahren/Elektrolyte“ angegebenen Konzentration (Spalte 6 „Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)“) ab, ist beim Hersteller/Lieferanten nachzufragen, welche Einstufung (vgl. Spalte 4) für diese Konzentration zutrifft.

Das Gefahrstoffverzeichnis ist bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben und mindestens einmal jährlich auf Aktualität zu überprüfen. Der Bearbeitungsstand kann in der ersten Zeile des Gefahrstoffverzeichnisses eingetragen werden, wobei empfohlen wird, den Bearbeiter dort ebenfalls zu nennen.

7.3 Muster-Gefahrstoffverzeichnisse auf der CD-ROM

Dieser Handlungshilfe ist eine CD-ROM beigelegt, auf der die Muster-Gefahrstoffverzeichnisse unter folgenden Bezeichnungen aufgespielt sind:

- für Verfahren/Elektrolyte
Dateiname: Verfahren.doc
- für das Lager
Dateiname: Lager.doc

Die Dateien wurden mit dem Textverarbeitungsprogramm Word 7.0 unter Windows erstellt.

8. Gefährdungsbeurteilung

Bei der Herstellung metallischer Überzüge kann nicht ohne weiters ausgeschlossen werden, dass verschiedene Gefahrstoffe (z. B. sechswertige Chromverbindungen, Nickelverbindungen in Form atembarer Tröpfchen, Natriumhydroxid, Schwefelsäure) in der Luft am Arbeitsplatz auftreten.

Der Unternehmer ist deshalb verpflichtet Gefährdungsbeurteilungen durchzuführen.

Die Gefahrstoffexposition der Mitarbeiter in den Arbeitsbereichen ist im Wesentlichen abhängig von:

- den als Elektrolyt eingesetzten Stoffen/Zubereitungen und dem Einsatz von Netzmitteln
- der Konzentration der Einsatzstoffe im Elektrolyten
- der eingesetzten Anlagentechnik
- den Verfahrensparametern wie Temperatur, Lufteinblasung, Stromdichte und -ausbeute
- den Lüftungstechnischen Verhältnissen, z. B. Randabsaugung, Raumlüftung
- der Aufenthaltsdauer/Expositionszeit.

Die Beurteilung der Exposition erfolgt dann in der Regel durch eine Arbeitsbereichsanalyse nach der TRGS 402. Innerhalb der Arbeitsbereichsanalyse kann u. a. durch Expositionsmessungen, zuverlässige Berechnungen oder durch Anlagenvergleiche festgestellt werden, ob die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten oder überschritten werden. In der Tabelle 3 werden Messwerte der BG ETEM für verschiedene Verfahren/Elektrolyte dargestellt. Weitere Messwerte befinden sich in der BGI 790-016 „EGU-Empfehlungen – Galvanotechnik und Eloxieren“. Liegen die Belastungen für die Gefahrstoffe unterhalb der in der EGU-Empfehlung angegebenen 95 %-Werte, so kann davon ausgegangen werden, dass der Stand der Technik erreicht ist (siehe auch Tabelle 1).

Im Anhang 2 wird am Beispiel „Glanzverchromen an einer Handanlage“ dargestellt, wie eine Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV durchgeführt werden kann. Weiterhin enthält Anhang 2 ein entsprechendes Beispiel für die Dokumentation.

In jedem Fall sind aber noch mögliche Brand- und Explosionsgefahren (§ 11 und Anhang I Nr. 1) sowie die sonstigen Gefahren in der Gefährdungsbeurteilung zu bewerten und ggf. weitergehende Schutzmaßnahmen zu treffen. Im Gefahrstoffverzeichnis (Anhang 1) sind dazu in der Spalte Bemerkungen Hinweise auf eine Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffentwicklung enthalten. Ein Muster für ein Explosionsschutz-Dokument nach der Betriebssicherheitsverordnung zeigt Anhang 3.

Dokumentation

Die Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren. In der Dokumentation sind insbesondere anzugeben, die am Arbeitsplatz auftretenden Gefährdungen, die Prüfung der Möglichkeiten der Substitution, deren Ergebnis mit Begründung sowie die nach dem Dritten und Vierten Abschnitt der GefStoffV durchzuführenden Maßnahmen. Dabei ist auch anzugeben, wie die Wirksamkeitskontrolle erfolgt.

Wichtig ist, dass der Unternehmer unabhängig von der Zahl der Beschäftigten eine Tätigkeit mit Gefahrstoffen erst aufnehmen lassen darf, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung vorgenommen wurde und die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen wurden.

Der Unternehmer kann die Gefährdungsbeurteilung entweder selbst oder von Fachkundigen erstellen lassen. Die Fachkraft für Arbeitssicherheit und der Betriebsarzt, werden in der Verordnung als fachkundige Personen genannt.

Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Messwerte	50 %-Wert mg/m ³	95 %-Wert mg/m ³
Hartverchromen	Chrom(VI)-Verbindungen	23	116	0,007	0,079
Chromatieren	Chrom(VI)-Verbindungen	9	21	0,005	0,007
Vernickeln galvanisch	Nickel in Form atembarer Tröpfchen	30	59	0,0012	0,026
Vernickeln chemisch	Nickel in Form atembarer Tröpfchen	10	18	0,0016	0,022
Vorbehandlung allgemein	Natriumhydroxid	31	20	0,04	0,145
Eloxieren Schwefelsäureverfahren	Schwefelsäure	19	85	0,057	0,400

Tabelle 3: Auswertung der Messdaten unserer Berufsgenossenschaft für den Zeitraum 2005 bis 2010

9. Schutzmaßnahmen

9.1 Kennzeichnung von Behältern

Nach der Gefahrstoffverordnung ist sicherzustellen, dass die Behälter der Elektrolyte entsprechend den enthaltenen Gefahrstoffen sowie den davon ausgehenden Gefahren eindeutig gekennzeichnet sind.

Damit es nicht zu Verwechslungen kommt, wird empfohlen, generell eine Behälterkennzeichnung vorzunehmen. Dabei sollten die Elektrolyttemperatur und der pH-Wert mit aufgenommen werden, wenn hierdurch zusätzliche Gefährdungen entstehen. Da es beim Hart- und Glanzverchromen gelegentlich zu Verpuffungen kommen kann, sollten diese Behälter zusätzlich mit dem Hinweis „Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffentwicklung“ gekennzeichnet werden.

Im Anhang 4 sind Beispiele für die Kennzeichnung von Behältern abgebildet. Diese sind ebenfalls auf der CD-ROM und können von dort herunter geladen werden.

9.2 Schutzmaßnahmen

Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Gesundheitsgefahren durch Gefahrstoffe müssen bereits im Vorfeld, also vor dem praktischen Einsatz im Betrieb ansetzen.

Hier hat sich die Einführung eines Gefahrstoff-Management-Systems mit festgeschriebenen Abläufen vom Einkauf bis zur Entsorgung bzw. Abwasserbehandlung bewährt.

Das sichere Arbeiten mit Gefahrstoffen darf nicht dem Zufall überlassen werden.

Durch Festlegung und Beschreibung von Regeln und Verfahrensabläufen, Einrichten der notwendigen betrieblichen Steuerungsinstrumente und nicht zuletzt Schulung der Vorgesetzten und Mitarbeiter sollte ein System geschaffen werden, das im betrieblichen Alltag selbstverständlich und zwangsläufig, zum angestrebten Ziel führt.

Die konkret im Betrieb erforderlichen Schutzmaßnahmen ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung und müssen sich am Stand der Technik orientieren.

Die Frage nach der Einhaltung des „Stand der Technik“ ist nicht mehr ohne weiteres durch Vergleich mit einem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) zu beantworten. Durch das aktuelle Gefahrstoffrecht (TRGS 900) sind für technisch basierte Grenzwerte und generell für Krebs erzeugende Gefahrstoffe die damaligen Technischen Richtkonzentrationen (TRK) außer Kraft gesetzt worden. Eine Bewertung von z. B. Chrom(VI)- oder Nickel-Aerosol-Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz ist hiernach nicht mehr einfach möglich.

Eine wertvolle Hilfestellung bietet hier die EGU-Empfehlung für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung „Galvanotechnik und Eloxieren“ (BGI 790-016).

In der EGU-Empfehlung sind Maßnahmen beschrieben, die zu einer Einhaltung des Standes der Technik führen. Dieser orientiert sich bei Gefahrstoffen ohne AGW am 95-Perzentil der in Betrieben gewonnenen Arbeitsplatzkonzentrationen. In der Praxis bedeutet dies, dass mittels wirksamer Randabsaugung am Chrom- oder Nickelelektrolyten, ggf. Einsatz wirksamer Netzmittel und einer ausreichenden Raumlüftung, das 95-Perzentil für Chrom(VI)- bzw. Nickelaerosole in der Luft am Arbeitsplatz eingehalten werden kann.

Im Folgenden werden die Maßnahmen entsprechend der Rangfolge der Schutzmaßnahmen mit praktischen Beispielen erläutert.

9.2.1 Substitution

Im Rahmen einer Substitutionsprüfung muss generell überprüft werden, ob die Anwendung emissionsärmerer Verfahren oder der Einsatz ungefährlicherer Stoffe möglich ist. Zu den Grundpflichten des Arbeitgebers gehört es, das Ergebnis der Überprüfung zu dokumentieren (siehe § 7 GefStoffV mit TRGS 600).

In der Praxis kann diese Forderung erfüllt werden, wenn im Rahmen des Freigabeverfahrens bzw. der Einführung von Gefahrstoffen im Betrieb die Anforderungen der TRGS 600 umgesetzt werden und eine Dokumentation des Ergebnisses im Gefahrstoffverzeichnis erfolgt. Sehr hilfreich ist hierzu ein Ablaufschema im Anhang der TRGS 600.

Denkbar wäre es, dass in dieser Broschüre vorgestellte Muster-Gefahrstoffverzeichnis um entsprechende Spalten „Substitutionsprüfung: ja/nein“ zu erweitern und gleichzeitig auf ein im Betrieb implementiertes Verfahren zur Substitutionsprüfung hinzuweisen.

Ersatzstoffe

Sobald die Ermittlungen ergeben haben, dass es sich bei dem eingesetzten bzw. dem vorgesehenen Arbeitsstoff um einen Gefahrstoff handelt, muss geklärt werden, ob nicht auch der Einsatz eines ungefährlicheren Ersatzstoffes möglich ist.

Das gesundheitliche Risiko von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen ist außerordentlich komplex und hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dies sind u. a.:

- arbeitsmedizinisch-toxikologische Faktoren (z. B. Aufnahme und Wirkung des Stoffes, schädigende Stoffeigenschaften, Wahrscheinlichkeit eines möglichen Gesundheitsschadens)
- chemisch-physikalische Faktoren (z. B. Aggregatzustand, Sie-

depunkt, Dampfdruck, Schmelzpunkt, Mischungsverhältnis, Sättigungskonzentration)

- betriebs- und verfahrenstechnische Faktoren (z. B. Arbeitsverfahren, Exposition am Arbeitsplatz)

Beispiele:

Reinigungs- und Entfettungsverfahren auf der Basis wässriger Tenside bieten heute gegenüber den gefährlicheren Chlorkohlenwasserstoffen (z. B. Perchlorethylen, Trichlorethylen) häufig eine kostengünstigere Alternative, betrachtet man allein die beim CKW-Einsatz erforderliche Anlagentechnik sowie die Entsorgung aufgrund von Arbeitsschutz- und Umweltauflagen (Abb. 3).

In Bereichen der Automobilindustrie zeichnen sich hinsichtlich des Einsatzes von Chrom(VI)-Verbindungen beim Chromatieren verzinkter Bauteile erste Entwicklungen ab. Als Alternative haben sich Chromitierungen bewährt. Darunter versteht man Beschichtungen aus Zinkoxid, Zinkhydroxid, Chrom(III)- und Kobaltverbindungen.



Abb. 3: Geschlossene Entfettungsanlage mit Tetrachlorethen (Per) als Reinigungsmittel

Emissionsarme Verfahren oder Verwendungsformen

Können keine Ersatzstoffe eingesetzt werden, so steht als nächstes die Frage nach einem emissionsärmeren Verfahren und dem Einsatz emissionsarmer Verwendungsformen des Arbeitsstoffes an.

Beispiele:

Geschlossenes System

Gibt es z. B. aus fertigungstechnischen Gründen keinen Ersatz für Tetrachlorethen (Perchlorethylen) sind solche Verfahren einzusetzen, die einen Kontakt der Beschäftigten zu diesem Gefahrstoff ausschließen. Dies ist möglich durch den Einsatz einer geschlossenen Anlage (Abb. 3).

Emissionsarme Verfahren

Dies sind solche Verfahren, die wenig Emissionen freisetzen.

Der Einsatz von Elektrolyten mit Netzmitteln, z. B. beim Hart- und Glanzverchromen sind hier gute Beispiele für emissionsarme Beschichtungsverfahren (Abb. 4).



Abb. 4: Einsatz von Netzmitteln beim Verchromen

Allein der Einsatz eines wirksamen Netzmittels kann die Chrom(VI)-Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz erheblich reduzieren. Untersuchungen in Mitgliedsbetrieben der BG ETEM ergaben Chrom(VI)-Konzentrationen unterhalb des 95-Perzentils der BGI 790-016 ausschließlich durch den Einsatz von Netzmitteln.

Beim Eloxieren mit dem Schwefelsäureverfahren haben erste Untersuchungen ergeben, dass eine Minderung der Schwefelsäure-Aerosole in der Luft am Arbeitsplatz durch eine Kathodenumhüllung möglich ist.

Die Kathode im Eloxalelektrolyten wird hierbei mit einem Kunststoffvlies umhüllt, das spezielle Eigenschaften aufweist:

- Säurebeständigkeit
- Undurchlässigkeit für Gasbläschen im Elektrolyten
- Durchlässigkeit für Wasserstoff über dem Elektrolyten
- Undurchlässigkeit für Aerosole über dem Elektrolyten



Abb. 5: Kathodenumhüllung zur Reduzierung der Schwefelsäure-Aerosole beim Eloxieren

Durch die Kathodenumhüllung konzentriert sich die Gasentwicklung an der Kathode, es findet hier eine Trennung von Schwefelsäuretröpfchen und Gasphase statt. Ein Entweichen von Aerosolen über die gesamte Elektrolytoberfläche in die Luft am Arbeitsplatz wird verhindert. Die bisher vorliegenden Untersuchungen „mit und ohne“ Kathodenumhüllung zeigen, dass eine deutliche Reduzierung der Schwefelsäure-Aerosole in der Luft am Arbeitsplatz bis um den Faktor 10 zu erreichen ist. Sicherlich sind noch weitere Untersuchungen erforderlich. Mit Blick auf die Forderungen der TRGS 600 „Substitution“ kann jedoch schon jetzt diese Methode zur Emissionsminderung eine mögliche Alternative sein.

Ungefährliche Verwendungsform

So genannte „ungefährliche Verwendungsformen“ können sich ebenfalls erheblich auf die freiwerdende Gefahrstoffkonzentration am Arbeitsplatz auswirken. Anstelle staubförmiger Gefahrstoffe lassen sich diese z. B. häufig auch in Granulatform, als Pasten oder ggf. in gelöster, flüssiger Form einsetzen.

Der Einsatz von fertig angesetzten Elektrolyten bietet den Vorteil, dass nicht mit gefährlichen Einsatzstoffen umgegangen werden muss und damit das immer gefahrenträchtige Ansetzen entfällt (Abb. 6).



Abb. 6: Fertigansatz für die Versorgung von Behandlungsbehältern

9.2.2 Technische Schutzmaßnahmen

Technische Schutzmaßnahmen haben absoluten Vorrang vor organisatorischen, persönlichen oder arbeitsmedizinischen Schutzmaßnahmen. Sie sollen möglichst zwangsläufig dafür sorgen, dass Gase, Dämpfe, Stäube etc. nicht in den Arbeitsbereich des Beschäftigten gelangen können, bzw. ein Kontakt zu den Gefahrstoffen auf ein Mindestmaß beschränkt bleibt.

Als Maßstab dient hier der „Stand der Technik“, also der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, der sich in der praktischen Anwendung bewährt hat.

Entsprechend der Rangfolge ihrer Wirksamkeit werden folgende technische Maßnahmen unterschieden:

Auswahl von Arbeitsverfahren, Anlagentechniken etc. die ein Freiwerden von Gefahrstoffen ausschließen (geschlossene Anlage)

Für besonders gefährliche Krebs erzeugende Gefahrstoffe sind Verarbeitungsverfahren in geschlossenen Anlagen und Apparaturen sogar zwingend vorgeschrieben.

Beispiel:

Geschlossene Befülleinrichtung (Zudosieren) für Behandlungsbehälter

Das Befüllen von Behältern z. B. mit Säuren, Laugen und sonstigen gefährlichen Zubereitungen ist, soweit dies noch aus Behältnissen „von Hand“ geschieht, mit erheblichen Unfallgefahren (unbeabsichtigtes Verspritzen, Verschütten, Sturz beim Transport u. a.) verbunden.

Ideal ist hier die Versorgung der Behandlungsbehälter durch geschlossene Befüllsysteme (Abb. 6 und 7).



Abb. 7: Versorgung von Behandlungsbehältern aus einem geschlossenen Befüllsystem

Absaugung freiwerdender Gefahrstoffe an der Austritts- oder Entstehungsstelle

Kann nun durch das Arbeitsverfahren doch nicht sicher ausgeschlossen werden, dass Gefahrstoffe in den Arbeitsbereich des Beschäftigten gelangen, müssen diese an ihrer Austritts- oder Entstehungsstelle erfasst (d. h. abgesaugt) und gefahrlos für Mensch und Umwelt fortgeleitet werden.

Hinsichtlich ihrer Effektivität unterscheidet die Lüftungstechnik drei grundsätzliche Erfassungstechniken.

Geschlossenes Erfassungssystem

In diesem allseitig geschlossenen Anlagensystem sorgt die angebaute Absaugung dafür, dass keine etwa brand- und explosionsgefährlichen Konzentrationen entstehen oder Gefahrstoffe an Undichtigkeiten der Kapselung austreten können (Abb. 8).



Abb. 8: Automatische Anlage mit Lüftungskabine am Transportwagen (Quelle: Fa. Stohrer-Duduco)

Halboffenes Erfassungssystem

Die Emissionsquelle an der Anlage ist hierbei bis auf unbedingt notwendige Bedienungsöffnungen gekapselt. An dieser halboffenen Kapselung (Erfassung) ist die Absaugung angeschlossen (Abb. 9 und 10).



Abb. 9: Wandabsaugungen an Beschichtungsbehältern



Abb. 10: Beidseitige Randabsaugung

Offenes Erfassungssystem

Die Emissionsquelle ist nicht umschlossen. Die Erfassung der Gefahrstoffe, mittels Saugtrichter, -rüssel o.ä. kann zwar auch zu guten Ergebnissen führen, jedoch ist es oft aus technischen Gründen unmöglich, nahe genug an die Emissionsquelle heranzukommen, oder die Erfassung wird nicht optimal nachgeführt (die Maßnahme wirkt nicht zwangsläufig!) (Abb. 11).



Abb. 11: Absaugung von Kühlschmierstoffemissionen an einer Rundschleifmaschine

Lüftungsmaßnahmen im Raum

Hierunter versteht man Maßnahmen, die bezogen auf den Raum für den notwendigen Luftaustausch (Frischluftezufuhr bzw. Wärmeabfuhr) sorgen.

Die einfachste Art der Raumlüftung ist die Fensterlüftung, jedoch gerade in den Wintermonaten hat jeder bestimmt schon feststellen müssen, dass hiermit kein akzeptabler Lüftungseffekt erzielt wird.

Eine technische Zu- und Abluftanlage im Raum ist immer dann erforderlich, wenn Absauganlagen an Anlagen installiert sind, bzw. wenn eine ausreichende Erfassung der Gefahrstoffe an der Entstehungs- oder Austrittsstelle nicht möglich ist.

Die technische Lüftung muss zum einen dafür sorgen, dass ein Ausgleich der Luftbilanzen im Raum erfolgt, zum anderen muss ausreichend Frischluft zugeführt werden. Absaugungen an Anlagen und Raumlüftung müssen also aufeinander abgestimmt sein.

Wichtig ist auch, dass eine Luftströmung im Raum erzeugt wird, die dafür sorgt, dass die Gefahrstoffemissionen nicht über den Atembereich des Beschäftigten sondern von ihm weg geleitet werden.

Grundlage für die Auslegung und Planung von Lüftungstechnischen Anlagen sind die Luftströme die zur Gefahrstoffeffassung (Erfassungsluftstrom) und zur Raumlüftung (Außen- und Um-luftströme) benötigt werden. Sie sind entsprechend den jeweils zu erwartenden Stoff- und Wärmelasten zu bemessen.

Weitere wichtige Orientierungshilfen für die Planung lufttechnischer Anlagen sind in der BGR 121 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“, im fvo-Leitfaden zur Auslegung von Abluftanlagen an Galvanikanlagen (fv-oberflächentechnik @t-online.de) sowie in der VDI 2262 Blatt 3 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe“ enthalten.

9.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

9.3.1 Beschäftigungsverbote und -beschränkungen

Für besonders gefährliche Krebs erzeugende Stoffe (etwa Chrom(VI)-Verbindungen) bestehen Herstellungs- und Verwendungsverbote und allgemeine Beschäftigungsverbote und -beschränkungen.

Zum Schutz bestimmter Personengruppen wie Jugendliche, werdende und stillende Mütter und gebärfähige Frauen gelten besondere Beschäftigungsbeschränkungen. So darf beispielsweise der Arbeitgeber Jugendliche, werdende und stillende Mütter u. a. mit sehr giftigen Gefahrstoffen (z. B. Cyanide) nur unter Beachtung besonderer Maßnahmen beschäftigen.

Weiterhin können Beschäftigungsbeschränkungen bzw. -verbote aufgrund arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen von dem Betriebsarzt oder einem Arbeitsmediziner ausgesprochen werden, wenn bei den Beschäftigten gesundheitliche Bedenken vorliegen.

9.3.2 Erste Hilfe

Trotz aller Schutzmaßnahmen sind Unfälle bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nie völlig auszuschließen. Der Betrieb muss sich daher auf dieses ungewünschte Ereignis bestmöglich einrichten.

Die Wirksamkeit einer „Ersten Hilfe“ ist wesentlich bestimmt von einem reibungslosen Funktionieren der Erste-Hilfe-Organisation, d. h. der so genannten Rettungskette im Betrieb.

Abgestimmt auf das bei Tätigkeiten mit einem Gefahrstoff mögliche Unfallrisiko sind entsprechende materielle und personelle Voraussetzungen zu schaffen.

Der Unternehmer hat u. a. dafür zu sorgen, dass die erforderlichen Einrichtungen, d. h. Erste-Hilfe-Material, Rettungsgeräte, Meldeeinrichtungen und ausreichend ausgebildete Ersthelfer zur Verfügung stehen. Des Weiteren muss sichergestellt werden, dass nach einem Unfall sofortige Erste Hilfe geleistet und eine erforderliche ärztliche Versorgung veranlasst wird.

Konkrete Hinweise zur Ersten Hilfe sind den Sicherheitsdatenblättern sowie u. a. den folgenden berufsgenossenschaftlichen Informationen zu entnehmen:

- BGI 509 „Erste Hilfe im Betrieb“
- BGI 510 „Anleitung zur Ersten Hilfe bei Unfällen“

Soweit bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen damit zu rechnen ist, dass bei Unfällen Maßnahmen erforderlich werden, die nicht Gegenstand der üblichen Ersthelfer-Ausbildung sind, muss der Unternehmer für die erforderliche zusätzliche Aus- und Fortbildung sorgen.

Für die Arbeitsbereiche in der Galvanotechnik und in den Laboratorien ist die Installation leicht und schnell erreichbarer Notduschen bzw. Augenduschen erforderlich, da hier durch möglicherweise verspritzende oder auslaufende ätzende Stoffe Haut und Augen geschädigt werden können (Abb. 12).

Bei Arbeiten in Behältern kann das Bereithalten besonderer Rettungsgeräte, z. B. Atemschutz, Sicherheits- und Rettungsgeschirre erforderlich werden.

Die Festlegungen zur Ersten Hilfe müssen auch in der Betriebsanweisung aufgenommen werden.

9.3.3 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Technische und organisatorische Maßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren haben grundsätzlich Vorrang. Verblei-



Abb. 12: Notdusche in einem Arbeitsbereich mit Verätzungsgefahr

ben dennoch Gefahren, sind für Tätigkeiten mit bestimmten Gefahrstoffen vom Unternehmer zusätzlich arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu veranlassen bzw. anzubieten.

Diese erfolgen entsprechend dem Zeitpunkt der Durchführung als

1. Erstuntersuchungen vor Aufnahme einer gefährdenden Tätigkeit,
2. Nachuntersuchungen in regelmäßigen Abständen während dieser Tätigkeit,
3. Nachuntersuchungen bei Beendigung dieser Tätigkeit,
4. Nachgehende Untersuchungen bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Krebs erzeugenden (C) oder Erbgut verändernden (M) Stoffen der Kategorien 1 und 2 nach Beendigung der Tätigkeiten bzw. Beschäftigung.

Pflichtuntersuchungen werden u. a. gefordert und sind Voraussetzung für die Beschäftigung bei Tätigkeiten mit Stoffen nach Teil 1 des Anhangs der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) (z. B. Chrom(VI)-Verbindungen, Nickel und seine Verbindungen), wenn der Arbeitsplatzgrenzwert nicht eingehalten wird.

Da für diese beiden Stoffe keine Arbeitsplatzgrenzwerte vorliegen, sollten beim Verchromen und beim Vernickeln Pflichtuntersuchungen durchgeführt werden. Auf jeden Fall sind den Beschäftigten derartige Untersuchungen anzubieten.

Der Unternehmer darf für die arbeitsmedizinische Vorsorge nur Ärzte beauftragen, die entweder Fachärzte für Arbeitsmedizin sind oder die die Zusatzbezeichnung „Betriebsmediziner“ führen.

Für die Durchführung der Vorsorgeuntersuchungen bestehen „Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“ (G-Sätze).

Die Grundsätze beschreiben, wie die Untersuchungen vom ermächtigten Arzt durchzuführen und die Ergebnisse zu beurteilen sind.

Für die Beschäftigten, die ärztlich untersucht worden sind, ist vom Unternehmer eine Vorsorgekartei zu führen.

9.3.4 Persönliche Schutzausrüstung und Hygiene

Nicht immer ist durch technische Schutzmaßnahmen allein ein ausreichender Schutz der Beschäftigten zu erreichen. In der betrieblichen Praxis ist dies besonders bei Instandhaltungs- sowie Reinigungsarbeiten der Fall. Den Beschäftigten muss entsprechende persönliche Schutzausrüstung (PSA) zur Verfügung gestellt werden.

Insbesondere kommen in Betracht:

- Augen- und Gesichtsschutz
- Atemschutzgeräte
- Schutzkleidung
- Schutzhandschuhe
- Fußschutz

Die Wirksamkeit einer PSA ist entscheidend abhängig von:

- dem sicherheitsbewussten Verhalten des Beschäftigten (wird die PSA auch getragen?)
- der Akzeptanz durch den Beschäftigten
- den Trageeigenschaften der PSA
- der zweckgerichteten Auswahl der PSA (auf die Tätigkeit, den Gefahrstoff abgestimmt)
- der richtigen Anwendung der PSA

Es dürfen nur für den jeweiligen Einsatzzweck geeignete PSA eingesetzt werden, die den in der 8. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz getroffenen Anforderungen gerecht werden.

Die Auswahl geeigneter PSA liegt im Verantwortungsbereich des Vorgesetzten, der sich natürlich durch die betriebliche Sicher-

9. Schutzmaßnahmen

heitsfachkraft, den Betriebsarzt und nicht zuletzt durch die Berufsgenossenschaft beraten lassen sollte. Um die Akzeptanz bei den Mitarbeitern zu erhöhen, sollten diese auch bei der Auswahl beteiligt werden.

Die Wahl geeigneter PSA ist u. a. abhängig von:

- dem zu schützenden Körperteil
- den Gefahrstoffeigenschaften und -wirkungen
- der Art der Tätigkeit mit dem Gefahrstoff
- auftretenden Gefahrstoffkonzentrationen
- den Umgebungsbedingungen (Sauerstoffgehalt, Klima, Hitze etc.)
- Eignung des Beschäftigten

Wertvolle Hinweise und Auswahlkriterien geben hier u. a. die „BG-Regeln zum Einsatz persönlicher Schutzausrüstung“:

- BGR 189 „Einsatz von Schutzkleidung“
- BGR 190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“
- BGR 192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“
- BGR 195 „Einsatz von Schutzhandschuhen“

Die häufigste Kontaktmöglichkeit zu Gefahrstoffen erfolgt in der Regel über die Hände.

Kann ein Hautkontakt verfahrensbedingt nicht ausgeschlossen werden, wie z. B. beim Arbeiten an handbeschickten Elektrolyten, müssen den betroffenen Beschäftigten geeignete Schutzhandschuhe zur Verfügung stehen und diese von ihnen getragen werden.

Was heißt nun geeignet?

Wichtig ist zunächst einmal, dass das Handschuhmaterial gegen den Gefahrstoff, gegen den es schützen soll, ausreichend beständig und undurchlässig ist.

Schutzhandschuhe aus Gummi bieten im Allgemeinen einen guten Schutz gegen ätzende Säuren und Laugen (Abb. 13).



Abb. 13: Schutzhandschuhe beim alkalischen Spritzentfetten

Generell müssen Schutzhandschuhe gegen chemische Gefahren neben dem CE-Zeichen mit dem entsprechenden Piktogramm „Chemische Gefahren“ gekennzeichnet sein (Abb. 14).



Abb. 14: Piktogramm „chemische Gefahren“ (Quelle: BGR 195)

Bei der Auswahl von Schutzhandschuhen sind neben den Forderungen nach bestmöglichem Schutz auch Fragen bezüglich des Tragekomforts, des Tastgefühls und des Greifvermögens abzuklären. Denn die Akzeptanz der Beschäftigten, den Schutzhandschuh auch zu tragen, wird von diesen Faktoren wesentlich beeinflusst. Beim längeren Tragen von Schutzhandschuhen werden deren Nachteile offenbar.

Durch Schweißbildung quillt die Haut auf und verliert hierdurch ihre natürliche Abwehrkraft. Der Schweißbildung können z. B. Baumwollunterziehhandschuhe oder spezielle Hautcremes entgegenwirken.

Müssen flüssigkeitsdichte Schutzhandschuhe täglich länger als 2 Stunden getragen werden, liegen so genannte Feuchtarbeiten vor und es müssen arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G24 angeboten werden. Bei einer Tragezeit von täglich mehr als 4 Stunden sind die Vorsorgeuntersuchungen verpflichtend (siehe auch TRGS 401).

9.4 Betriebsanweisungen/Unterweisungen

Für Tätigkeiten mit den in Galvaniken eingesetzten Gefahrstoffen müssen arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen erstellt und im Betrieb bekannt gemacht werden.

Für einige häufig angewandte Oberflächenbehandlungsverfahren sowie für einige allgemeine Arbeitsvorgänge wurden Muster-Betriebsanweisungen erarbeitet. Diese Muster-Betriebsanweisungen können im Betrieb direkt verwendet werden, wobei betriebsspezifische Daten (u. a. Stand, Verantwortlicher, genaue Bezeichnung der Persönlichen Schutzausrüstung, Standort der Feuerlöscher, Notruf, Arzt, Ersthelfer, genaue Hinweise zur Entsorgung, Unterschrift) zu ergänzen sind. Werden zusätzliche gefährliche Komponenten in den jeweiligen Elektrolyten eingesetzt, sind diese unter dem Abschnitt Gefahrstoffbezeichnung einzutragen.

Ergänzungen sind auch dann erforderlich, wenn die Arbeitsverfahren von den in den Muster-Betriebsanweisungen beschrieben, abweichen.

Stoffbezogene Sicherheitsinformationen, insbesondere was die Eignung und den Einsatz Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) angeht, können den Sicherheitsdatenblättern der Hersteller bzw. Lieferanten entnommen werden.

Von der Internetseite der BG ETEM → Medien → Betriebsanweisungen sind eine Checkliste zur Erstellung von Betriebsanweisungen sowie eine Reihe von Muster-Betriebsanweisungen für die Branche der Galvanotechnik und das Eloxieren herunterladbar.

Anhand der Betriebsanweisung müssen die jährlich notwendigen Unterweisungen (§14 GefStoffV) der Beschäftigten durchgeführt werden. Die Unterweisungen sind schriftlich zu dokumentieren und von den unterwiesenen Beschäftigten durch Unterschrift zu bestätigen.

Der Unternehmer hat weiterhin sicherzustellen, dass für alle Beschäftigten, die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchführen, eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung durchgeführt wird. Diese Beratung soll im Rahmen der Unterweisung erfolgen. Dabei sind die Beschäftigten über Angebotsuntersuchungen nach der GefStoffV zu unterrichten sowie auf besondere Gesundheitsgefahren bei Tätigkeiten mit bestimmten Gefahrstoffen hinzuweisen.

Zur Unterstützung der verantwortlichen Vorgesetzten hat die Berufsgenossenschaft eine Reihe von DVD produziert, die zur videogestützten Unterweisung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen eingesetzt werden können.

Die DVD „Galvanotechnik“ dient der Unterweisung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in der Galvanotechnik. Sie richtet sich vorrangig an Beschäftigte, die beim Bedienen galvanischer Anlagen mit Gefahrstoffen umgehen. Das Ansetzen, Prüfen oder Nachschärfen der Elektrolyte sowie Instandhaltungsarbeiten werden ebenso berücksichtigt.

Zu der DVD-Unterweisung gehört ein Handbuch, das über die Anwendung und den Inhalt der DVD informiert. Es gliedert sich in einen allgemeinen Teil mit Informationen über die Anwendung der DVD und einen speziellen Teil mit Informationen über den Inhalt der DVD.

Die drei Anhänge des Handbuches enthalten einen Nachweis für die Durchführung der Unterweisung, ein Merkblatt für Beschäftigte entsprechend dem Inhalt der Unterweisung, und einen Testbogen für einen Informationstest.

9.5 Verzeichnis der Beschäftigten

Bei den beschriebenen Tätigkeiten können durch die Freisetzung Krebs erzeugender, Erbgut verändernder oder fruchtbarkeitsgefährdender Stoffe und Zubereitungen der Kategorie 1 oder 2 (bzw. Kategorie 1A oder 1B) Schädigungen der Gesundheit nicht ausgeschlossen werden. Deshalb ist zur Dokumentation einer beruflich verursachten Exposition ein Verzeichnis über die Beschäftigten zu führen.

Dieses Verzeichnis muss die Tätigkeiten und Angaben zur Höhe und Dauer der Exposition gegenüber Krebs erzeugenden, Erbgut verändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Stoffen enthalten. Es ist 40 Jahre nach Ende der Exposition aufzubewahren. Werden Beschäftigungsverhältnisse beendet, ist den Beschäftigten ein Auszug mit den sie betreffenden Angaben auszuhändigen (siehe Abb. 15).

Vorname Name des/der Beschäftigten	Tätigkeit	eingesetzter/freierwerdender Stoff/Produkt mit CMR Eigenschaften	Höhe der Exposition	Dauer der Exposition Std./Tag Tage/Woche Wochen/Jahr im Zeitraum
Max Mustermann	Hart- verchromen	Chromtrioxid	Inhalativ: 0,04 mg/m ³ ; 95 %-Wert aus der BGI 790-016 dermal: gelegentliche Spritzer	8 Stunden/Tag 1990 bis April 2011
Max Saubermann	Vernickeln galvanisch	Nickel in Form atembarer Tröpfchen	Inhalativ: 0,03 mg/m ³ ; 95 %-Wert aus der BGI 790-016 dermal: gelegentliche Spritzer	8 Stunden/Tag 1989 bis 5/2011

Abb. 15: Verzeichnis der Beschäftigten über Tätigkeiten mit KMR-Stoffen

Anhang 1: Gefahrstoffverzeichnisse

Verfahren/Elektrolyte		Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte				Stand: _____ Blatt 1 von 12 Bereiter: _____	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen
	Hartverchromen (Chromelektrolyt) pH < 1 Temp.: 55 bis 60 °C	Chromtrioxid in wässriger Lösung Schwefelsäure	Krebs erzeugend, Kategorie 1 sehr giftig, umweltgefährlich R: 24/25-26-35-42/43-45-46-48/23-50/53-62 S: 53-45-60-61 reizend R: 36/38 S: 26-30-45	3	Elektrolytinhalt: _____ l Chromtrioxid: 240-280 g/l Schwefelsäure: 3-6 g/l		ACHTUNG: Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffentwicklung! Absaugung erforderlich
	Glanzverchromen (Chromelektrolyt) pH < 1 Temp.: 38 °C	Chromtrioxid in wässriger Lösung Schwefelsäure	Krebs erzeugend, Kategorie 1 sehr giftig, umweltgefährlich R: 24/25-26-35-42/43-45-46-48/23-50/53-62 S: 53-45-60-61 reizend R: 36/38 S: 26-30-45	3	Elektrolytinhalt: _____ l Chromtrioxid: 250-320 g/l Schwefelsäure: 3-8 g/l		ACHTUNG: Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffentwicklung! Absaugung erforderlich
	Schwarzchrom (Chromelektrolyt) pH ca. 1 Temp.: 18 °C	Chromtrioxid in wässriger Lösung	Krebs erzeugend, Kategorie 1 sehr giftig, umweltgefährlich R: 24/25-26-35-42/43-45-46-48/23-50/53-62 S: 53-45-60-61	3	Elektrolytinhalt: _____ l Chromtrioxid: 360 g/l		Absaugung erforderlich
	Vermickeln Glanznickel/Halbglanz- nickel (Nickelelektrolyt) pH 3,8 bis 4,8 Temp.: 60 bis 65 °C	Nickelchlorid Nickelsulfat Borsäure Salzsäure Schwefelsäure	Krebs erzeugend, Kategorie 1 giftig, umweltgefährlich R: 45-25-36/38-43-50/53 S: 53-36/37-45-60-61 Krebs erzeugend, Kategorie 1 gesundheitsschädlich R: 22-40-42/43-50/53 S: 22-36/37-60-61 giftig reproduktionstoxisch, Kategorie 2 R: 60-61 S: 45-53 reizend R: 36/37/38 S: 26-45 reizend R: 36/38 S: 26-30-45 Krebs erzeugend, Kategorie 3 gesundheitsschädlich R: 40/43 S: 22-36	2	Elektrolytinhalt: _____ l Nickelchlorid: 60 g/l Nickelsulfat: 240 g/l Borsäure: 30-40 g/l Salzsäure: 50-500 mg/l Schwefelsäure: 50-500 mg/l		Absaugung erforderlich bei luftbewegten Elektrolyten; ansonsten Einzelfallprü- fung
		Nickel (metallisch) als Pellets, Platten, Rounds etc.			Nickelanode _____ kg (max.)		

Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte							Stand: _____ Blatt 2 von 12
Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen	
Nickelstrike-Elektrolyt (Nickelaktivierung) -salzsauer- pH < 1 Temp.: 20 °C	Nickelchlorid Salzsäure	Krebs erzeugend, Kategorie 1 giftig, umweltgefährlich R: 45-25-36/38-43-50/53 S: 53-36/37-45-60-61 ätzend R: 34-37 S: 26-45	2	Elektrolytinhalt: _____ l Nickelchlorid: 60 g/l Salzsäure (37%ig): 200-250 ml/l		Absaugung erforderlich ACHTUNG: Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffentwicklung!	
Nickelstrike-Elektrolyt (Nickelaktivierung) -schwefelsauer- pH < 1 Temp.: 20 °C	Nickelsulfat Schwefelsäure Borsäure	Krebs erzeugend, Kategorie 1 gesundheitsschädlich R: 22-40-42/43-50/53 S: 22-36/37-60-61 reizend R: 36-38 S: 26-30-45 giftig reproduktionstoxisch, Kategorie 2 R: 60-61 S: 45-53	2	Elektrolytinhalt: _____ l Nickelsulfat: 250 g/l Schwefelsäure: 50-55 g/l Borsäure: 10 g/l		Absaugung erforderlich ACHTUNG: Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffentwicklung!	
Vermickeln (Nickelsulfamat-Elektrolyt) pH ca. 4 Temp.: 60 °C	Nickelsulfamat Salzsäure Borsäure	Krebs erzeugend, Kategorie 1 gesundheitsschädlich R: 40/43 S: 22-36 reizend R: 36/37/38 S: 26-45 giftig reproduktionstoxisch, Kategorie 2 R: 60-61 S: 45-53	2	Elektrolytinhalt: _____ l Nickelsulfamat: 550 ml/l Salzsäure: 50-500 mg/l Borsäure: 30 g/l		Absaugung erforderlich bei luftbewegten Elektrolyten; ansonsten Einzelfallprüfung	
Vermickeln (Nickelelektrolyt) -chemisch- pH ca. 5 Temp.: 95 °C	Nickelsulfat Natriumhypophosphit Ammoniaklösung	Krebs erzeugend, Kategorie 1 gesundheitsschädlich R: 22-40-42/43-50/53 S: 22-36/37-60-61 keine Einstufung nach GefStoffV reizend R: 36/37/38 S: 26-36/37/39-45-61	2	Elektrolytinhalt: _____ l Nickelsulfat: 20-25 g/l Natriumhypophosphit: 30 g/l Ammoniakzugabe bis pH 5 oder Kaliumcarbonat		Absaugung erforderlich ACHTUNG: Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffentwicklung!	

Verfahren/Elektrolyte		Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte				Stand: _____ Blatt 3 von 12 Bearbeiter: _____	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen
	Verkupfern (Kupferelektrolyt) -cyanidisch- pH ca. 12 Temp.: 35 bis 45 °C	Cyanide in wässriger Lösung (Kupfercyanid) Kaliumhydroxid oder Natriumhydroxid	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61 ätzend R: 34 S: 26-37/39-45	3	Elektrolytinhalt: _____ l freie Cyanide: bis 40 g/l Kaliumhydroxid: bis 20 g/l Natriumhydroxid: bis 20 g/l		Absaugung erforderlich
	Verkupfern (Kupferelektrolyt) -sauer- pH < 1 Temp.: 20 °C	Kupfersulfat Schwefelsäure	gesundheitsschädlich, umwelt-gefährlich R: 22-36/38-50/53 S: 22-60-61 reizend R: 36/38 S: 26-30-45	2	Elektrolytinhalt: _____ l Kupfersulfat: 200-250 g/l Schwefelsäure: 50-60 g/l		Absaugung erforderlich, bei luftbewegten Elektrolyten
	Verkupfern (Kupferelektrolyt) -chemisch- pH 12,5 bis 13 Temp.: 20 bis 40 °C	Kupfersulfat Kupferchlorid Natriumhydroxid Formaldehyd	gesundheitsschädlich, umwelt-gefährlich R: 22-36/38-50/53 S: 22-60-61 gesundheitsschädlich, umwelt-gefährlich R: 22-50/53 S: 22-60-61 ätzend R: 34 S: 26-37/39-45 gesundheitsschädlich R: 40-43 S: 26-36/37/39-45-51	2	Elektrolytinhalt: _____ l Kupfersulfat: bis 25 g/l oder Kupferchlorid: ca. 12 g/l Natriumhydroxid: 5-10 g/l Formaldehyd: 3 g/l		Absaugung erforderlich
	Vergoldung (Vergoldungselektrolyt) -schwach sauer- pH 3 bis 5 Temp.: 30 °C	Kaliumgoldcyanid Ameisensäure	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61 reizend R: 36/38 S: 23-26-45	2	Elektrolytinhalt: _____ l Kaliumgoldcyanid: 18 g/l Ameisensäure: bis 5 g/l		Absaugung erforderlich

Verfahren/Elektrolyte		Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte				Stand: _____ Bearbeiter: _____		Blatt 4 von 12	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen		
	Vergoldung (Vergoldungselektrolyt) -stark sauer- pH < 0,5 Temp.: 20 °C	Kaliumgoldcyanid Schwefelsäure Phosphorsäure	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61 reizend R: 36/38 S: 26-30-45 reizend R: 36/38 S: 26-45	2	Elektrolytinhalt: _____ l Kaliumgoldcyanid: 3 g/l Schwefelsäure: 100 g/l Phosphorsäure: 30 g/l		Absaugung erforderlich		
	Vergoldung (Vergoldungselektrolyt) -cyanidisch- pH 9 bis 13 Temp.: 50 bis 70 °C	Cyanide in wässriger Lösung (Kaliumcyanid) Kaliumgoldcyanid	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61 sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61	3	Elektrolytinhalt: _____ l freies Cyanid: 50 g/l Kaliumgoldcyanid: 1,5 bis 15 g/l		Absaugung erforderlich		
	Versilbern (Silberelektrolyt) -Vorsilber- pH ca. 12 Temp.: 20 °C	Silbercyanid Kaliumcyanid	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61 sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61	3	Elektrolytinhalt: _____ l Silbercyanid: 4-8 g/l Kaliumcyanid: 120 bis 180 g/l		Absaugung erforderlich		
	Versilbern (Silberelektrolyt) -Hauptsilber- pH ca. 12 Temp.: 20 °C	Silbercyanid Kaliumcyanid	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61 sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61	3	Elektrolytinhalt: _____ l Silbercyanid: 60 g/l Kaliumcyanid: 125 g/l		Absaugung erforderlich		
	Chromatieren (Chromatirelektrolyt) -gelb- pH 1,8 bis 2,3 Temp.: 20 °C	Chromtrioxid in wässriger Lösung Schwefelsäure	Krebs erzeugend, Kategorie 1 giftig R: 24/25-36/37/38-42/43-45-46-48/20-50/53-62 S: 53-45-60-61 reizend R: 36/38 S: 26-30-45	2	Elektrolytinhalt: _____ l Chromtrioxid: 1 bis 3 g/l Schwefelsäure: bis 3 g/l				

Verfahren/Elektrolyte		Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte					Stand: _____ Bearbeiter: _____		Blatt 5 von 12	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen			
	Chromatieren (Chromatierelektrolyt) -oliv- pH ca. 3,5 Temp.: 20 °C	Chromtrioxid in wässriger Lösung Schwefelsäure Phosphorsäure	Krebs erzeugend, Kategorie 1 sehr giftig, umweltgefährlich R: 24/25-26-35-42/43-45-46-48/23-50/53-62 S: 53-45-60-61 reizend R: 36/38 S: 26-30-45 reizend R: 36/38 S: 26-30-45	3	Elektrolytinhalt: _____ l Chromtrioxid: 24 g/l Schwefelsäure: 3 g/l Phosphorsäure: 3 g/l					
	Chromatieren (Chromatierelektrolyt) -schwarz- pH ca. 3,5 Temp.: 20 °C	Chromtrioxid in wässriger Lösung Salpetersäure, verdünnt	Krebs erzeugend, Kategorie 1 sehr giftig, umweltgefährlich R: 24/25-26-35-42/43-45-46-48/23-50/53-62 S: 53-45-60-61 ätzend R: 34 S: 23-26-36-45	3	Elektrolytinhalt: _____ l Chromtrioxid bis 30 g/l Salpetersäure: 3 g/l					
	Chromatieren (Chromatierelektrolyt) -blau- pH ca. 2 Temp.: 20 °C	Chromtrioxid in wässriger Lösung	Krebs erzeugend, Kategorie 1 sehr giftig, umweltgefährlich R: 24/25-26-35-42/43-45-46-48/23-50/53-62 S: 53-45-60-61	3	Elektrolytinhalt: _____ l Chromtrioxid: bis 30 g/l					
	Passivieren -gelb- pH ca. 2 Temp.: 20 °C	Chrom(III)-Verbindungen Chromsulfat in wässriger Lösung ggf. mit Cobaltsulfat	reizend R: 36/38 S: 24/25 giftig R: 49-52/53 S: 22-53-45-60-61	2	Elektrolytinhalt: _____ l Chromsulfat: 50 g/l Cobaltsulfat: 5-10 g/l					
	Passivieren -blau- pH ca. 2 Temp.: 20 °C	Chrom(III)-Verbindungen Chromsulfat in wässriger Lösung ggf. mit Cobaltsulfat	reizend R: 36/38 S: 24/25 giftig R: 49-52/53 S: 22-53-45-60-61	2	Elektrolytinhalt: _____ l Chromsulfat: 100 g/l Cobaltsulfat: 5-10 g/l					

Verfahren/Elektrolyte							Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte		Stand: _____ Blatt 6 von 12 Bearbeiter: _____	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt./Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen			
	Verzinken (Zinkelektrolyt) -sauer- pH 5,3 bis 5,8 Temp.: 20 bis 35 °C	Zinkchlorid Borsäure Glanzzusätze: Benzaldehyd Kaliumchlorid	ätzend, umweltgefährlich R: 34-50/56 S: 7/8-28-45-60-61 giftig reproduktionstoxisch, Kategorie 2 R: 60-61 S: 45-53 gesundheitsschädlich R: 22 S: 24	1	Elektrolytinhalt: _____ l Zinkchlorid: 60-70 g/l Borsäure: 20 g/l Benzaldehyd: bis 5 g/l Kaliumchlorid: bis 180 g/l		Absaugung empfohlen			
	Verzinken (Zinkelektrolyt) -cyanidisch- pH ca. 14 Temp.: 20 °C	Zinkoxid Kaliumcyanid Natriumhydroxid	umweltgefährlich R: 50/53 S: 60-61 sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61 ätzend R: 35 S: 26-37/39-45	3	Elektrolytinhalt: _____ l Zinkoxid: 8-13 g/l Kaliumcyanid: 65 g/l Natriumhydroxid: 70-75 g/l		Absaugung erforderlich			
	Verzinken (Zinkelektrolyt) -alkalisch- pH ca. 14 Temp.: 20 °C	Zinkoxid Natriumhydroxid	umweltgefährlich R: 50/53 S: 60-61 ätzend R: 35 S: 26-37/39-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Zinkoxid: bis 19 g/l Natriumhydroxid: 100 g/l		Absaugung erforderlich ACHTUNG: Verpuffungsgefahr in der Lösemittelabteilung			
	Verzinken (Zink/Nickelelektrolyt) -alkalisch- pH ca. 14 Temp.: 20 °C	Zinkoxid Nickelsulfat Natriumhydroxid	umweltgefährlich R: 50/53 S: 60-61 Krebs erzeugend, Kategorie 1 gesundheitsschädlich R: 22-40-42/43-50/53 S: 22-36/37-60-61 ätzend R: 35 S: 26-37/39-45	2	Elektrolytinhalt: _____ l Zinkoxid: 8-12 g/l Nickelsulfat: 0,8-1,5 g/l Natriumhydroxid: 120-140 g/l		Absaugung erforderlich			
	Eloxieren, Schwefelsäureverfahren pH < 1 Temp.: 4 bis 20 °C	Schwefelsäure	ätzend R: 35 S: 26-30-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Schwefelsäure: 190 g/l		Absaugung erforderlich			

Verfahren/Elektrolyte		Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte				Stand: _____ Bearbeiter: _____		Blatt 7 von 12	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen		
	Eloxieren, Oxalsäureverfahren pH ca. 1 Temp.: 20 bis 30 °C	Oxalsäure	gesundheitsschädlich R: 21/22 S: 24/25	1	Elektrolytinhalt: _____ l Oxalsäure: 80 g/l		Absaugung erforderlich		
	Dekapieren (1) -sauer- pH ca. 1 Temp.: 20 °C	Salzsäure	reizend R: 36/37/38 S: 26-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Salzsäure 5%				
	Dekapieren (2) -sauer- pH ca. 1 Temp.: 20 °C	Schwefelsäure	reizend R: 36/38 S: 26-30-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Schwefelsäure 5 %				
	Dekapieren (3) -Trockensäure-	Natriumhydrogendifluorid Ammoniumhydrogendifluorid	ätzend R: 22-34 S: 22-26-37-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Fluoride: 30-50 g/l				
	Dekapieren -alkalisch/cyanidisch- pH > 10,5 Temp.: 20 °C	Natriumcyanid/ Kaliumcyanid	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61	3 (≥30g/l) 2 (30g/l)	Elektrolytinhalt: _____ l Freie Cyanide: 30 g/l				
	Beizen (1) pH < 1 Temp.: 20 °C	Salzsäure	reizend R: 36-37-38 S: 26-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Salzsäure: ca. 20 %		Absaugung erforderlich		
	Beizen (2) pH < 1 Temp.: 20 °C	Schwefelsäure	ätzend R: 35 S: 26-30-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Schwefelsäure: ca. 50 %		Absaugung erforderlich		
	Glänzen pH < 1 Temp.: 20 °C	Flusssäure Salpetersäure ggf. Ammoniumhydrogendifluorid	sehr giftig, ätzend R: 26/27/28-35 S: 7/9-26-36/37-45 ätzend, brandfördernd R: 35 S: 23-26-36-45 giftig, ätzend R: 25-34 S: 22-26-37-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Flusssäure: ca. 12-14 g/l Salpetersäure: ca. 13 % Ammoniumhydrogendifluorid: ca. 16 %		Absaugung erforderlich		

Verfahren/Elektrolyte		Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte				Stand: _____ Blatt 8 von 12 Bereiter: _____	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen
	Elektrolytisches Glänzen (Polieren) pH < 1 Temp.: 60 °C	Phosphorsäure Schwefelsäure	ätzend R: 34 S: 26-45 ätzend R: 35 S: 26-30-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Phosphorsäure: 40 % Schwefelsäure: 30 %		Absaugung nach Einzelfallprüfung
	Alkalischer Reiniger -Abkocheentfettung/ Heißenentfettung- pH 13 bis 14 Temp.: bis 80 °C	Natriumhydroxid	ätzend R: 34 S: 26-37/39-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Natriumhydroxid: 25-50 g/l		Absaugung erforderlich
	Neutrale Reiniger -Abkocheentfettung- pH 7 bis 9 Temp.: 60 °C	Waschaktive Substanzen: _____	reizend R: 22/36/38 S: 26-37/39-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Waschaktive Substanzen: _____ < 30 g/l		
	Saure Reiniger pH ca. 2 Temp.: bis 40 °C	Phosphorsäure	reizend R: 36/38 S: 26-45	1	Phosphorsäure: 50 g/l		
	Elektrolytische Reiniger -cyanidisch- pH 13 bis 14 Temp.: bis 40 °C	Natriumcyanid Natriumhydroxid	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61 ätzend R: 35 S: 26-37/39-45	3 (≥30g/l) 2 (30g/l)	Elektrolytinhalt: _____ l Natriumcyanid: 15-30 g/l Natriumhydroxid: 100-150 g/l		Absaugung erforderlich ACHTUNG: Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffbildung!
	Elektrolytische Reiniger -alkalisch, cyanidfrei- pH 14 Temp.: bis 40 °C	Natriumhydroxid	ätzend R: 35 S: 26-37/39-45	1	Natriumhydroxid: 100 g/l		Absaugung erforderlich ACHTUNG: Verpuffungsgefahr durch Wasserstoffbildung!
	Brünieren pH 14 Temp.: > 130 °C	Natriumhydroxid Natriumnitrit Trinatriummonophosphat	ätzend R: 35 S: 26-37/39-45 giftig, umweltgefährlich R: 25 S: 45-61 ätzend R: 34	2	Elektrolytinhalt: _____ l Natriumhydroxid: 350 g/l Natriumnitrit: 100 g/l Trinatriummonophosphat: 40 g/l		Absaugung erforderlich

Verfahren/Elektrolyte		Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte				Stand: _____ Bearbeiter: _____		Blatt 9 von 12	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen		
	Phosphatieren pH 1 Temp.: 20 bis 50 °C	Zinkphosphat Phosphorsäure	umweltgefährlich R: 50/53 S: 60-61 reizend R: 36/38 S: 26-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Zinkphosphat _____ Phosphorsäure: 10-15 %				
	Brennen pH < 1 Temp.: 20 °C	Salpetersäure Schwefelsäure	ätzend, brandfördernd R: 8-35 S: 23-26-36-45 ätzend R: 35 S: 26-30-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Salpetersäure (65 %): 700-800 g/l Schwefelsäure (98 %): 900-1100 g/l		Absaugung erforderlich ACHTUNG: Genehmigungsbedürftige Anlage nach BImSchG bei > 1 m ³ Elektrolytinhalt		
	geschlossene Reinigungs- und Entfettungsanlage (1)	Tetrachlorethen (Perchloroethylen)	Krebs erzeugend, Kategorie 3 gesundheitsschädlich, umwelt- gefährlich R: 40-50/53 S: 23-36/37-61	3	Füllmenge: _____ l		Genehmigungsbedürftige bzw. anzeigepflichtige Anlage nach BImSchG		
	geschlossene Reinigungs- und Entfettungsanlage (2)	Trichlorethen	Krebs erzeugend, Kategorie 3 gesundheitsschädlich R: 40-52/53 S: 23-36/37-61	3	Füllmenge: _____ l		Genehmigungsbedürftige bzw. anzeigepflichtige Anlage nach BImSchG		
	geschlossene Reinigungs- und Entfettungsanlage (3) -alkalisch- pH 13 bis 14 Temp.: ca. 70 °C	Natriumhydroxid	ätzend R: 34 S: 26-37/39-45	1	Füllmenge _____ l Natriumhydroxid: < 20 g/l				
	geschlossene Reinigungs- und Entfettungsanlage (4) -alkalisch- pH ca. 11 Temp.: ca. 70 °C	Natriumcarbonat	reizend R: 36 S: 22-26	1	Füllmenge _____ l Natriumcarbonat: < 50 g/l				
	geschlossene Reinigungs- und Entfettungsanlage (5)	Kohlenwasserstoffe: _____	Gefahrenbezeichnung R: _____ S: _____	WGK: _____	Füllmenge _____ l		ACHTUNG: ggf. Explosionsschutz be- achten		

Verfahren/Elektrolyte		Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte				Stand: _____ Bearbeiter: _____		Blatt 10 von 12	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen		
	geschlossene Reinigungs- und Entfettungsanlage (6)	_____	Gefahrenbezeichnung R: _____ S: _____	WGK: _____	Füllmenge _____ l				
	Sonstige Reinigungs- und Entfettungsanlagen: _____								
	Gleitschleifen								
	Rommeln (zum Trocknen)	Holzstaub (Buchen- und Eichenholz)	Krebs erzeugend, Kategorie 1 (s. TRGS 906)		eingesetzte Menge Holzmehl _____ kg				
	Entmetallisieren (1) -chemisch- (Kupfer, Nickel, Messing, Silber, Zink von Stahl als Grundmetall) pH ca. 12 Temp.: 60 bis 80 °C	Holzstaub (außer Buchen- und Eichenholz) Nitrobenzolsulfonsäure (Oxidationsmittel) Natriumcyanid	Krebs erzeugend, Kategorie 3 (s. TRGS 906) keine Einstufung nach GefStoffV sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61	3	eingesetzte Menge Holzmehl _____ kg Elektrolytinhalt: _____ l Nitrobenzolsulfonsäure: < 100 g/l Natriumcyanid: 200 g/l		Absaugung erforderlich		
	Entmetallisieren (2) -chemisch- (Nickel, Zink, Zinn von Kupfer und -legierung als Grundmetall) pH < 1 Temp.: 70 bis 85 °C	Nitrobenzolsulfonsäure (Oxidationsmittel) Schwefelsäure	keine Einstufung nach GefStoffV ätzend R: 35 S: 26-30-45	3	Elektrolytinhalt: _____ l Nitrobenzolsulfonsäure: 100 g/l Schwefelsäure: < 200 g/l		Absaugung erforderlich		

Verfahren/Elektrolyte		Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte				Stand: _____ Blatt 11 von 12 Bereitgestellt von: _____	
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen
	Entmetallisieren (3) -chemisch- (Nickel, Kupfer von Edelstahl oder Kunststoff als Grundwerkstoff) pH < 1 Temp.: 20 bis 25 °C	Salpetersäure	ätzend, brandfördernd R: 8-35 S: 23-36-45	1	Elektrolytinhalt: _____ l Salpetersäure (85 %): 1200 g/l		Absaugung erforderlich ACHTUNG: Genehmigungsbedürftige Anlage nach BImSchG bei > 1 m ³ Elektrolytinhalt
	Entmetallisieren (4) -elektrolytisch- (Kupfer von Edelstahl als Grundme- tail) pH 6 Temp.: 40 bis 60 °C	Essigsäure Natriumnitrat Kaliumbromid	reizend R: 36-38 S: 23-26-45 brandfördernd gesundheitsschädlich R: 8-22 S: 22-41 keine Einstufung nach GefStoffV	1	Elektrolytinhalt: _____ l Essigsäurezugabe bis pH 6 Natriumnitrat: _____ g/l Kaliumbromid: _____ g/l		ACHTUNG: ggf. Bildung Krebs erzeu- gender Nitrosamine
	Entmetallisieren (5) -sonstige-	ggf. Amine					

Verfahren/Elektrolyte Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für Verfahren/Elektrolyte							
Stand: _____ Bearbeiter: _____				Blatt 12 von 12			
Nr.	Verfahren/Elektrolyte	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften	WGK	Mengenbereiche im Betrieb (Elektrolytinhalt/Füllmenge)	Betroffener Personenkreis	Bemerkungen

Lager						
Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung						
Gefahrstoffverzeichnis für das Lager						
Stand: _____						
Bearbeiter: _____						
Blatt 1 von 7						
Nr.	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften CLP-Verordnung	EG-Richtlinie	WGK	Mengenbereiche im Lager	Bemerkungen
	Ameisensäure < 10 %ig	Hautreizung, Kategorie 2; H315: 2 % ≤ C < 10 % Augenreizung, Kategorie 2; H319: 2 % ≤ C < 10 % Signalwort: Achtung	reizend R: 36/38 S: 23-26-45	1		
	Ammoniaklösung 16 %ig	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Signalwort: Gefahr	ätzend, umweltgefährlich R: 34-50 S: 26-36/37/39-45-61	2		
	Ammonium- hydrogendifluorid	Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Signalwort: Gefahr	ätzend R: 22-34 S: 22-26-37-45	1		
	Borsäure	Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360FD Signalwort: Gefahr	giftig reproduktionsstoxisch, Kategorie 2 R: 60-61 S: 45-53	1		
	Calciumhydroxid	Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318 Signalwort: Gefahr	reizend R 41 S: 22-24-26-39	1		
	Chromtrioxid	Oxidierende Feststoffe, Kategorie 1; H271 Karzinogenität, Kategorie 1A; H350 Keimzellmutagenität, Kategorie 1B; H340 Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330 Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301 Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372 Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361f Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Signalwort: Gefahr	Krebs erzeugend, Kategorie 1 sehr giftig, brandfördernd, ätzend, umweltgefährdend R: 45-46-9-24/25-26-35- 42/43-48/23-50/53-62 S: 45-53-60-61	3		
	Essigsäure < 90 %ig	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314 Signalwort: Gefahr	ätzend R: 35 S: 23-26-45	1		

Lager						
Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung						
Gefahrstoffverzeichnis für das Lager						
Stand: _____						
Bearbeiter: _____						
Blatt 2 von 7						
Nr.	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften CLP-Verordnung	EG-Richtlinie	WGK	Mengenbereiche im Lager	Bemerkungen
	Flussäure ≥ 7 %ig	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314 Signalwort: Gefahr	sehr giftig, ätzend R: 26/27/28-35 S: 7/9-26-36/37-45	1		
	Formaldehyd	Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330 Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301 Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Karzinogenität, Kategorie 2; H351 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317 Signalwort: Gefahr	gesundheitsschädlich R: 40-43 S: 26-36/37/39-45-51	2		
	Glanzzusatz: _____			-		
	Kaliumcyanid	Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330 Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310 Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken; H300 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Signalwort: Gefahr	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61	3		
	Kaliumgoldcyanid	Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen *; H330 Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310 Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken *; H300 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 * MindestEinstufung Signalwort: Gefahr	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61	3		
	Kaliumhydroxid	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314 Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302 Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1; H290 Signalwort: Gefahr	ätzend R: 35 S: 26-37/39-45	1		

Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für das Lager						
Stand: _____ Blatt 3 von 7						
Bearbeiter: _____						
Lager						
Nr.	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften CLP-Verordnung	EG-Richtlinie	WGK	Mengenbereiche im Lager	Bemerkungen
	Kupfercyanid	Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen *; H330 Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310 Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken *; H300 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 * Mindesteinstufung Signalwort: Gefahr	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61	3		
	Kupfersulfat	Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315 Augenreizung, Kategorie 2; H319 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Signalwort: Achtung	gesundheitsschädlich, umweltgefährlich R: 22-36/38 S: 22	2		
	Methansulfon- säure	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Signalwort: Gefahr	ätzend R: 34 S: 26-36-45	1		
	Natriumhydroxid (fest)	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314 Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1; H290 Signalwort: Gefahr	ätzend R: 35 S: 26-37/39-45	1		
	Natronlauge ca. 45 %ig	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314 Signalwort: Gefahr	ätzend R: 35 S: 26-37/39-45	1		
	Natriumnitrit	Oxidierende Feststoffe, Kategorie 3; H272 Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Signalwort: Gefahr	brandfördernd, giftig, umweltgefährlich R: 8-25-50 S: 45-61	2		
	Natriumsulfid	Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301 Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Signalwort: Gefahr	giftig, ätzend umweltgefährlich R: 22-24-31-34-50 S: 26-36/37/39-45-61	2		

Lager						
Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung						
Gefahrstoffverzeichnis für das Lager						
Stand: _____						
Bearbeiter: _____						
Blatt 4 von 7						
Nr.	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften CLP-Verordnung	EG-Richtlinie	WGK	Mengenbereiche im Lager	Bemerkungen
	Nickel (metallisch) als Pellets, Platten, Rounds etc.	Karzinogenität, Kategorie 2; H351 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317 Signalwort: Gefahr	Krebs erzeugend, Kategorie 3 R: 40-43 S: 22-36	2		
	Nickelchlorid	Karzinogenität, Kategorie 1A; H350i Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341 Reproduktionsstoxizität, Kategorie 1B; H360D Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331 Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317 Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie 1; H334 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Signalwort: Gefahr	Krebs erzeugend, Kategorie 1 giftig, umweltgefährlich R: 45-25-36/38-43-50/53 S: 53-36/37-45-60-61	3		
	Nickelsulfat	Karzinogenität, Kategorie 1A; H350i Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341 Reproduktionsstoxizität, Kategorie 1B; H360D Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372 Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen; H332 Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315 Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie 1; H334 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Signalwort: Gefahr	Krebs erzeugend, Kategorie 1 gesundheitssschädlich R: 22-40-42/43-50/53 S: 22-36/37-60-61	3		

Lager						Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für das Lager		Stand: _____ Bearbeiter: _____		Blatt 5 von 7	
Nr.	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften CLP-Verordnung	EG-Richtlinie	WGK	Mengenbereiche im Lager	Bemerkungen					
	Nickelsulfamat	Sensibilisierung der Atemwege, Kategorie 1; H334 Karzinogenität, Kategorie 1A; H350i Reproduktionstoxizität, Kategorie 1B; H360D Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372 Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Signalwort: Gefahr	Krebs erzeugend, Kategorie 1 gesundheitsschädlich R: 40-43 S: 22-36	3							
	Oxalsäure ≥ 5 %ig	Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302 Akute Toxizität, Kategorie 4, Hautkontakt; H312 Signalwort: Achtung	gesundheitsschädlich R: 21/22 S: 24/25	1							
	Phosphorsäure ≥ 25 %ig	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1; H290 Signalwort: Gefahr	ätzend R: 34 S: 26-45	1							
	Salpetersäure ≥ 70 %ig	Oxidierende Flüssigkeiten, Kategorie 3; H272 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314 Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1; H290 Signalwort: Gefahr	ätzend, brandfördernd R: 8-35 S: 23-26-36-45	1							
	Salzsäure ≥ 25 %ig	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335 Signalwort: Gefahr	ätzend R: 34-37 S: 26-45	1							
	Schwefelsäure ≥ 15 %ig	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A; H314 Korrosiv gegenüber Metallen, Kategorie 1; H290 Signalwort: Gefahr	ätzend R: 35 S: 26-30-45	1							
	Silbercyanid	Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen *; H330 Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310 Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken *; H300 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 * Mindesteinstufung Signalwort: Gefahr	sehr giftig, reizend R: 26/27/28-50/53 S: 7/9-16-36/37-38-45-60-61	3							

Lager						
Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung						
Gefahrstoffverzeichnis für das Lager						
Stand: _____						
Bearbeiter: _____						
Blatt 6 von 7						
Nr.	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften CLP-Verordnung	EG-Richtlinie	WGK	Mengenbereiche im Lager	Bemerkungen
	Zinkchlorid	Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Signalwort: Gefahr	gesundheitsschädlich, ätzend, umweltgefährlich R: 22-34-50/53 S: 26-36/37/39-45-60-61	3		
	Zinkoxid	Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Signalwort: Achtung	umweltgefährlich R: 50/53 S: 60-61	1		
	Zinn(II)methan- sulfonat	Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken *; H302 Sensibilisierung der Haut, Kategorie 1; H317 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 2; H411 * Mindesteinstufung Signalwort: Gefahr	ätzend gesundheitsschädlich R: 22-34-43	1		
	Zinnsulfat		reizend R 36/37/3 S: 26-37/39	1		


Lager Grundlagen zur Gefährdungsermittlung und -beurteilung Gefahrstoffverzeichnis für das Lager						
Stand: _____ Blatt 7 von 7 Bearbeiter: _____						
Nr.	Gefahrstoff	Einstufung oder gefährliche Eigenschaften CLP-Verordnung	EG-Richtlinie	WGK	Mengenbereiche im Lager	Bemerkungen

Anhang 2: Muster-Gefährdungsbeurteilung

In diesem Anhang wird für das Glanzverchromen (Handanlage) zunächst die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV mit dem Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung der BG ETEM vorgenommen:

www.bgetem.de → Medien → Kontrolle/Hilfsmittel → S 017. Anschließend wird am Beispiel Hartverchromen die Dokumentation für die Gefährdungsbeurteilung dargestellt. Betriebliche Angaben sind entsprechend zu ergänzen.

Firma:	
Ersteller:	Datum:
Verantwortlicher:	
Arbeitsbereich: Handanlage zum Glanzverchromen	
Tätigkeit: Beschickung des Chromelektrolyten	



Beschreibung der Tätigkeiten

Die zu beschichtenden Werkstücke (je nach Kundenauftrag) werden an Gestellen hängend in den Elektrolyten (Chrombad) eingetaucht. Nach der vorgeschriebenen Verweilzeit werden die Gestelle herausgenommen und in Spülbäder getaucht. Das Chrombad hat eine Oberfläche von 2m² und ist mit einer Randabsaugung versehen. Dem Elektrolyten wird ein wirksames Netzmittel zugesetzt. Eine Zuluft im Arbeitsbereich ist durch Dachöffnungen und Hallentore gegeben. Die Handgalvanik ist in einer Halle (Fläche: 1500 m²; Deckenhöhe: 4,50 m) untergebracht.

Informationsermittlung

Bezeichnung	Kennzeichnung	Menge
Chromelektrolyt (Chromtrioxid in wässriger Lösung) Temperatur: 38 °C	Krebs erzeugend, Kategorie 1 sehr giftig, umweltgefährlich R: 24/25-26-35-42/43-45-46-48/23-50/53-62 S: 53-45-60-61	Behältervolumen: 1000 Liter Chromtrioxid: 320 g/l
Schwefelsäure	reizend R: 36/38 S: 26-30-45	Schwefelsäure: 5 g/l

Aktuelle Sicherheitsdatenblätter; Betriebliches Gefahrstoffverzeichnis; EGU-Empfehlung „Galvanotechnik und Eloxieren (BGI 790-016)“; Broschüre S 015 der BG ETEM; fvo-Leitfaden; TRGS 510 liegen vor und werden beachtet.

Durch die geringe Stromausbeute verfahrensbedingt starke Aerosolbildung durch Wasserstoff. Einatmen von Chrom(VI)-haltigen Aerosolen möglich. Eine Substitution gegen ungefährlichere Ersatzstoffe ist nicht möglich. Das Verfahren kann wegen der Vielfalt der zu beschichtenden Werkstücke nicht automatisiert werden. Ein Arbeitsplatzgrenzwert ist nicht aufgestellt (TRGS 900). Die Anforderungen der BGI 790-016 und damit der Stand der Technik werden erfüllt.

Ein Hautkontakt ist beim Einhängen und Herausnehmen der Gestelle nicht auszuschließen.

Eine Sensibilisierung durch Hautkontakt ist möglich (R43).

Für Chrom(VI)-Verbindungen gelten besondere Regelungen für Jugendliche und werdende Mütter.

Wegen der Wasserstoffentwicklung besteht grundsätzlich Brand- und Explosionsgefahr (siehe Explosionsschutz-Dokument nach Betriebssicherheitsverordnung und Leitfaden der BG ETEM S 018).

Gefährliche chemische Reaktionen mit anderen Stoffen oder den Werkstücken sind verfahrensbedingt nicht gegeben.

Entsprechende PSA und Hautschutzmaßnahmen sind wirksam, bislang wurden keine Hauterkrankungen bekannt. Die bereitgestellten Schutzhandschuhe, Schürze, Schutzbrille säurefester Arbeitsanzug sind geeignet und wirksam, d.h. sie werden konsequent getragen und gepflegt. Hautmittel und Waschgelegenheiten werden zur Verfügung gestellt und auch benutzt. Es besteht ein betrieblicher Hautschutzplan.

Wegen des Tragens flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe liegt Feuchtarbeit vor. Handschuhe werden länger als 4 Stunden pro Arbeitsschicht getragen. Eine Beurteilung der Hautgefährdung ist entsprechend der TRGS 401 erfolgt.

Die entsprechend BGI 790-016 zu treffenden Maßnahmen zur Einhaltung des Standes der Technik werden erfüllt. Die Wirksamkeit der Maßnahmen wird regelmäßig überprüft.

Alle Mitarbeiter in der Galvanik werden arbeitsmedizinisch durch den „Betriebsarzt“ nach G 15 und G 24 untersucht, bisher keine Auffälligkeiten. Vorsorgekartei ist in der Personalabteilung abgelegt. Im Rahmen der regelmäßigen Unterweisungen erfolgt auch eine arbeitsmedizinische Beratung.

Beurteilung

Gefahren durch Inhalation

Die getroffenen Maßnahmen: Randabsaugung, Netzmittel, Raumlüftung sind wirksam und führen zu einer Einhaltung des Stands der Technik entsprechend BGI 790-016. Das 95-Perzentil von 0,006 mg/m³ für Chrom(VI)-Verbindungen in der Luft am Arbeitsplatz wird eingehalten.

Gefahren durch Hautkontakt

Die bereitgestellten PSA (Schutzhandschuhe, Schürze, säurefester Anzug, Schutzbrille) sind geeignet und wirksam. Es besteht ein betrieblicher Hautschutzplan. Wegen des Tragens flüssigkeitsdichter Handschuhe besteht Feuchtarbeit und eine mittlere Hautgefährdung „m“ entsprechend TRGS 401.

Physikalisch-chemische Gefahren

Wegen der Wasserstoffentwicklung besteht grundsätzlich Brand- und Explosionsgefahr, siehe Explosionsschutzdokument nach Betriebssicherheitsverordnung unter Zuhilfenahme des Infomittels „Leitfaden zur Erstellung von Explosionsschutzdokumenten“ der BG ETEM S 018.

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit

Grundpflichten

Maßnahmen/Checkpunkte	Betriebliche Umsetzung	Wirksamkeit/Prüfung
Substitutionsprüfung nach § 6 (1)	Eine Substitution gegen ungefährlichere Ersatzstoffe ist nicht möglich. Das Verfahren kann wegen der Vielfalt der zu beschichtenden Werkstücke nicht automatisiert werden.	Organisation: Unternehmer

<p>Minimierungsgebot</p> <p>Rangfolge der Schutzmaßnahmen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Technische Maßnahmen nach dem Stand der Technik 2. Kollektive Schutzmaßnahmen (Arbeitsplatzabsaugung und/oder Raumluftechnische Maßnahmen) 3. Bereitstellung und Anwendung von persönlicher Schutzausrüstung 	<p><i>Die Maßnahmen der BGI 790-016 und damit der Stand der Technik werden erfüllt.</i></p>	<p><i>Organisation: Unternehmer</i></p>
<p>Verwendung bereitgestellter persönlicher Schutzausrüstung, solange Gefährdung besteht</p> <p>Verwendung von belastender persönlicher Schutzausrüstung darf keine Dauermaßnahme sein. Sie ist auf das unbedingt erforderliche Minimum zu beschränken.</p>	<p><i>Es werden säurefeste Arbeitsanzüge, Schutzhandschuhe, Schürzen, Schutzbrillen und bei Tätigkeiten mit festem Chromtrioxid (Ansetzen) Atemschutz (FFP2) zur Verfügung gestellt. Die PSA ist entsprechend der Betriebsanweisung zu benutzen.</i></p>	<p><i>Unternehmer/ alle Vorgesetzten und Mitarbeiter</i></p>
<p>Überprüfung der Funktion und Wirksamkeit der technischen Schutzmaßnahmen regelmäßig, mindestens jedoch jedes dritte Jahr</p>	<p><i>Die lufttechnischen Einrichtungen werden mindestens jährlich durch eine befähigte Person überprüft.</i></p> <p><i>Es erfolgt zudem eine arbeitstäglige Funktionskontrolle durch die Mitarbeiter.</i></p>	<p><i>Vorgesetzter: Wartungsvertrag mit Fa. „Lüftung“ abgeschlossen.</i></p> <p><i>Vorgesetzter/alle Mitarbeiter</i></p>
<p>Sicherstellung der Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte durch Arbeitsplatzmessungen oder andere geeignete Methoden zur Ermittlung der Exposition</p>	<p><i>Die Maßnahmen der BGI 790-016 und damit der Stand der Technik werden erfüllt. Die Überprüfung der Maßnahmen erfolgt nach betrieblichem Maßnahmenplan.</i></p>	<p><i>Vorgesetzte: Leiter der Instandhaltung</i></p>
<p>Betriebsanweisung/Unterweisung</p>	<p><i>Betriebsanweisung vorhanden; Unterweisung jährlich durch Vorgesetzten</i></p>	<p><i>Zuständig: Vorgesetzter unter Beteiligung des Betriebsarztes</i></p>
<p>Arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung</p>	<p><i>Erfolgt im Rahmen der jährlichen Unterweisung.</i></p>	<p><i>Zuständig: Vorgesetzter unter Beteiligung des Betriebsarztes</i></p>
<p>Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung (verpflichtend/anbieten)</p>	<p><i>Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G15 und G24 werden veranlasst. Vorsorgekartei wird geführt.</i></p>	<p><i>Organisation: Unternehmer unter Beteiligung des Betriebsarztes</i></p>
<p>Berücksichtigung von Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen</p>	<p><i>Wurden im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung beachtet, Notfallmaßnahmen mit der örtlichen Feuerwehr abgestimmt</i></p>	<p><i>Organisation: Unternehmer</i></p>

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit

Allgemeine Schutzmaßnahmen

Maßnahmen/Checkpunkte	Betriebliche Umsetzung	Wirksamkeit/Prüfung
Arbeitsplatzgestaltung u. -organisation Nutzung geeigneter Arbeitsmittel Anzahl exponierte Mitarbeiter so gering wie möglich halten Expositionsdauer und -höhe begrenzen Hygiene Begrenzung der Gefahrstoffmenge Anwendung geeigneter Verfahren	<i>Unbefugter Zutritt zur Galvanik ist untersagt. Hygienemaßnahmen sind in der Betriebsanweisung festgelegt.</i>	<i>Alle Mitarbeiter</i>
Kennzeichnung aller Gefahrstoffgebinde, Apparaturen und Rohrleitungen	<i>Ein Verfahren zur Einführung von Gefahrstoffen in den Betrieb ist festgelegt; Rohrleitungen und Behälter sind gekennzeichnet.</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Verbot von Essen, Trinken, Rauchen	<i>In der Betriebsanweisung geregelt</i>	<i>Überprüfung durch die Vorgesetzten</i>
Lagerung ohne Gefährdung der Gesundheit und der Umwelt	<i>Ein Gefahrstofflager entsprechend TRGS 510 ist eingerichtet und ein Lagerverantwortlicher ausgebildet u. bestimmt.</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Lagerung nur in geeigneten Behältnissen Keine Lebensmittelbehälter	<i>Innerbetrieblich zu verwendende Behältnisse sind entsprechend gekennzeichnet und in ausreichender Menge bereitgestellt. Verwendung ist in Betriebsanweisungen geregelt.</i>	<i>Organisation: Unternehmer Umsetzung durch Vorgesetzte und alle Mitarbeiter</i>
Reststoffe und -behälter entfernen und entsorgen	<i>Ein entsprechendes Verfahren ist festgelegt, eine Verantwortliche bestimmt.</i>	<i>Organisation: Unternehmer Frau Sorge</i>
Sicherstellen, dass als giftig, sehr giftig, Krebs erzeugend, Erbgut verändernd oder fruchtbarkeitsgefährdend eingestufte Stoffe und Zubereitungen der Kategorie 1 oder 2 (bzw. 1A oder 1B) unter Verschluss und so gelagert werden, dass nur fachkundige und zuverlässige Personen Zugang haben. Tätigkeiten mit diesen Stoffen und Zubereitungen sowie mit atemwegsensibilisierenden Stoffen und Zubereitungen nur von fachkundigen oder besonders unterwiesenen Personen	<i>Ein Zugang unbefugter Personen ist organisatorisch verhindert. Hinweise für die Mitarbeiter sind in den Betriebsanweisungen dokumentiert und zugänglich gemacht. Mitarbeiter werden unterwiesen.</i>	<i>Organisation: Unternehmer Umsetzung durch Vorgesetzte und alle Mitarbeiter</i>
Beachtung weiterer Vorschriften bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nach Anhang I Nummer 2 bis 5	<i>entfällt</i>	

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit

Zusätzliche Schutzmaßnahmen, wenn

1. Arbeitsplatzgrenzwerte oder biologische Grenzwerte überschritten werden,
2. bei hautresorptiven oder haut- oder augenschädigenden Gefahrstoffen eine Gefährdung durch Haut- oder Augenkontakt besteht oder
3. bei Gefahrstoffen ohne Arbeitsplatzgrenzwert und ohne biologischen Grenzwert eine Gefährdung auf Grund der ihnen zugeordneten Gefährlichkeitsmerkmale nach § 3 und der inhalativen Exposition angenommen werden kann.

Maßnahmen/Checkpunkte	Betriebliche Umsetzung	Wirksamkeit/Prüfung
Verwendung in einem geschlossenen System	<i>entfällt</i>	
Sofern geschlossenes System technisch nicht möglich, andere technische Maßnahmen nach dem Stand der Technik	<i>Die Maßnahmen der BGI 790-016 und damit der Stand der Technik werden erfüllt.</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Bei Überschreitung eines Arbeitsplatzgrenzwertes erneute Gefährdungsbeurteilung	<i>entfällt</i>	
Ausschöpfung aller technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen insbesondere bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten	<i>siehe BGI 790-016</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Persönliche Schutzausrüstung	<i>siehe BGI 790-016</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Bei Bedarf getrennte Aufbewahrung von Schutz- und Straßenkleidung	<i>Getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für die betreffenden Mitarbeiter sind geschaffen worden, Mitarbeiter werden unterwiesen.</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Reinigung verunreinigter Arbeitskleidung	<i>Die Reinigung der Arbeitskleidung und Schutzkleidung ist in einem betrieblichen Verfahren geregelt.</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Zutrittsbeschränkungen	<i>siehe BGI 790-016</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Zusätzliche Schutzmaßnahmen oder angemessene Aufsicht bei Alleinarbeit. Dies kann auch durch den Einsatz technischer Mittel sichergestellt werden.	<i>Alleinarbeit ist organisatorisch verhindert</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit		
Besondere Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Krebs erzeugenden, Erbgut verändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen		
Maßnahmen/Checkpunkte	Betriebliche Umsetzung	Wirksamkeit/Prüfung
Stoffe, die zwingend in geschlossener Anlage zu verwenden sind, nach Anhang II Nummer 6 GefStoffV	<i>entfällt, keine Stoffe nach Anhang II</i>	
Liegt ein AGW vor und wird dieser eingehalten, dann keine weiteren Maßnahmen	<i>entfällt</i>	
Tätigkeiten entsprechend eines VSK (TRGS 420) durchführen	<i>siehe oben, kein VSK nach TRGS 420, aber BGI 790-016</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Expositionsmessungen durchführen und Ergebnisse beurteilen	<i>siehe BGI 790-016</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Gefahrenbereich abgrenzen und kennzeichnen	<i>Galvanik ist räumlich abgegrenzt.</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Bei besonderen Tätigkeiten (z. B. ASI-Arbeiten, Störungsbeseitigung): Senkung der Expositionsdauer anstreben, Schutzkleidung und Atemschutz bereitstellen (Tragepflicht)	<i>entfällt</i>	
Keine Reinluftrückführung Ausnahme: Anwendung anerkannter Verfahren oder Geräte Keine Gefährdung anderer Beschäftigter zulassen	<i>An Randabsaugungen abgesaugte, belastete Luft wird über Nasswäscher nach außen abgegeben. BImSchG ist beachtet!</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit

Besondere Schutzmaßnahmen gegen physikalisch-chemische Einwirkungen, insbesondere gegen Brand- und Explosionsgefährdungen

Maßnahmen/Checkpunkte	Betriebliche Umsetzung	Wirksamkeit/Prüfung
Vermeidung von Brand- und Explosionsgefährdungen insbesondere bei explosionsfähigen Gefahrstoffen und Gefahrstoffen, die chemisch miteinander reagieren können oder chemisch instabil sind, soweit daraus Brand- oder Explosionsgefährdungen entstehen können	<i>siehe Explosionsschutzdokument</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Vermeidung gefährlicher Mengen	<i>siehe Explosionsschutzdokument</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Vermeidung von Zündquellen	<i>siehe Explosionsschutzdokument</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Verringerung schädlicher Auswirkungen von Bränden oder Explosionen auf die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten und anderer Personen	<i>siehe Explosionsschutzdokument</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>
Weitere Maßnahmen nach Anhang I Nummer 1 GefStoffV	<i>Sind erfüllt, siehe Explosionsschutzdokument</i>	<i>Organisation: Unternehmer</i>

Angewendete Vorschriften und Informationsquellen

TRGS 400, 401, 500, 510, 555
 BGR 121
 BGI 790-016

Broschüren der BG ETEM S 015, S 017, S 018

Gefährdungsbeurteilung – Dokumentation

nach GefStoffV

Ersteller: _____
 Verantwortlicher: _____
 Datum: _____

Arbeitsbereich: *Handgalvanik*
 Tätigkeit: *Hartverchromen*



Beschreibung der Tätigkeiten

Die zu beschichtenden Werkstücke (je nach Kundenauftrag) werden an Gestellen hängend in den Elektrolyten (Chrombad) eingetaucht. Nach der vorgeschriebenen Verweilzeit werden die Gestelle herausgenommen und in Spülbäder getaucht. Das Hartchrombad hat eine Oberfläche von 2 m² und ist mit einer Randabsaugung versehen. Dem Elektrolyten wird ein wirksames Netzmittel zugesetzt. Eine Zuluft im Arbeitsbereich ist durch Dachöffnungen und Hallentore gegeben. Die Handgalvanik ist in einer Halle (Fläche: 1500 m²; Deckenhöhe: 4,50 m) untergebracht.

Verwendete/freigesetzte Gefahrstoffe

Bezeichnung	Kennzeichnung/H-Sätze	Menge
Chromelektrolyt (Chromtrioxid in wässriger Lösung, Schwefelsäure) Temperatur: 60 °C	Karzinogenität, Kategorie 1A; H350 Keimzellmutagenität, Kat. 1B; H340 Reproduktionstoxizität, Kat. 2; H361f Akute Toxizität, Kat. 2 (inhalativ); H330 Akute Toxizität, Kat. 3 (dermal); H311 Akute Toxizität, Kategorie 3 (oral); H301 Spez. Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kat. 1; H372 Ätzwirkung auf die Haut, Kat. 1A; H314 Sensibilis. der Atemwege, Kat. 1; H334 Sensibilisierung der Haut, Kat. 1; H317 Akut gewässergefährdend, Kat. 1; H400 Chronisch gewässergefährd., Kat. 1; H410	Badinhalt: 1000 Liter Chromtrioxid: 260 g/l Schwefelsäure: 5 g/l

Beurteilung

Gefahren durch Inhalation

Verfahrensbedingt starke Aerosolbildung durch Wasserstoff. Einatmen von Chrom(VI)-haltigen Aerosolen möglich. Das Verfahren kann wegen der Vielfalt der zu beschichtenden Werkstücke nicht automatisiert werden. Ein Arbeitsplatzgrenzwert ist nicht aufgestellt (TRGS 900). Die Anforderungen der EGU-Empfehlung (BGI 790-016) und damit der Stand der Technik werden erfüllt.

Gefahren durch Hautkontakt

Die bereit gestellten Schutzhandschuhe, Schürze, Schutzbrille, säurefester Arbeitsanzug sind geeignet und wirksam, d. h. sie werden konsequent getragen und gepflegt. Hautmittel und Waschgelegenheiten werden zur Verfügung gestellt und auch benutzt. Es besteht ein betrieblicher Hautschutzplan.

Wegen des Tragens flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe liegt Feuchtarbeit vor. Handschuhe werden länger als 4 Stunden pro Arbeitsschicht getragen.

Es besteht eine mittlere Hautgefährdung durch Hautkontakt entsprechend TRGS 401.

Physikalisch-chemische und sonstige Gefahren

Wegen der Wasserstoffentwicklung besteht grundsätzlich Brand- und Explosionsgefahr (siehe Explosionsschutzdokument nach Betriebssicherheitsverordnung; Informationsmittel S 018 der BG Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse).

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit	Zuständigkeit (Termin)
<i>Eine Substitution gegen ungefährlichere Ersatzstoffe ist nicht möglich. Das Verfahren kann wegen der Vielfalt der zu beschichtenden Werkstücke nicht automatisiert werden.</i>	Unternehmer
<i>Die Maßnahmen der EGU-Empfehlung und damit der Stand der Technik werden erfüllt. Es sind keine Messungen erforderlich.</i>	Unternehmer
<i>Maßnahmen nach der EGU-Empfehlung sind u.a.: Randabsaugung, Netzmittel. Über die Absaugung liegt eine Abnahme vor. Der fvo-Leitfaden zur konstruktiven Ausführung der Absaugung wurde eingehalten. Die Wirksamkeit des Netzmittels ist nachgewiesen.</i>	Unternehmer
<i>Die Absaugung wird alle 3 Monate überprüft mit Dokumentation.</i>	Unternehmer; Wartungsvertrag mit Fa. »Lüftung«
<i>Es erfolgt zudem eine arbeitstägliche Funktionskontrolle durch die Mitarbeiter.</i>	alle Mitarbeiter
<i>Es werden säurefeste Arbeitsanzüge, Schutzhandschuhe, Schürzen, Schutzbrillen und bei Tätigkeiten mit festem Chromtrioxid (Ansetzen) Atemschutz (FFP2) zur Verfügung gestellt. Die PSA ist entsprechend der Betriebsanweisung zu benutzen.</i>	Unternehmer/alle Mitarbeiter
<i>Zur Aufbewahrung von Arbeits- und Schutzkleidung sowie Straßenkleidung stehen Spinde mit getrennten Aufbewahrungsmöglichkeiten zur Verfügung.</i>	Unternehmer/alle Mitarbeiter
<i>Es stehen hygienisch einwandfreie Waschgelegenheiten sowie Hautmittel zur Verfügung.</i>	Unternehmer
<i>Alle betrieblichen Behälter und Bäder sind entsprechend dem Inhaltsstoff gekennzeichnet. Rohrleitungen sind entsprechend dem Durchflussstoff und der Flussrichtung gekennzeichnet.</i>	Unternehmer
<i>Gefahrstoffe dürfen nur mit dafür vorgesehenen Fasspumpen um- und abgefüllt werden. Es dürfen nur geeignete und gekennzeichnete Gebinde verwendet werden.</i>	Unternehmer/alle Mitarbeiter
<i>Alle Gefahrstoffe werden in einem abschließbaren Lager untergebracht. Die TRGS 510 ist eingehalten. Die gelagerten Stoffe und Lagermengen werden in einem gesonderten Verzeichnis geführt.</i>	Herr »Lagermeister«
<i>Für Unbefugte ist der Zutritt zur Galvanik verboten, Verbotsschilder P06 hängt aus.</i>	Unternehmer
<i>Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 15 und G 24 sind veranlasst. Vorsorgekartei wird geführt.</i>	Unternehmer/Betriebsarzt
<i>Betriebsanweisungen und Hautschutzplan sind vorhanden. Unterweisungen erfolgen jährlich incl. arbeitsmedizinisch-toxikologischer Beratung.</i>	Unternehmer/Betriebsarzt
Angewendete Vorschriften/Literatur	
TRGS 401	Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
TRGS 510	Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
BGI 790-016	EGU-Empfehlung für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung: Galvanotechnik und Eloxieren
Informationsmaterial S 015	»Gefahrstoffe in der Galvanotechnik und der Oberflächenveredelung« der BG Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse

Anhang 3: Muster-Explosionsschutz-Dokument

Galvanik – Hartverchromen

S 018-08 Stand: August 2010



Bitte beachten:

Die kursiv gesetzten Einträge sind Beispieltex-te, die Sie für Ihren Bedarf abändern können.

Explosionsschutz – Dokumentation

BetrSichV § 6

Ersteller:

Datum:

Verantwortlich:

Unterschrift:

1 Allgemeine Angaben

<i>Firmenname</i>	<i>Mustermann GmbH Beispiel Straße 20 21000 Vorschlagstadt</i>
<i>Arbeitsbereich</i>	<i>Hartverchromung, Automat Halle 2</i>
<i>Bezeichnung der Anlage</i>	<i>Anlage A2</i>
<i>Beschreibung des Verfahrens</i>	<i>In der Anlage A2 werden Stahlteile auf Gestellen zunächst gereinigt und anschließend hartverchromt. Die Anlage besteht aus 13 Bädern, die von dem Transportwagen entsprechend der Steuerung angefahren werden. Die Bäder sind überwiegend mit Randabsaugungen versehen. Mit Außenstrom werden betrieben:</i> <ul style="list-style-type: none"><i>• Hartverchromungsbad (3000 A)</i><i>• Elektrolytisches Entfetten (1000 A)</i>

2 Zugehörige Dokumente

Gefahrstoffverzeichnis (Ordner GS10)
Gefährdungsbeurteilung (Ordner GS10)
Sicherheitsdatenblätter (Ordner GS-Sida)
Lageplan (Ordner Bau09)
Exzonenplan
Prüfbescheinigungen (Ordner Sifa1)
Betriebsanweisung (Vorraum H12)
Nachweis der Unterweisung (Ordner GS09)

3 Einsatzstoffe und sicherheitstechnische Kennzahlen

siehe Ordner Sicherheitsdatenblätter

Zur Beurteilung der Explosionsgefahr wurden die beiden Bäder mit Außenstrom herangezogen und die Wasserstoffentwicklung abgeschätzt.

Wasserstoff:

UEG:	4 Vol.-%
OEG:	77 Vol.-%
Gasdichte (0 °C, 1013 mbar):	0,08989 g/l
Relative Gasdichte:	0,07
Zündtemperatur:	560 °C


4 Beurteilung der Explosionsgefahr

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kann auftreten:

- an der Badoberfläche
- beim An- und Abfahren der Lüftung
- im Deckenbereich über der Anlage

5 Maßnahmen

5.1 Technische Lüftung	<p>Badabsaugung: ca.1200 m³/h je Bad Überwachung der Wirksamkeit: Verriegelt mit Strom zur Elektrolyse Prüfung: jährliche Wartung durch Fa. Roberst</p>
5.2 Zoneneinteilung	<p>technische Lüftung am Bad Deckenöffnungen frei</p> <p>Bad: Zone 0: Oberfläche des Bades Zone 1: bis 0,2 m über der Badoberfläche Zone 2: 1 m Radius um das Bad bis zur Decke(Zylinderform)</p> <p>Umgebung: feuergefährdet Absaugung: keine Zone (ausreichender Volumenstrom, daher liegt die Wasserstoffkonzentration deutlich unter UEG) siehe: Exzonenplan und Lageplan (siehe Punkt 2)</p>
5.3 Betriebsmittel in den Zonen 0 bis 2 – mögliche Zündquellen	<p>Auswahlkriterium: Gerätegruppe: II Explosionsgruppe: IIC</p> <p>Zone 2 Gerätekatgorie: 3 G Zone 1 Gerätekatgorie: 2 G Zone 0 Gerätekatgorie: 1 G</p> <p>Deckenleuchten: jährliche Überprüfung Elektr. Geräte: dreijährige Prüfung durch SV Transportwagen: geerdet, jährliche Prüfung Abluftanlage: jährliche Überprüfung</p> <p>Abschaltung des Stromes über Anlagensteuerung vor Entnahme der Gestelle (Abreißfunken)</p> <p>Bekleidung (Schuhe, Schutzanzug): ableitfähiges Schuhwerk</p>

5 Maßnahmen	
5.4 Konstruktiver Explosionsschutz	kein konstruktiver Explosionsschutz
5.5 Organisation	Alarmplan Betriebsanweisung Unterweisung Prüfungen Freigabeverfahren siehe Punkt 2
5.6 Kennzeichnung nach BGV A8	

Kommentar

Zur Beurteilung der Explosionsgefahr ist die Entstehung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre maßgeblich. Diese setzt sich aus den beiden Komponenten brennbares Gas und Sauerstoff zusammen.

Die Menge an brennbarem Gas, in diesem Fall Wasserstoff, ergibt sich beim Hartverchromen aus der Stromstärke. Aus dem zur Elektrolyse zur Verfügung stehenden Strom und der Faradayschen Konstante lässt sich der Volumenstrom an Wasserstoff berechnen.

Die Menge an der zur Verdünnung zugeführten Luft ist abhängig von der lufttechnischen Anlage. Meist ist die Messung des Luftstroms der praktikabelste Weg. Mithilfe des BG-BGIA-Reportes 3/2001 „Berechnungsverfahren und Modellbildung in der Arbeitsbereichsanalyse“ kann die Luftmenge (Kapitel 4) jedoch gerade auch bei natürlicher Lüftung rechnerisch abgeschätzt werden.

Mit dem folgenden Diagramm (Abb. 1) kann grob abgeschätzt werden, ob das entstehende Gemisch aus Luft und Wasserstoff explosionsfähig ist:

- V: Volumenstrom an Luft, mit dem der entstehende Wasserstoff verdünnt wird in m³/h (aus Anlagendaten, Messung oder Berechnung).
- I: Stromstärke im Bad (Betriebsdaten). Beim Hartverchromen wurde eine Stromausbeute von 10 % angesetzt. Ist diese in Realität niedriger, entsteht mehr Wasserstoff.

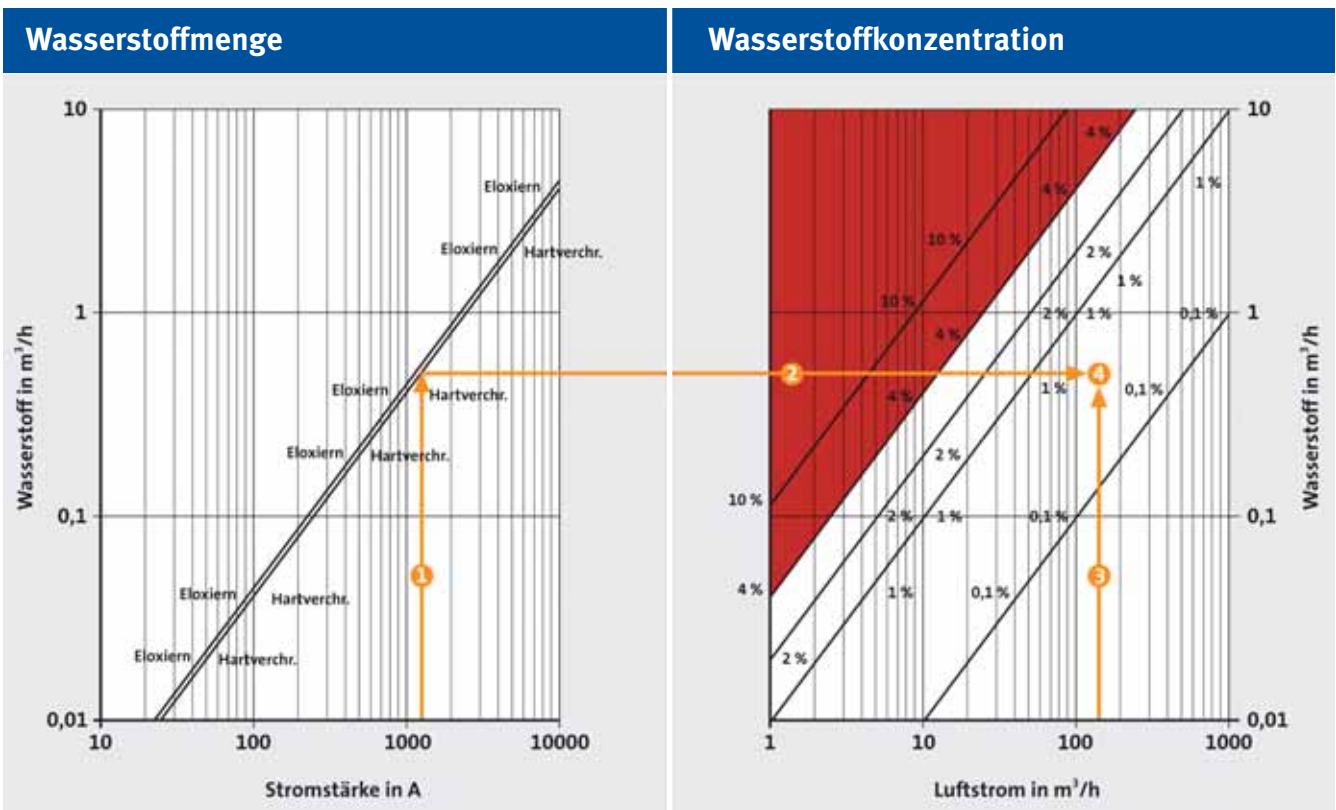


Abb. 1: Diagramm zur Abschätzung der Wasserstoffkonzentration

Ausgehend von der Stromstärke (1) erhält man durch den Schnittpunkt mit dem eingesetzten Verfahren die entstehende Wasserstoffmenge. Folgt man diesem Volumenstrom nach rechts (2), ergibt der Schnittpunkt mit der eingesetzten Luftmenge (3) in etwa die Mischkonzentration (4). Liegt die Mischung (geneigte Geraden gleicher Konzentration) ausreichend weit unterhalb von 4 % (untere Explosionsgrenze des Wasserstoffes), so ist eine explosionsfähige Atmosphäre im durchmischten Zustand nicht zu befürchten. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass in dem Bereich, in dem sich der Wasserstoff mit der Zuluft mischt, örtlich durchaus explosionsfähige Konzentrationen auftreten können.

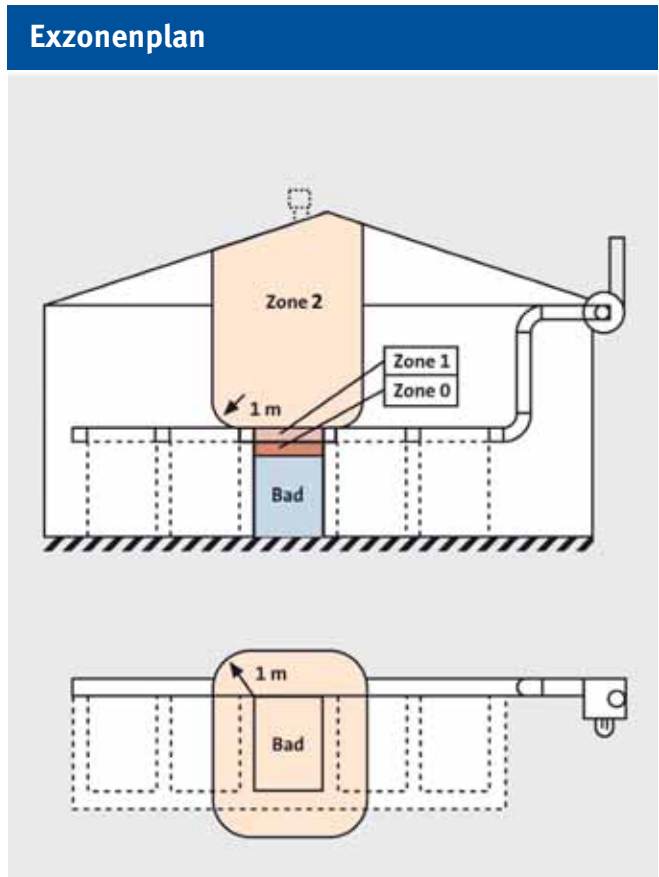


Abb. 2: Exzonenplan

Anhang 4: Muster-Behälterkennzeichnungen für Elektrolyte

<Logo des Unternehmens>

Dekorative Verchromung **Manuelle Anlage**

Glanzchromelektrolyt

<ggf. zusätzlich den Verfahrensnamen>

Gefahrenauslöser:
Chromsäureanhydrid / Chromtrioxid
Schwefelsäure
WGK: 3

H301 Giftig beim Verschlucken
H314 Schwere Verätzungen der Haut, Augen
H330 Lebensgefahr beim Einatmen
H350 Kann Krebs erzeugen
H410 Sehr giftig für Wasserorganismen
Wasserstoffentwicklung/Knallgas

T_w ca. 35 °C
pH ≤ 1

<Name des Unternehmens>

Datum

<Logo des Unternehmens>

Verkupferung cyanidisch **Galvanoautomat**

Kupferelektrolyt, cyanidisch

<ggf. zusätzlich den Verfahrensnamen>

Gefahrenauslöser:
Salze der Blausäure / Cyanide
WGK: 3

H300+H310+H330 Lebensgefahr bei Verschlucken, bei Hautkontakt oder bei Einatmen
H410 Sehr giftig für Wasserorganismen

T_w ca. 25 °C
pH ≥ 12

<Name des Unternehmens>

Datum

<Logo des Unternehmens>

Technische Verchromung **Manuelle Anlage**

Hartchromelektrolyt

<ggf. zusätzlich den Verfahrensnamen>

Gefahrenauslöser:
Chromsäureanhydrid / Chromtrioxid
Schwefelsäure
WGK: 3

H301 Giftig beim Verschlucken
H314 Schwere Verätzungen der Haut, Augen
H330 Lebensgefahr beim Einatmen
H350 Kann Krebs erzeugen
H410 Sehr giftig für Wasserorganismen
Wasserstoffentwicklung/Knallgas

T_w ca. 35 °C
pH ≤ 1

<Name des Unternehmens>

Datum

<Logo des Unternehmens>

Verzinkung **Galvanoautomat**

Zinkelektrolyt, alkalisch

<ggf. zusätzlich den Verfahrensnamen>

Gefahrenauslöser:
Natriumhydroxid
WGK: 2

H314 Schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein
H410 Sehr giftig für Wasserorganismen

T_w ca. 25 °C
pH ≥ 12

<Name des Unternehmens>

Datum

<Logo des Unternehmens>

Dekorative Vernickelung **Manuelle Anlage**

Glanznickelelektrolyt

<ggf. zusätzlich den Verfahrensnamen>

Gefahrenauslöser:
Nickelsalze, löslich
Schwefelsäure
WGK: 3

H350i Kann beim Einatmen Krebs erzeugen
H317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen
H334 Kann beim Einatmen Allergie, asthmaische Symptome oder Atembeschwerden verursachen
H301+H331 Giftig bei Verschlucken oder Einatmen
H410 Sehr giftig für Wasserorganismen

T_w ca. 60 °C
pH ≤ 1

<Name des Unternehmens>

Datum

Anhang 5: Muster-Betriebsanweisungen

Firma: _____

Arbeitsbereich: Hartverchromen

Verantwortlich: _____

Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG

GEM. § 14 GEFSTOFFV

Arbeitsplatz: Kranbedientes
Hartchrombad

Tätigkeit: Hartverchromen,
Badbedienung



Stand: _____

B 020 – GHS

Gefahrstoffbezeichnung

Chromsäure

(wässrige Lösung von Chromtrioxid)

Gefahren für Mensch und Umwelt



Gefahr

Giftig, Reizung bzw. Verätzung von Augen, Haut und Schleimhäuten. Inhalation von Chromsäuredämpfen, -aerosolen kann zu Lungenerkrankungen und Krebserkrankungen führen. Verursacht schwer heilende Wunden auf der Haut. Beim Verchromen starke Wasserstoffentwicklung (Gefahr von Knallgasreaktionen, Brandgefahr). Wassergefährdend: Nicht in die Kanalisation geben.



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Beim Arbeiten am Chrombad stets Schutzkleidung (säurefester Arbeitsanzug; Schürze, Stiefel und Schutzhandschuhe aus Gummi) _____ tragen.
- Augenschutz, ggf. Gesichtsschutz _____ tragen.
- Betriebsanweisung für die Kranbedienung beachten. Nur die im Betrieb zugelassenen Anschlagmittel _____ bzw. Lastaufnahmemittel _____ verwenden (auf ordnungsgemäßen Zustand achten!).
- Nur bei eingeschalteter Chrombadabsaugung arbeiten. Auf Wirksamkeit der Absaugung achten (Wartungs- und Reinigungsintervalle eingehalten?); Mängel dem Vorgesetzten _____ melden!
- Hautschutzmittel benutzen:
Schutz (vor der Arbeit) _____ Reinigung (vor Pausen u. Arbeitschluss) _____ Pflege (nach der Arbeit) _____
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken
- Sonstige Zündquellen _____ fernhalten
- Verschmutzte Kleidung nicht mit privater Straßenkleidung zusammen aufbewahren, Reinigung durch: _____ (nicht privat waschen!).



Verhalten im Gefahrfall

- Im Brandfall: _____, Vorgesetzten informieren

Notruf _____

Erste Hilfe



- Spritzer im Auge sofort mit viel Wasser (Augendusche) ausspülen; Augenarzt aufsuchen
- Bei Hautkontakt, gründlich mit viel Wasser spülen, Vorgesetzten informieren; Arzt aufsuchen
- Ersthelfer _____ **Notruf** _____

Sachgerechte Entsorgung

- Entsorgung verbrauchter Chromsäure oder sonstige mit Chromsäure verschmutzter Materialien durch: _____

Firma: _____

Arbeitsbereich: Galvanik, allgemein

Verantwortlich: _____
Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG

GEM. § 14 GEFSTOFFV

Arbeitsplatz: Tätigkeit mit Laugen

Tätigkeit: Ab- und Umfüllen, Ansetzen



Stand: _____

B 021 – GHS

Gefahrstoffbezeichnung

Natriumhydroxid (fest), Natronlauge _____

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Verursacht schwere Verätzungen bei Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten
- Heftige (exotherme) Reaktion mit Säuren und beim Ansetzen mit Wasser (Verspritzen bei Hitzeentwicklung möglich)
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Bei Arbeiten mit Natriumhydroxid stets Schutzkleidung (laugenfester Arbeitsanzug; Schürze, Stiefel, Schutzhandschuhe aus Gummi _____) tragen
- Augenschutz (mit Seitenschutz), ggf. Gesichtsschutz _____ tragen
- Zum Ansetzen kaltes Wasser vorlegen und festes Natriumhydroxid vorsichtig _____ unter rühren hinzugeben. Zum Ab- und Umfüllen der Lauge, Fasspumpe _____ benutzen



- Transport von Sackware (festes Natriumhydroxid) und Laugenbehälter nur mit speziellem Transportwagen oder Lastaufnahmeeinrichtung _____ (Ladungssicherung nicht vergessen!)
- Natriumhydroxid nicht am Arbeitsplatz lagern. Lagerung im Gefahrstofflager, Lagerplatz _____



- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren
- Hautschutzmittel benutzen: Schutz (vor der Arbeit) _____
Reinigung (vor Pausen und Arbeitsschluss) _____
Pflege (nach der Arbeit) _____
- Verschmutzte Kleidung nicht mit privater Straßenkleidung zusammen aufbewahren, Reinigung durch: _____ (nicht privat waschen!)

Verhalten im Gefahrfall

Verschüttetes mit viel Wasser fortspülen und der Abwasseranlage zuführen

Im Brandfall: Vorgesetzten informieren;

Brandbekämpfung mit vorhandenen Feuerlöschern (Standort) _____

Bei größer werdendem Brand und dem Auftreten von Brandgasen den Raum sofort verlassen

Notruf _____

Erste Hilfe



- Hautkontakt: Benetzte Stellen sofort mit viel Wasser abspülen
- Augenkontakt: Gründlich mit viel Wasser (Augendusche) ausspülen
Vorgesetzten informieren, Augenarzt _____ aufsuchen
- Ersthelfer _____ **Notruf** _____

Sachgerechte Entsorgung

- Entsorgung durch _____

Firma: _____

BETRIEBSANWEISUNG

GEM. § 14 GEFSTOFFV



Arbeitsbereich: Galvanik, allgemein

Arbeitsplatz: Tätigkeit mit Säuren

Verantwortlich: _____

Tätigkeit: Ab- und Umfüllen,
Verdünnen

Stand: _____

Unterschrift

B 022 – GHS

Gefahrstoffbezeichnung**Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure** _____**Gefahren für Mensch und Umwelt**

Gefahr

- Schwere Verätzungen bei Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten
- Heftige (exotherme) Reaktion mit Laugen und beim Verdünnen mit Wasser (Verspritzen unter Hitzeentwicklung möglich)
- Einatmen der Dämpfe kann bei Salzsäure und Salpetersäure bis zum Lungenödem führen
- Konzentrierte Schwefel- und Salpetersäure wirken stark oxidierend und reagieren heftig mit organischen Materialien (Putzwolle, Holz, Textilien etc.), bei Salpetersäure entwickeln sich hierbei giftige nitrose Gase (stechender Geruch!)
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Bei Arbeiten mit Säuren stets Schutzkleidung (säurefester Arbeitsanzug; Stiefel, Schürze, Schutzhandschuhe aus Gummi _____) tragen
- Augenschutz (mit Seitenschutz), ggf. Gesichtsschutz _____ tragen
- Zum Ab- und Umfüllen nur die Fasspumpen, _____ benutzen. Befüllen von Bädern nur bei eingeschalteter Absaugung.
- Verdünnen konzentrierter Säuren: Erst das Wasser dann die Säure!
- Transport größerer Säurebehälter (Ballons, Fässer) nur mit speziellem Transportwagen oder Lastaufnahmeeinrichtung _____ (Ladungssicherung nicht vergessen!)
- Säurebehälter dicht geschlossen halten und nicht am Arbeitsplatz lagern. Lagerung im Gefahrstofflager, Lagerplatz _____
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken u. hier keine Lebensmittel aufbewahren
- Hautschutzmittel benutzen: Schutz (vor der Arbeit) _____
Reinigung (vor Pausen und Arbeitsschluss) _____
Pflege (nach der Arbeit) _____
- Verschmutzte Kleidung nicht mit privater Straßenkleidung zusammen aufbewahren, Reinigung durch: _____ (nicht privat waschen!)

**Verhalten im Gefahrfall**

Verschüttetes mit viel Wasser fortspülen und der Abwasseranlage zuführen

Im Brandfall: Vorgesetzten informieren;

Brandbekämpfung mit vorhandenen Feuerlöschern (Standort) _____

Bei großer werdendem Brand und dem Auftreten von Brandgasen den Raum sofort verlassen

Notruf _____**Erste Hilfe**

- Hautkontakt: Benetzte Stellen sofort mit viel Wasser abspülen
- Augenkontakt: Gründlich mit viel Wasser (Augendusche) ausspülen
Vorgesetzten informieren, Augenarzt _____ aufsuchen
- Einatmen: Frischluft, Vorgesetzten informieren, Arzt _____ aufsuchen
- Ersthelfer _____ **Notruf** _____

Sachgerechte Entsorgung

- Entsorgung durch _____

Firma: _____

Arbeitsbereich: Vernickeln (galvanisch)

Verantwortlich: _____
Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG

GEM. § 14 GEFSTOFFV

Arbeitsplatz: Handanlage, Nickelbad

Tätigkeit: Badbedienung



Stand: _____

B 025 – GHS

Gefahrstoffbezeichnung

Nickelelektrolyt (Nickelchlorid, Nickelsulfat, Borsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, _____)

Gefahren für Mensch und Umwelt



Gefahr

- Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
- Kann beim Einatmen Krebs erzeugen
- Gesundheitsschädlich beim Verschlucken
- Reizt und verätzt die Augen, Atmungsorgane und die Haut
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Beim Arbeiten am Nickelbad stets Schutzkleidung (säurefester Arbeitsanzug; Stiefel, Schutzhandschuhe aus Gummi _____) tragen
- Augenschutz (mit Seitenschutz) _____ tragen
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren



- Hautschutzmittel benutzen: Schutz (vor der Arbeit) _____
Reinigung (vor Pausen und Arbeitsschluss) _____
Pflege (nach der Arbeit) _____
- Verschmutzte Kleidung nicht mit privater Straßenkleidung zusammen aufbewahren, Reinigung durch: _____ (nicht privat waschen!)
- Nicht auf den Behälterrand klettern; Anodenwechsel durch _____



Verhalten im Gefahrfall

Verschüttetes mit viel Wasser fortspülen und der Abwasseranlage zuführen

Im Brandfall: Vorgesetzten informieren;

Brandbekämpfung mit vorhandenen Feuerlöschern (Standort) _____

Bei größer werdendem Brand und dem Auftreten von Brandgasen den Raum sofort verlassen

Notruf _____

Erste Hilfe



- Hautkontakt: Benetzte Stellen sofort mit viel Wasser abspülen
- Augenkontakt: Gründlich mit viel Wasser (Augendusche) ausspülen
Vorgesetzten informieren, Augenarzt _____ aufsuchen
- Ersthelfer _____ **Notruf** _____

Sachgerechte Entsorgung

- Mit Elektrolyt verunreinigte Materialien in Sammelbehältnis _____ geben
- Entsorgung durch _____

Firma: _____

BETRIEBSANWEISUNG

GEM. § 14 GEFSTOFFV

Arbeitsbereich: Eloxieren (Schwefelsäure-
verfahren)

Arbeitsplatz: Handanlage, Eloxalbad

Stand: _____

Verantwortlich: _____

Tätigkeit: Badbedienung

Unterschrift

B 028 – GHS

Gefahrstoffbezeichnung**Schwefelsäurelösung** _____**Gefahren für Mensch und Umwelt**

Gefahr

- Verursacht Verätzungen bei Berührung mit Augen, Haut und Schleimhaut
- Einatmen von Schwefelsäureaerosolen führt zu Reizungen der Atemwege
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Beim Arbeiten am Eloxalbad stets Schutzkleidung (säurefester Arbeitsanzug, Stiefel, Schürze, Schutzhandschuhe aus Gummi _____) tragen
- Augenschutz (mit Seitenschutz) _____ tragen
- Nur bei eingeschalteter Badabsaugung arbeiten. Mängel an der Absaugung sofort dem Vorgesetzten melden (z.B. lautes Absauggeräusch)
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren
- Hautschutzmittel benutzen: Schutz (vor der Arbeit) _____
Reinigung (vor Pausen und Arbeitsschluss) _____
Pflege (nach der Arbeit) _____
- Verschmutzte Kleidung nicht mit privater Straßenkleidung zusammen aufbewahren, Reinigung durch: _____ (nicht privat waschen!)

**Verhalten im Gefahrfall**

Verschüttetes mit viel Wasser fortspülen und der Abwasseranlage zuführen

Im Brandfall: Vorgesetzten informieren;

Brandbekämpfung mit vorhandenen Feuerlöschern (Standort) _____

Bei größer werdendem Brand und dem Auftreten von Brandgasen den Raum sofort verlassen

Notruf _____**Erste Hilfe**

- Hautkontakt: Benetzte Stellen sofort mit viel Wasser abspülen
- Augenkontakt: Gründlich mit viel Wasser (Augendusche) ausspülen
Vorgesetzten informieren, Augenarzt _____ aufsuchen
- Einatmen: Frischluft, ggf. Vorgesetzten informieren, Arzt _____ aufsuchen
- Ersthelfer _____ **Notruf** _____

Sachgerechte Entsorgung

- Entsorgung durch _____

Firma: _____

Arbeitsbereich: Verzinken (alkalisch)

Verantwortlich: _____
Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG

GEM. § 14 GEFSTOFFV

Arbeitsplatz: Handanlage, Zinkbad
 (alkalisch)

Tätigkeit: Badbedienung



Stand: _____

B 032 – GHS

Gefahrstoffbezeichnung

Zinkelektrolyt (Zinkoxid, Natriumhydroxid in wässriger Lösung) _____

Gefahren für Mensch und Umwelt



Gefahr

- Verursacht schwere Verätzungen bei Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten
- Heftige (exotherme) Reaktion mit Säuren (Verspritzen bei Hitzeentwicklung möglich)
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Beim Arbeiten am Zinkbad stets Schutzkleidung (laugenfester Arbeitsanzug; Schürze, Stiefel, Schutzhandschuhe aus Gummi _____) tragen
- Augenschutz (mit Seitenschutz), ggf. Gesichtsschutz _____ tragen



- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren
- Hautschutzmittel benutzen: Schutz (vor der Arbeit) _____
 Reinigung (vor Pausen und Arbeitsschluss) _____
 Pflege (nach der Arbeit) _____
- Verschmutzte Kleidung nicht mit privater Straßenkleidung zusammen aufbewahren, Reinigung durch: _____ (nicht privat waschen!)



Verhalten im Gefahrfall

Verschüttetes mit viel Wasser fortspülen und der Abwasseranlage zuführen
 Im Brandfall: Vorgesetzten informieren;
 Brandbekämpfung mit vorhandenen Feuerlöschern (Standort) _____
 Bei größer werdendem Brand und dem Auftreten von Brandgasen den Raum sofort verlassen

Notruf _____

Erste Hilfe



- Hautkontakt: Benetzte Stellen sofort mit viel Wasser abspülen
- Augenkontakt: Gründlich mit viel Wasser (Augendusche) ausspülen
 Vorgesetzten informieren, Augenarzt _____ aufsuchen
- Ersthelfer _____ **Notruf** _____

Sachgerechte Entsorgung

- Mit Elektrolyt verunreinigte Materialien in Sammelbehältnis _____ geben
- Entsorgung durch _____

Firma: _____

Arbeitsbereich: Verzinken (sauer)

Verantwortlich: _____

Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG

GEM. § 14 GEFSTOFFV

Arbeitsplatz: Handanlage, Zinkbad
(sauer)

Tätigkeit: Badbedienung



Stand: _____

B 033 – GHS

Gefahrstoffbezeichnung

Zinkelektrolyt (Zinkchlorid, Borsäure, Benzaldehyd, _____ in wässriger Lösung)

Gefahren für Mensch und Umwelt

Gefahr

- Gesundheitsschädlich beim Verschlucken
- Verursacht schwere Verätzungen bei Berührung mit Augen, Haut und Schleimhäuten
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

**Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln**

- Beim Arbeiten am Zinkbad stets Schutzkleidung (laugenfester Arbeitsanzug; Schürze, Stiefel, Schutzhandschuhe aus Gummi _____) tragen
- Augenschutz (mit Seitenschutz), ggf. Gesichtsschutz _____ tragen



- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren



- Hautschutzmittel benutzen: Schutz (vor der Arbeit) _____
Reinigung (vor Pausen und Arbeitsschluss) _____
Pflege (nach der Arbeit) _____



- Verschmutzte Kleidung nicht mit privater Straßenkleidung zusammen aufbewahren, Reinigung durch: _____ (nicht privat waschen!)

Verhalten im Gefahrfall

Verschüttetes mit viel Wasser fortspülen und der Abwasseranlage zuführen

Im Brandfall: Vorgesetzten informieren;

Brandbekämpfung mit vorhandenen Feuerlöschern (Standort) _____

Bei größer werdendem Brand und dem Auftreten von Brandgasen den Raum sofort verlassen

Notruf _____**Erste Hilfe**

- Hautkontakt: Benetzte Stellen sofort mit viel Wasser abspülen
- Augenkontakt: Gründlich mit viel Wasser (Augendusche) ausspülen
Vorgesetzten informieren, Augenarzt _____ aufsuchen
- Ersthelfer _____ **Notruf** _____

Sachgerechte Entsorgung

- Mit Elektrolyt verunreinigte Materialien in Sammelbehältnis _____ geben
- Entsorgung durch _____

Anhang 6: Verzeichnis der auf der CD-ROM beigefügten Dateien

Dieser Handlungshilfe ist eine CD-ROM beigefügt, die folgende Verzeichnisse und Dateien enthält:

Muster-Gefahrstoffverzeichnisse

- für Verfahren/Elektrolyte
Dateiname: Verfahren.doc
- für das Lager
Dateiname: Lager.doc

Die Dateien wurden mit dem Textverarbeitungsprogramm Word 7.0 unter Windows erstellt.

Muster-Gefährdungsbeurteilung

- Durchführung
- Dokumentation

Muster-Explosionsschutz-Dokument

Muster-Behälterkennzeichnungen für Elektrolyte

Für folgende Elektrolyte sind Muster-Behälterkennzeichnungen aufgenommen worden:

- Glanzchromelektrolyt
Dateiname: Glanzchromelektrolyt
- Hartchromelektrolyt
Dateiname: Hartchromelektrolyt
- Glanznickelelektrolyt
Dateiname: Glanznickelelektrolyt
- Kupferelektrolyt, cyanidisch
Dateiname: Kupferelektrolyt
- Zinkelektrolyt, alkalisch
Dateiname: Zinkelektrolyt

Muster-Betriebsanweisungen als doc-Dateien mit alter bzw. neuer GHS-Kennzeichnung

B 009	Galvanik (Füllen eines Salpetersäurebades)
B 011	Spritzentfettung (Entfetten von Stahlteilen)
B 020	Hartverchromen: Kranbedientes Hartchrombad
B 021	Tätigkeiten mit Laugen (Galvanik allgemein) Ab- und Umfüllen, Ansetzen
B 022	Tätigkeiten mit Säuren (Galvanik allgemein) Ab- und Umfüllen, Verdünnen
B 023	Handanlage, Beizbäder (Galvanik allgemein) Badbedienung
B 024	Handanlage, Abkochtentfettung (Galvanik allgemein) Badbedienung
B 025	Handanlage, Nickelbad (Vernickeln galvanisch) Badbedienung
B 026	Handanlage, Nickelbad (Vernickeln chemisch) Badbedienung
B 027	Handanlage, Chromatierbad (Chromatieren) Badbedienung
B 028	Handanlage, Eloxalbad (Eloxieren/Schwefelsäureverfahren) – Badbedienung
B 029	Handanlage, Glänzbäder (Aluminiumglänzen) Badbedienung
B 030	Handanlage, Chrombad (Hart- und Glanzverchromen) Badbedienung
B 031	Handanlage, Kupferbad (Verkupfern/cyanidisch) Badbedienung
B 032	Handanlage, Zinkbad (Verzinken/alkalisch) Badbedienung
B 033	Handanlage, Zinkbad (Verzinken/sauer) Badbedienung

Diese können auch unter www.bgetem.de/medien → Betriebsanweisungen heruntergeladen werden.

**Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse**

Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln
Telefon 0221 3778-0
Telefax 0221 3778-1199
www.bgetem.de

Bestell-Nr. S 015