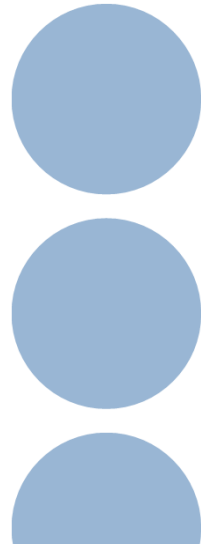


Anlagentechnik Galvanik



Inhalt

1. Verfahren und Anlagen in der Oberflächenbehandlung
 - 1.1 Anlagentechniken
 - 1.2 Verfahren
2. Betrieb von Oberflächenbehandlungsanlagen
 - 2.1 Risikobeurteilung und Gefährdungsbeurteilung
 - 2.2 Galvanotechnische Einrichtungen
 - 2.3 Beschickungseinrichtungen
3. Konstruktion von Oberflächenbehandlungsanlagen
 - 3.1 Risikobeurteilung und Gefährdungsermittlung
 - 3.2 Aufbau der DIN EN 17059
 - 3.3 Schutz gegenüber Gefahrstoffen -
Chemische Gefährdungen und Gefährdungen durch Explosionen
 - 3.4 Technische Lüftung
 - 3.5 Brandschutzmaßnahmen

ID 050975



1. Verfahren und Anlagen der Oberflächenbehandlung

- 1.1 Anlagentechniken
 - 1.1.1 Handgalvanik
 - 1.1.2 Galvanik mit manueller Beschickungseinrichtung
 - 1.1.3 Vollautomat
- 1.2 Verfahren
 - 1.2.1 Vorbehandlungsverfahren
 - 1.2.2 Beschichtungsverfahren (inkl. Eloxieren)
 - 1.2.3 Nachbehandlungsverfahren

ID 050976



1. Oberflächenbehandlungsanlagen

- 1.1.1 Handgalvanik
 - Werkstücke händisch in Elektrolyten eingehängt,
 - Kleinere Werkstücke an Gestellen chargiert.
- 1.1.2 Galvanik mit manueller Beschickungseinrichtung
 - Chargierung mittels Hebezeug, Kran oder handbetätigtem Beschickungsgerät.
- 1.1.3 Vollautomat
 - Automatische Steuerung der Beschickung,
 - Werkstücke auf Warenträger (Gestelle) gesteckt,
 - Gestelle mittels Beschickungsgerät transportiert.

ID 050977



1.1 Oberflächenbehandlungsanlagen



1.1.1 Handgalvanik

ID 050978



1.1 Oberflächenbehandlungsanlagen



1.1.2 Galvanik mit manueller
Beschiebungseinrichtung

ID 050979



1.1 Oberflächenbehandlungsanlagen



1.1.3 Vollautomat

ID 050981



1.1 Oberflächenbehandlungsanlagen



1.1.3 Vollautomat
Werkstücke auf Warenträger
(Gestelle)

ID 050982

1.2 Verfahren der Oberflächenbehandlung

1.2.1 Vorbehandlungsverfahren

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

1.2.2 Beschichtungsverfahren / Oberflächenbehandlungsverfahren

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

1.2.3 Nachbehandlungsverfahren

- Chromatieren,
- Phosphatieren [...].

ID 050983

1.2.2 Beschichtungsverfahren

• **Galvanische Beschichtungsverfahren:**

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

• **Chemische Beschichtungsverfahren:**

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

ID 050984

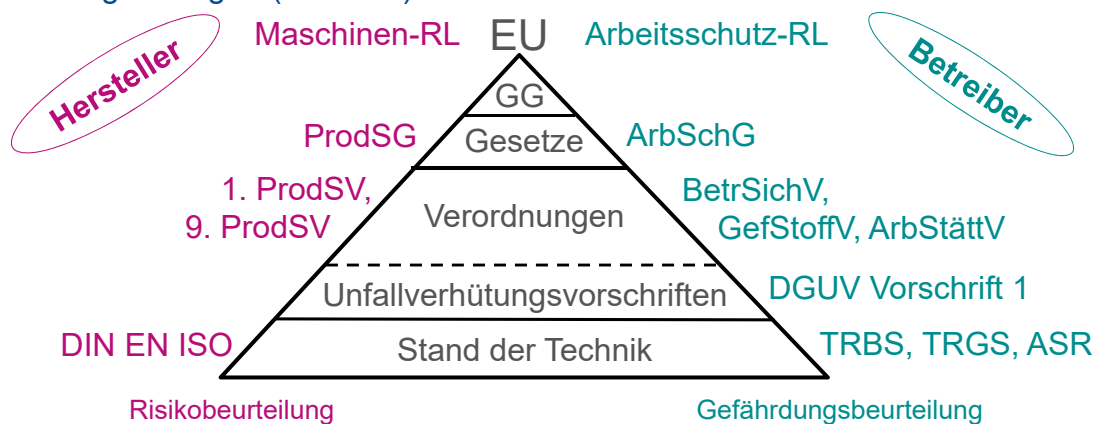
1.2.2 Oberflächenbehandlungsverfahren

- Eloxieren
 - ➔ Anodische Oxidation von Aluminium, d. h. galvanisches Verfahren, Erzeugung verschleißfester Oxidschichten
- Schwefelsäureverfahren
 - ➔ Schwefelsäure als Elektrolyt
- Oxalsäureverfahren
 - ➔ Oxalsäure als Elektrolyt

ID 050985

2. Betrieb von Oberflächenbehandlungsanlagen

Rechtsgrundlagen (Auswahl)



ID 050689

2. Betrieb von Oberflächenbehandlungsanlagen

→ Anforderungen aus dem aktuellen Regelwerk:

- **BetrSichV (2015)**

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

§§ 8 - 9 BetrSichV: Konkrete Mindestvorschriften.

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

- **ArbStättV**

Anhang Anforderungen an Arbeitsstätten nach § 3 ArbStättV

ASR Technische Regeln für Arbeitsstätten

ID 051042

2. Betrieb von Oberflächenbehandlungsanlagen

→ Anforderungen aus dem aktuellen Regelwerk:

- **GefStoffV**

§ 2 (11) Stand der Technik (Definition)

§ 6 ff Gefährdungsbeurteilung

§§ 7, 8, 9 Grundpflichten, allgem. u. zusätzliche Schutzmaßnahmen

§ 11 und besondere Schutzmaßnahmen gegen Brände und

Anhang 1 Nr. 1 Explosionsgefährdungen

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

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

ID 051043

2.1 Behälter und Rohrleitungen

- **Widerstandsfähigkeit**
 - Chemische Beständigkeit
 - Feuerbeständigkeit
- **Schutz gegen mechanische Beschädigungen**
 - Anfahrerschutz
 - Doppelwandige Rohre
- **Prüfung als elektrische Anlagen/Betriebsmittel**
 - „besonderer Raum“: feuchte und nasse Räume
 - Jährliche Prüfung durch befähigte Person

BetrSichV
§ 6 (3) Nr. 3 und
§ 9 (1) Nr. 10

GefStoffV
§ 11 und Anhang 1 Nr. 1

BetrSichV
§ 6 (3) Nr. 3 und
§ 9 (1) Nr. 10

BetrSichV
§ 3 (6) § 14 (1)
DGUV Vorschrift 3 § 5
DIN VDE 0100-737

ID 050993

2.1 Behälter und Rohrleitungen

- **Behälterrand:**
 - $\geq 1,00$ m Standfläche der Person
 - $\geq 0,70$ m Beschickungsseite handbeschickter Bäder (ohne Hebezeuge) - Abweichung vom Stand der Technik gemäß ASR A2.1 nur durch Gefährdungsbeurteilung.
- **Behälter cyanidischer Flüssigkeiten:**
 - ➔ Keine Berührung cyanidhaltiger Lösungen mit säurehaltigen Lösungen
 - Spülbad,
 - Trennwand,
 - getrennte Führung der Abläufe

ArbStättV
Anhang 1 Nr. 2.1 und
ASR A 2.1
BetrSichV
§ 9 (1) Nr. 5

BetrSichV
§ 6 (3) Nr. 3

GefStoffV
§§ 6, 7, 8, 9

ID 050995

2.1 Behälter und Rohrleitungen

- **Überhitzungsschutz:**
 - ➔ Sicherheitseinrichtungen für beheizte Bäder
Inhalt mit Gefährdungen bei Überhitzung
- **Trockengehschutz**
- **Schutz gegen Berührung heißer Oberflächen**
- **Spritzschutz:**
 - Behälter und Flansche (Nut und Feder)
- **Einrichtungen zum Befüllen und Entleeren:**
 - Geschlossene (Dosier-)Systeme mit Vorratsbehältern,
mit automatisierter Badanalytik

BetrSichV
§ 6 (3) Nr. 3 und
§ 9 (1) Nr. 10

BetrSichV
§ 9 (1) Nr. 10

BetrSichV
§ 9 (2)

BetrSichV
§ 6 (3) Nr. 3

ID 050997

2.2 Absaugung und Lüftung

- **Absaugung**
 - ➔ Entstehen von Gefahrstoffen in gesundheits-
schädlicher Konzentration oder von gefährlicher
explosionsfähiger Atmosphäre wird verhindert
Grenzwerte: TRGS 561, TRGS 900, TRGS 910 ansonsten
z. B. DGUV Information 213-716
- **Räumliche Anordnung ➔ f (Dichte, Temperatur)**
 - Dichte > Luft (z. B. Säuren beim Beizen)
 - ➔ **Randabsaugung**
 - Dichte < Luft (z. B. Wasserstoff-Entwicklung)
 - ➔ **Randabsaugung mit Badabdeckung (Deckel)**

GefStoffV
§ 7 (4) Nr. 2 und
§ 11 (2)

GefStoffV
§ 7 (4) Nr. 2 und
§ 11 (2)
DGUV Regel
109-002 Nr. 3 ff.

ID 050998

2.2 Absaugung und Lüftung

Beispiele für verfahrensspezifische Expositionen:

- | | |
|--|---|
| • Chrom-VI-Bäder
(Hart-/Glanzverchromen) | Wasserstoff (H_2)
Chromsäureaerosole (Cr VI)
Schwefelsäure (H_2SO_4). |
| • Elektrolytische Entfettung
(alkalisch, Natriumhydroxid) | Wasserstoff (H_2)
NaOH-Aerosole (NaOH). |
| • Cyanidisches Verzinken
(Zinkoxid, Kaliumcyanid,
Natriumhydroxid) | Wasserstoff (H_2)
NaOH-Aerosole (NaOH). |

ID 051044

2.2 Absaugung und Lüftung

- **Technische Lüftung**
→ umfasst den gesamten Raum (Zu- und Abluftsysteme)
- **Synergie-Effekte bzgl. Explosionsschutz**
→ Konzentration $c_i < UEG_i$; Beeinflussung der Ex.-Zonen durch Absaugungs- und Lüftungseinrichtungen
- **Prüfung durch befähigte Person (BetrSichV)**
→ Stand der Technik **DGUV Regel 109-002**
Kap. 3.7.2: Jährlich
Technische Schutzmaßnahmen mind. jedes 3. Jahr
(§ 7 (7) GefStoffV – Funktion und Wirksamkeit)

GefStoffV
§ 7 (4) Nr. 2 und
§ 11 (2)
DGUV Regel
109-002 Nr. 3 ff.

BetrSichV
§ 3 (6) und § 14 (1)
DGUV Regel
109-002 Nr. 3.7.2

ID 051000

2.2 Absaugung und Lüftung

- **Ergänzungen**

- ➔ Reduzierung von Gasen/Dämpfen/Aerosolen durch chemische und mechanische Mittel:

- **Netzmittel** (bevorzugt: nicht-schäumend)
 - Schwimmelemente (Kunststoffkugeln) z. B. bei Chrom-VI-Bädern

ID 051001

2.3 Beschickungseinrichtungen

- **Vermeidung von Gefahrstellen**

- ➔ Konstruktive Maßnahmen:

- Sicherheitsgerechte Gestaltung (z. B. Abstände)
 - Begrenzung der wirksamen Energie auf eine ungefährliche Grenze

BetrSichV
§ 4 (1) und § 4 (2)

- **Sicherung von Gefahrstellen**

- ➔ Technische Schutzeinrichtungen:

- **trennend, ortsbindend, abweisend**
 - **mit Annäherungsreaktion (z. B. BWS, Schaltleisten)**
 - Fanghauben, -bügel, -bleche

BetrSichV
§ 9 (3)

ID 051003

2.3 Beschickungseinrichtungen



Technische Schutteinrichtungen mit Annäherungsreaktion:

➔ Ausführung I

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

ID 051005

2.3 Beschickungseinrichtungen



Technische Schutteinrichtungen mit Annäherungsreaktion:

➔ Ausführung II

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

ID 051045

2.3 Beschickungseinrichtungen



Technische Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion:

➔ Ausführung III

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

ID 051011

3. Konstruktion von Oberflächenbehandlungsanlage

3.1 Risikobeurteilung und Gefährdungsbeurteilung

3.1.1 Risikobeurteilung (Hersteller)

➔ Ansätze zur Risikominderung:

- Inhärent Sichere Konstruktion
- Technische Schutzmaßnahmen
- Benutzerinformation (Betriebsanleitung)

3.1.2 Betriebsanleitung (Hersteller)

- Organisation
- Persönliche Schutzausrüstung
- Training

➔ Gefährdungsbeurteilung (Betreiber)

ID 050986

3. Konstruktion von Oberflächenbehandlungsanlage

3.2 Risikobeurteilung

➔ Betrachtung nach Art der Gefährdung:

- Mechanische Gefährdungen
- Elektrische Gefährdungen
- Thermische Gefährdungen
- Gefährdungen durch Lärm
- Chemische Gefährdungen
- Ergonomische Gefährdungen.



**DIN EN ISO
12100**

➔ (Technische) Schutzmaßnahmen in verschiedenen (Arbeits-)bereichen der (Galvanik-)anlage.



**DIN EN
17059**

ID 050987

3.3 Aufbau der DIN EN 17059

DIN EN 17059
„Galvanik- und Anodisieranlagen
- Sicherheitsanforderungen“

DEUTSCHE NORM		Oktober 2018
	DIN EN 17059	DIN
ICS 25.220.20		
Galvanik- und Anodisieranlagen – Sicherheitsanforderungen; Deutsche Fassung EN 17059:2018		
Plating and anodizing lines – Safety requirements; German version EN 17059:2018		
Lignes de traitement de surface et d'anodisation – Prescriptions de sécurité; Version allemande EN 17059:2018		

Quelle: DIN EN 17059; wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN, Deutsches Institut für Normung e.V.

ID 051028

3.3 Aufbau der DIN EN 17059

Abschnitt 4:
Anforderungen -
Technische Schutzmaßnahmen

4	Anforderungen	16
4.1	Allgemeines	16
4.2	Mechanische Sicherheitsanforderungen	17
4.2.1	Allgemeines	17
4.2.2	Maßnahmen gegen Gefährdungen durch Scheren, Quetschen, Schneiden, Einziehen und Stoß	17
4.2.3	Sicherheitsmaßnahmen gegen Verlust der Standfestigkeit	18
4.2.4	Sicherheitsmaßnahmen gegen Gefährdungen durch Erfassen und Einschluss	20
4.2.5	Sicherheitsmaßnahmen gegen Rutschen, Stolpern und Fallen	21
4.2.6	Sicherheitsmaßnahmen gegen Gefährdungen durch druckführende Medien	21
4.3	Sicherheitsanforderungen gegen elektrische Gefährdungen	21
4.3.1	Allgemeines	21
4.3.2	Sicherheitsmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	22
4.3.3	Schutzmaßnahmen gegen äußere Einflüsse auf die elektrische Ausrüstung	22
4.3.4	Schutzmaßnahmen gegen elektrische Funken/Lichtbögen	22
4.4	Sicherheitsanforderungen gegen und Schutzmaßnahmen für thermische Gefährdungen	23
4.4.1	Allgemeines	23
4.4.2	Maßnahmen gegen Hautkontakt mit heißen Oberflächen	23
4.4.3	Maßnahmen gegen Hautkontakt mit heißen Flüssigkeiten	23
4.4.4	Maßnahmen gegen Wärmestrahlung und/oder -konvektion	24
4.4.5	Maßnahmen gegen Überhitzung der Prozessmedien	24
4.5	Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen gegen Lärm	25
4.6	Gefahrstoffe	26
4.6.1	Allgemeines	26
4.6.2	Gesundheit	28
4.6.3	Explosionen	30
4.7	Brandschutzmaßnahmen	31
4.7.1	Allgemeines	31
4.7.2	Zündquellen	32
4.7.3	Bauliche Maßnahmen	32
4.7.4	Verfahrenstechnische Maßnahmen	33
4.7.5	Brandlast	33
4.7.6	Brandmelde- und Löscheinrichtungen	33
4.7.7	Zusätzliche Maßnahmen	33
4.7.8	Benutzerinformationen	34
4.8	Sicherheitsanforderungen gegen Gefährdungen durch Ausfall der Energieversorgung oder der Steuerung	34
4.9	Sicherheitsanforderungen an Steuerungen	34
4.9.1	Sicherheitsfunktionen	34
4.9.2	Ausrüstung	37
4.9.3	Ausfall oder Fehlfunktion von Steuerungen	38

ID 051029

3.3 Aufbau der DIN EN 17059

Abschnitt 5:
Übereinstimmung mit Sicherheitsanforderungen

Abschnitt 6:
Benutzerinformationen

Anhänge A - E:
A Signifikante Gefährdungen
B Transporteinheiten
C Arbeitsbereiche
D Berechnung von Abluftvolumenströmen
E Liste Strömungsgeschwindigkeiten

5	Feststellung der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Schnittstellen	39
5.1	Allgemeines	39
5.2	Mechanische Gefährdungen	39
5.3	Elektrische Gefährdungen	39
5.4	Thermische Gefährdungen	39
5.5	Lärm	39
5.6	Gefahrstoffe	40
5.6.1	Allgemeines	40
5.6.2	Gesundheit	41
5.6.3	Explosionen	41
5.7	Brände	41
5.8	Ausfall der Energieversorgung	41
5.9	Sicherheitsanforderungen an Steuerungen	41
6	Benutzerinformationen	42
6.1	Allgemeines	42
6.2	Betriebsanleitung	43
6.2.1	Mindestangaben in der Betriebsanleitung	43
6.2.2	Angaben zum Betrieb von Galvanisanlagen	45
6.2.3	Instandhaltung	46
6.3	Kennzeichnung	48
Anhang A (informativ)	Signifikante Gefährdungen	49
A.1	Allgemeines	49
A.2	Mechanische Gefährdungen	49
A.2.1	Allgemeines	49
A.2.2	Gefährdungen durch Scheren, Quetschen, Schneiden, Einziehen und Stoß	49
A.2.3	Verlust der Standfestigkeit	49
A.2.4	Erfassen oder Behalten der Fluchtmöglichkeit	49
A.2.5	Gefährdungen durch Rutschen, Stolpern oder Fallen	50
A.2.6	Gefährdungen durch druckführende Medien	50
A.3	Elektrische Gefährdungen	50
A.3.1	Elektromagnetische Felder	50
A.3.2	Gefährdungen durch elektrischen Schlag	51
A.3.3	Gefährdungen durch elektrischen Funken / Lichtbögen	51
A.4	Thermische Gefährdungen	51
A.5	Gefährdung durch Lärm	51
A.6	Gefährdungen durch Gefahrstoffe	51
A.6.1	Gesundheit	51
A.6.2	Gefährdungen durch Explosionen	52
A.7	Brände	53
A.8	Gefährdungen durch Ausfall der Energieversorgung oder der Steuerung	53
Anhang B (informativ)	Beispiele von Transporteinheiten	54
Anhang C (informativ)	Beispiele für Arbeitsbereiche	59
Anhang D (normativ)	Berechnung des Luftvolumenstroms an offenen und mit Abdeckungen versehenen Prozessbehältern	62
D.1	Einleitung	62
D.2	Berechnung für Behälter mit Abdeckungen	62
D.3	Berechnungen für offene Behälter	64
D.4	Berechnungen für Einhausungen oder Tunnel	65
Anhang E (normativ)	Vollständige Liste der erfassten Strömungsgeschwindigkeiten (mittlere Geschwindigkeit) in dem verwendeten Hauptprozess in der Galvanisier- und Anodisierindustrie	67

ID 051030

3.4 Schutz gegenüber Gefahrstoffen

- **Signifikante Gefährdungen durch Gefahrstoffe (4.6.1)***

- inhalative, dermale (und orale) Gefährdungen, und
- Gefährdungen durch Bildung explosionsfähiger Atmosphäre
 - Konzentration von Gefahrstoffen < festgesetzte Grenzwerte (Beurteilungsmaßstäbe, oder UEG) durch:

- **Emissionsarme Verfahren (4.6.1.2)***

- geschlossene Prozesse (z. B. automatische Dosiersysteme),
- Verwendung von Kathodenabdeckungen (Anodisieren),
- Verwendung von Umwälzpumpen / Warenträgerbewegungen.

- **Technische Lüftung - Zuluft- und Abluftsysteme (4.6.1.3)***

**aus der DIN EN 17059*

ID 051031

3.5 Technische Lüftung

- **Auslegung des Zu- und Abluftsystems durch Berechnung des Mindestabluftvolumenstroms V'_{\min}**

- Erfassung der Gefahrstoffe ($V'_{\min 1}$)
- Erfassung gef. explosionsfähiger Gemische ($V'_{\min 2}$)
 - Mindestabluftvolumenstrom V'_{\min} : höherer Wert ($V'_{\min 1/2}$)

- **Anhang D*:** Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Abluftvolumenströme V'

(aus: ACGIH Industrial Ventilation, 29. Ausgabe 2016)

- **Anhang E*:** erforderliche Strömungsgeschwindigkeiten zur Erfassung der Gefahrstoffe in Abhängigkeit vom Verfahren - Parameter zur Bestimmung von V'

**aus der DIN EN 17059*

ID 051032

3.6 Brandschutzmaßnahmen

- **Vermeidung von Zündquellen (4.7.2)***

- ➔ Verhinderung der Entzündung brennbarer Prozessmedien und brennbarer Reaktionsprodukte (z. B. Wasserstoff H_2) durch Heizeinrichtungen,
- ➔ Verhinderung der Entzündung brennbarer Behälterwerkstoffe aufgrund von Kurzschluss, Überstrom und Ableitstrom gegen Potential bei elektrischen Heizeinrichtungen durch:
 - thermischen Übertemperaturschutz und
 - Verwendung von Heizelementen bestehend aus Werkstoffen mit positivem Temperaturkoeffizienten.

**aus der DIN EN 17059*

ID 051033

3.6 Brandschutzmaßnahmen

- **Vermeidung von Zündquellen (4.7.2)***

- ➔ Abschaltung des Stroms vor Entnahme von Warenträgern zur Vermeidung von Abreißfunken an den Kontakten der Warenträgeraufnahme

- **Verringerung der Brandlast (4.7.5)***

- ➔ Automatisches Abschalten der Randabsaugungen an den Prozessbädern (unter Berücksichtigung möglicher Erhöhung von Gefahrstoffkonzentrationen),
- ➔ Abdecken der Prozessbäder (automatisch bei Anlagen ohne Bedienperson),
- ➔ Ableitung von brennbaren Prozessmedien (Elektrolyten) in Sicherheitsbehälter.

**aus der DIN EN 17059*

ID 051034

3.6 Brandschutzmaßnahmen

- **Brandmelde- und Löscheinrichtungen (4.7.6)***

- ➔ Signaltechnische Verknüpfung der Einrichtungen mit dem Steuerungssystem der Anlage,
- ➔ Verbindung der Einrichtungen mit bauseits vorhandenen Gefahrenmeldeanlagen und Löschanlagen.

- **Zusätzliche technische Maßnahmen (4.7.7)***

- ➔ Gesteuertes Herunterfahren der galvanischen Prozesse und Abtrennung nicht erforderlicher Prozessmedien,
- ➔ Abtrennung nicht erforderlicher Energien (z. B. elektr. Strom),
- ➔ Abschottung des durch die Feuerlöschanlage beaufschlagten Bereichs.

**aus der DIN EN 17059*