

RISK ENGINEERING GUIDELINE

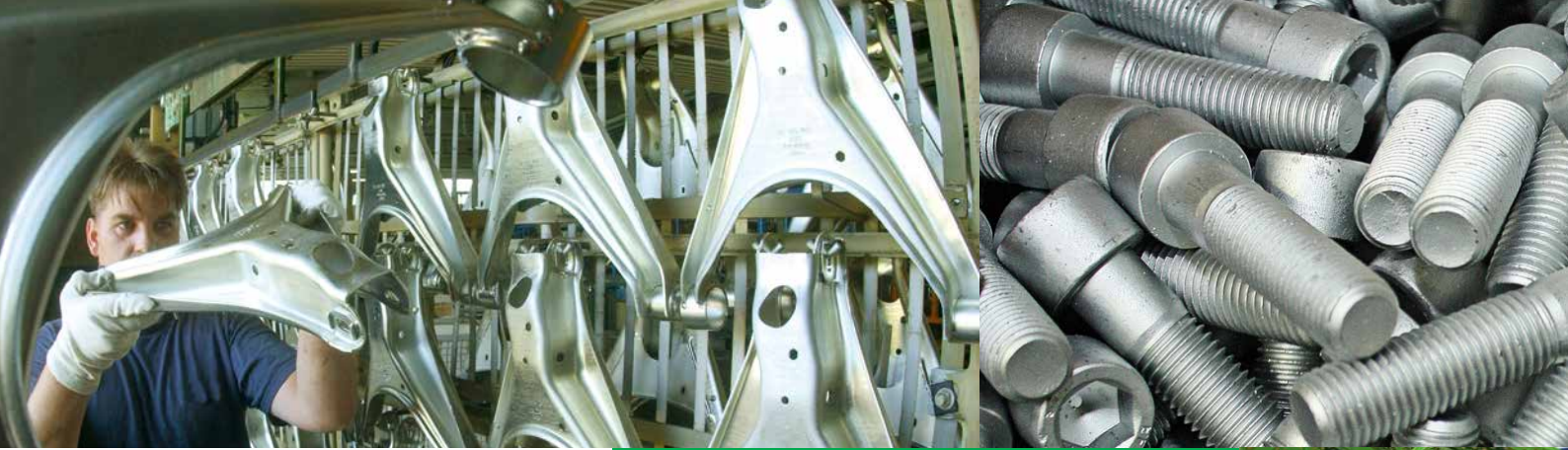
GALVANOTECHNIK

HDI Risk Consulting

Feuer

www.hdi.global

HDI



Die Anwendungsgebiete der Galvanotechnik sind vielfältig: Neben klassischer Anwendung zum Aufbringen von Korrosionsschutzschichten auf Metalloberflächen (Metallbleche, Schrauben, Dosen, Kfz-Bauteile) können auch Kunststoffe, wie Leiterplatten, galvanotechnisch metallisiert werden.



Allgemeines.

Galvanotechnik ist ein elektrochemisches Verfahren zur funktionalen und/oder dekorativen Abscheidung einer Metallschicht (z. B. Zink, Nickel, Chrom, Edelmetalle) als Oberflächenveredelung von Werkstücken aus Metall, Kunststoff oder Keramik (Abb. 1).

Die Veredelungsprozesse erfolgen üblicherweise bei niedrigen Spannungen und hohen elektrischen Strömen. Eine Ausnahme stellt die chemische Metallabscheidung dar. Die galvanotechnischen Anlagen unterscheiden sich sowohl durch Größe und Volumina der Elektrolytbäder als auch durch die prozessbedingten Stromstärken. Die Produktpalette reicht von kleinen Werkstücken wie Schrauben und Schmuck bis hin zu tonnenschweren Werkstücken wie Walzen.

In dieser Risk Engineering Guideline werden ausschließlich galvanotechnische Anlagen für industrielle Fertigung betrachtet. Auch wenn die Gefahrenschwerpunkte und Ge-

fährdungen bei Beizanlagen in Stahlwerken und galvanotechnischen Anlagen im Labormaßstab sehr ähnlich zu bewerten sind, werden diese hier nicht explizit berücksichtigt.

1 Risikosituation und Schadenbeispiele.

Galvanotechnische Anlagen haben ein großes Schadenpotential. Diese ergeben sich im Wesentlichen aus der Brandlast der Elektrolytbäder und Abluftleitungen, dem Zündpotential der elektrischen Anlagen sowie der Explosionsgefahr durch die prozessbedingte Freisetzung brennbarer Gase.

1.1 Risikosituation

Die Schäden in galvanotechnischen Anlagen sind maßgeblich durch Brände, Explosionen oder Gefahrstofffreisetzungen geprägt. Die Ereignisse lassen sich zu 43 % auf Brände, 37 % Stofffreisetzungen und 20 % Explosionen verteilen.



Abb. 1: Korrosionsschutzschichten auf Metalloberflächen.



len. Technische Defekte bilden dabei mit 40 % die häufigsten Schadenursachen. Mehr als 30 % der Schäden sind auf menschliches Fehlverhalten, häufig durch Fehlbedienung, zurückzuführen. Bei rund einem Viertel der Ereignisse bleibt die Schadenursache ungeklärt, was maßgeblich auf starke Zerstörungen nach einem Schaden zurückzuführen ist.

Die in der Regel umfangreichen elektrischen Installationen stellen häufige Zündquellen in der Galvanotechnik dar:

- Elektrische Heizungen in den Elektrolyt- und Vorbehandlungswannen;
- Mechanisch und/oder chemisch belastete elektrische Kabel;
- Elektrische Überlastung der Gleichstromkabel durch korrosionsbedingte Reduzierung der Leitungsquerschnitte.

Eine erhöhte Brandbelastung ergibt sich bei der Verwendung von chemisch beständigen, jedoch brennbaren Kunststoffwannen und Abluftleitungen, in der Regel aus PP und PE sowie stellenweise aus PVC und PVDF, GFK-Gitterrosten, und durch Einsatz und Lagerung von brennbaren Chemikalien und organischen Lösemitteln. Im Brandfall begünstigen diese die Brandausbreitung. Es

kommt zu starker Rauchbildung sowie Freisetzung von giftigen und korrosiven Pyrolysegasen (HF, HCl, Dioxine, CO, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe), die die Brandbekämpfung erschweren. Im Brandfall muss mit großen Schadstofffreisetzungen sowie kontaminierten Löschwassermengen gerechnet werden.

Die Folgen nach einem Brand sind meist aufwendige Dekontaminations- und Sanierungsarbeiten. Anlagenübergreifende Absaugungs- und Lüftungsleitungen können bei fehlenden sicherheitstechnischen Schutzmaßnahmen, unter ungünstigen Bedingungen, zu einer Brand- und Rauchgasausbreitung sowohl über die gesamte galvanotechnische Nutzungseinheit als auch über die angrenzenden Bereiche beitragen.

Bei der chemischen Vor- und Nachbehandlung und beim Metallisieren der Werkstücke, wie beim Beizen, bei außenstromlosen Verfahren und einigen galvanischen Prozessen, kommt es üblicherweise zu einer prozessbedingten Wasserstofffreisetzung. Bei fehlenden oder ungeeigneten sicherheitstechnischen Überwachungs- und Schutzmaßnahmen können sich explosionsfähige Gas-Luft-Gemische über den Bädern bilden (siehe Abb. 2 und 3).



Abb. 2: Wasserstofffreisetzung und Schaumbildung beim elektrolytischen Entfetten. Die in der Regel in eine alkalische tensidhaltige Lösung eingetauchten Werkstücke werden anodisch oder kathodisch geschaltet. Bei den hier angewendeten Stromdichten von bis zu 15 A/dm^2 findet eine heftige Wasserstoff- bzw. Sauerstoffentwicklung statt. Die an der Oberfläche des Werkstücks aufsteigenden Gasbläschen entfernen den Rest der Schmieröle und -fette besonders gründlich.



Abb. 3: Elektropolieren eines Werkstücks unter Wasserstofffreisetzung. Das Verfahren wird vor allem bei Edelstählen zum Einebnen von Oberflächen eingesetzt. Nach dem Eintauchen in starke Säuren werden die Werkstücke als Anode geschaltet, dabei werden metallische Unebenheiten im Mikrobereich elektrochemisch abgetragen, sodass eine glatte und glänzende Oberfläche entsteht. Hierbei werden Stromdichten bis zu 100 A/dm^2 angewendet.



1.2 Schadenbeispiele

Schadenbeispiel 1

In einem galvanotechnischen Betrieb mit insgesamt drei automatischen Galvaniklinien kam es in der Nacht infolge eines Großbrandes zu einem Totalschaden der gesamten Anlage und des Gebäudes.

Mitarbeiter der Nachtschicht hatten eine starke Rauchentwicklung an einer der Chrombadreihen entdeckt und versuchten sofort den Brand mit einem Feuerlöscher zu löschen. Der Löschversuch scheiterte angesichts eines bereits sehr dichten und beißenden Rauches. Die automatische Branderkennung wurde durch die hohen Luftgeschwindigkeiten der Badabsaugungen stark verzögert.

Weitere Verzögerungen ergaben sich bei der Spannungsfreischaltung des Gebäudes. Durch die noch laufende Lüftungsanlage konnten sich die Rauchgase im gesamten Gebäude verteilen. Die brennbare Anlagenausstattung aus PP hat zusätzlich zu einer vollflächigen Brandentwicklung und -ausbreitung beigetragen. Trotz schneller Brandentdeckung und -meldung sowie schnellem Eintreffen der Feuerwehr dauerten die Feuerlöscharbeiten insgesamt mehrere Tage, dabei entstanden mehr als 3.000 m³ kontaminiertes Löschwasser.

Brandursächlich war ein technischer Defekt: Aufgrund der Korrosion eines elektrischen Kupferkabels (200 A, 8 V, Gleichstrom) kam es durch Reduzierung des Leiterquerschnittes zu einem erhöhten elektrischen Widerstand. Der daraus resultierende Temperaturanstieg war so hoch, dass es letztlich zum Schmelzen des Kupferkabels und Zünden der angrenzenden Kunststoffeinrichtung kam.

Die Betriebsunterbrechung und Wiederaufbauarbeiten dauerten länger als ein Jahr. Der Sachschaden überstieg 20 Millionen Euro.

Schadenbeispiel 2

In einem mittelständischen metallverarbeitenden Unternehmen ereignete sich in der Nacht ein Großbrand im Bereich der Eloxier- und Chromatieranlage.

Der Mitarbeiter der Nachtschicht alarmierte die zuständige Freiwillige Feuerwehr, die innerhalb von wenigen Minuten vor Ort war. Aufgrund starker Brandentwicklung und der Gefahr des Brandüberschlages auf das angrenzende Gefahrstofflager war der Einsatz weiterer Feuerwehren erforderlich. Durch die zusätzlichen Einsatzkräfte konnte das

Gefahrstofflager geräumt werden. Der Löscheinsatz dauerte insgesamt 17 Stunden, wobei ca. 1,5 m³ Schaummittel zum Löschen verbraucht wurden.

Als Schadenursache wird ein nicht vollständig geklärter technischer Defekt vermutet. Aufgrund starker Zerstörungen konnte die genaue Schadenursache nicht eindeutig geklärt werden. Das Gebäude mit der gesamten galvanotechnischen Einrichtung wurde infolge des Brandes zerstört. Auch die an die Galvanikhalle angrenzenden Produktionshallen wurden mit korrosivem Rauchgas beaufschlagt und mussten saniert werden.

Der Sach- und Betriebsunterbrechungsschaden belief sich auf mehr als 15 Millionen Euro.

Schadenbeispiel 3

Infolge eines Kurzschlusses im Inneren eines von sieben anlagennahen Gleichrichters (Nennstrom jeweils 5.000A) gelangte ein Funke auf die Badoberfläche. Dadurch wurde der beim verchromen entstehende Wasserstoff oberhalb des 30 m³ fassenden Elektrolytbades einer Hartchromanlage gezündet. Es kam zu einer erheblichen Verpuffung, da zum Zeitpunkt des Schadenereignisses ein ca. 4 m langes und 2 m breites Stahl-Werkstück mit einer Stromstärke von 12.000 A galvanisch verchromt wurde.

Schadenbeispiel 4

Nach einem Entchromungsvorgang kam es in einem Galvanikbetrieb zu einer Knallgasreaktion des prozessbedingt freigesetzten Wasserstoffes.

Die Kontaktschiene wurde zum Werkstückwechsel nicht ordnungsgemäß durch die Betätigung des „AUS“-Knopfes vom Gleichrichter getrennt. Der elektrische Strom wurde lediglich am Potentiometer heruntergeregelt, wodurch die Kontaktschiene noch unter Restspannung stand. Beim Herausziehen der mit Werkstücken bestückten Kontaktschiene aus dem Elektrolytbad kam es zu einem Lichtbogen und zur Zündung des sich im Schaum der netzmittelhaltigen Entchromungsemulsion ansammelnden Wasserstoffes.

2 Verfahrensgrundlagen.

Das galvanotechnische Verfahren setzt sich im Wesentlichen aus folgenden drei Prozessschritten zusammen: Vorbehandlung, Metallabscheidung und Nachbehandlung (siehe Abb. 4).

Während galvanische Metallabscheidung ausschließlich zur Beschichtung von elektrisch leitenden, metallischen Werkstücken geeignet ist, können bei chemischen Verfahren auch nicht elektrisch leitende Oberflächen, wie Kunststoffe und Keramiken, mit Metallen beschichtet werden. Beiden Verfahren liegt eine elektrochemische Redoxreaktion zugrunde.

Die Stärke der Metallschicht kann bei galvanischer Metallabscheidung durch die Dauer des Abscheidungsprozesses und den eingestellten Strom beeinflusst werden.

Bei außenstromlosen Verfahren werden die Abscheidengeschwindigkeit und damit die Stärke der Metallschicht im Wesentlichen durch die abzuscheidende Metallsalzkonzentration und die Temperatur bestimmt. So liegt die Temperatur des Elektrolytbades bei außenstromlosen Verfahren in der Regel höher als bei einer galvanischen Metallabscheidung und kann bei bis zu 90 °C liegen.



Abb. 4: Grundlegende Prozessschritte des galvanotechnischen Verfahrens.

Die einzelnen Prozessschritte sind mit mehreren Spülvorgängen mit vollentsalztem Wasser (VE) verbunden. Abschließend zu der Nachbehandlung und Spülen werden die Werkstücke mit Warmluft getrocknet.

2.1 Gefahrenquellen

Die Schadenereignisse zeigen, dass überwiegend folgende Schadenursachen der Brandentstehung und -ausbreitung in den galvanotechnischen Betrieben zugrunde liegen:

Elektrische Zündquellen durch

- Überhitzung elektrischer Heizstäbe
- Mangelhafte/defekte Isolierungen an den Elektroden (Abb. 5c)
- Kurzschlüsse
- Defekte in den elektrischen Installationen

Brennbare Materialien (Kunststoffe)

- Wannen
- Abluftleitungen (Abb. 6a und b)
- GFK-Gitterroste usw.

Prozessbedingte Gefahren

- Korrosion an den Klemmkontakten der Elektroden und elektrischen Anschlüssen (Abb. 5a und b)
- Erhöhte Betriebstemperaturen
- Austrocknung der Elektrolytbäder
- Wasserstofffreisetzung



Abb. 5a und b: Elektroden mit Korrosionsschäden.



Abb. 5c: Elektroden mit nicht vor-schriftsgemäßer Installation (geknicktes Kupferkabel).



Abb. 6a und b: Brennbare Absaugleitungen sowie Ausstattung und Versorgung der Elektrolytbäder aus Kunststoffen tragen im Brandfall zu einer schnellen Brandausbreitung in der gesamten Nutzungseinheit bei.



3 Schutzmaßnahmen.

3.1 Anlagensicherheit

3.1.1 Prozessrelevante Betriebseinrichtung

Um das Risiko einer raschen Brandausbreitung zu verringern, sollte die prozessrelevante Betriebseinrichtung, wie insbesondere Elektrolytbäder und Gitterroste, im Wesentlichen aus nicht brennbaren Materialien errichtet werden.

Speziell für die Elektrolytbäder können Stahlbäder mit gummierter Oberfläche eingesetzt werden (elektrostatisch neutraler Naturkautschuk).

Grundsätzlich sollten nicht brennbare stahlverzinkte Gitterroste eingesetzt werden. Der Einsatz der chemisch beständigen GFK-Gitterroste sollte nur auf die Bereiche mit besonders korrosiven Umgebungsbedingungen begrenzt werden.

3.1.2 Elektrische Anlagen

Aufgrund der betriebsbedingten korrosiven Atmosphäre in galvanotechnischen Anlagen sind besondere Anforderungen an die elektrischen Anlagen und Versorgungseinrichtungen wie Transformatoren, Schaltanlagen und Gleichrichter zu stellen.

Funktionstüchtigkeit und Isolationseigenschaften der elektrischen Einrichtungen sind den korrosiven atmosphärischen Umgebungsbedingungen anzupassen und dauerhaft sicherzustellen.

Elektrische Verbindungen zwischen elektrischen Betriebsmitteln sind durch feste Anschlüsse herzustellen. Steckverbindungen sind zu vermeiden.

Elektrische Betriebsmittel sind mindestens in Schutzart IP 64 (staubdicht und spritzwassergeschützt) auszuführen. Elektrische Antriebe sind generell mit Motorschutzschaltern zu schützen.

Die Leitungsquerschnitte der Gleichstromversorgung sind großzügig zu dimensionieren.

3.1.3 Badheizung

Die Beheizung der Elektrolytbäder sollte indirekt durch Wasser oder Dampf erfolgen. Dies kann u. a. durch Einsatz von Durchlauferhitzern in Verbindung mit Wärmetauschern realisiert werden. Die Durchlauferhitzer sind feuerbeständig (F 90) von der galvanotechnischen Nutzungseinheit abzutrennen.

Ein beschleunigter Verschleiß von elektrisch betriebenen Badheizungen ist aufgrund des permanenten direkten Kontaktes mit korrosiven Elektrolyten zu erwarten. Eine erhöhte Brandgefahr ergibt sich durch die unmittelbare Nähe zu brennbaren Elektrolytbädern.

Sofern der Einsatz von elektrisch betriebenen Badheizungen unumgänglich ist, sind besondere Sicherheitsanforderungen an diese zu stellen.

Bei der Installation der elektrischen Heizvorrichtungen sind zu beachten:

- DIN EN 60519-1; VDE 0721-1, Sicherheit in Elektrowärmanlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60519-1)
- DIN EN 60519-2; VDE 0721-2, Sicherheit in Elektrowärmanlagen – Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen mit Widerstandserwärmung (IEC 60519-2)

Elektrische Heizvorrichtungen sind fest zu verdrahten und über jeweils separate FI-Schutzschalter (RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von max. 300 mA anzuschließen. Empfohlen werden RCD's mit einem Zehntel Bemessungsdifferenzstrom von max. 30 mA.

Es ist sicherzustellen, dass elektrische Heizvorrichtungen jederzeit sicher vom Netz getrennt werden können. Die vom Errichter angegebenen Mindestabstände zwischen

den elektrischen Badheizungen und der brennbaren Oberfläche des Elektrolytbades sind einzuhalten. Ein Sicherheitsabstand von 50 mm ist nicht zu unterschreiten. Zur Vermeidung der mechanischen Beanspruchung und Bewegung der Badheizungen durch Umwälzung des Elektrolyten haben sich insbesondere Einschraubheizkörper bewährt.

3.1.4 Lüftungstechnik

Die Lüftungsanlage ist separat für die galvanotechnische Nutzungseinheit auszuführen.

Eventuell notwendige Lüftungen für Versorgungseinrichtungen wie Transformatoren, Schaltanlagen und Gleichrichter sind verfahrenstechnisch von der Prozessluft zu trennen.

Die Abluft der galvanotechnischen Nutzungseinheit ist auf kritische Temperaturen zu überwachen und beim Überschreiten automatisch abzuschalten, ggf. auch um einen Entstehungsbrand zu detektieren.

3.1.5 Sicherheitsüberwachung von Prozesskenngößen

Zur Vermeidung kritischer Betriebszustände sind sicherheitsrelevante Prozesskenngößen, insbesondere Temperaturen, Füllstände der Elektrolytbäder und Stromstärken, redundant ausgeführt zu überwachen.

- Heizelemente der elektrischen Badheizungen sind jeweils mit Temperatur-Sensoren sowie mit separaten Sicherheitstemperaturbegrenzern (STB) auszustatten, um das Erreichen kritischer Temperaturen der Heizelemente sicher auszuschließen (Abb. 7a und b). Ein automatisches Wiedereinschalten ist nicht zulässig.
- Füllstände der Elektrolytbäder sind auf V_{min} und V_{max} zu überwachen. Bei Füllständen außerhalb der betriebsüblichen Parameter sind sowohl der galvanische Prozess als auch die elektrische Badheizung automatisch stromlos zu schalten.
- Bei Stromstärken außerhalb der zu erwartenden Parameter des galvanischen Prozesses (Gleichstrom über Kathoden, Anoden, Referenzelektroden) ist die Anlage (idealerweise automatisch) stromlos zu schalten, da diese auf Kurzschlüsse oder korrosionsbedingte Widerstandserhöhungen deuten können.



Abb. 7a: Heizelemente mit thermischen Verfürgungen der Heizpatronen und elektrischer Kabel.

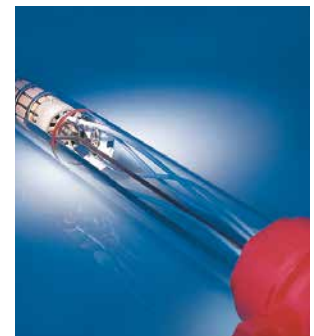


Abb. 7b: Sicherheits-Badwärmer mit integrierter Sicherheitsüberwachung gegen Überhitzung.

- Elektrische Klemmkontakte für Elektroden an den Elektrolytbädern sind mit Temperatur-Sensoren auszustatten und beim Erreichen kritischer Temperaturen automatisch stromlos zu schalten.
- Pneumatisch angesteuerte elektrische Klemmkontakte sind auf kritischen Mindestdruck zu überwachen und beim Unterschreiten automatisch stromlos zu schalten.

Betriebsstörungen sind ausschließlich durch qualifizierte Fachkräfte zu beseitigen.

Die Alarmer der sicherheitsrelevanten Prozesskenngößen sind an eine ständig besetzte Stelle zu melden.

3.2 Baulicher Brandschutz

3.2.1 Lage des Betriebsbereiches Galvanik

Galvanotechnische Bereiche sind als Anlagen bzw. Räume besonderer Nutzung anzusehen, die eine erhöhte Brandgefahr aufweisen.

Galvanotechnische Bereiche sind vorzugsweise in separaten und eingeschossigen Gebäuden zu errichten. Die Gebäude sind in feuerbeständiger Bauweise zu errichten. Gute Zugänglichkeit für die Feuerwehr ist sicherzustellen.

3.2.2 Baumaterialien

Bei der Auswahl der Baumaterialien sind die aggressiven Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen.

Brennbare Baustoffe sind zu vermeiden.

3.2.3 Bauliche Trennung

Galvanotechnische Bereiche sind als separate Brandabschnitte auszuführen oder mindestens feuerbeständig (F 90) von angrenzenden Betriebsbereichen abzutrennen. Für die Ausführung der Brandwände ist die Richtlinie VdS 2234 zu berücksichtigen.



Abb. 8: Vier Gleichrichter a 8 V 600 A mit 215 kg Öl zum Kühlen. Durch die fehlende feuerbeständige Abtrennung der Gleichrichter liegt die Gefahr eines Brandüberschlages in angrenzende Räume vor. Zusätzlich besteht beim Aufstellen und Betreiben der Gleichrichter in Regalen die Gefahr einer Unterfeuerung. Die Gleichrichter sollten deshalb ebenerdig und mit einem Mindestabstand von 2,5 m voneinander sowie frei von Brandlasten aufgestellt und betrieben werden.

Elektrische Versorgungseinrichtungen, wie Transformatoren, Schaltanlagen und Gleichrichter sind ebenfalls feuerbeständig abzutrennen (Abb. 8).

Die Steuerungsanlagen und Schaltschränke in den galvanotechnischen Anlagen sind besonders empfindlich gegenüber Brandgasen, hohen Temperaturen und korrosiven Atmosphären. Diese Anlagen müssen mindestens feuerbeständig (F 90) von den Galvanikbereichen und angrenzenden Betriebsbereichen abgetrennt werden.

Installationsdurchführungen, z. B. für Absaugungs-, Lüftungs- und Kabelanlagen, sind entsprechend der Feuerwiderstandsklasse der Wand und der Decke zu verschließen. Sofern Abluftleitungen durch Brandwände führen, sind diese durch Brandschutzklappen mit automatischer Ansteuerung durch die Brandmeldeanlage zu schützen. Die Brandschutzklappen müssen für die korrosive Atmosphäre in der Abluftleitung geeignet sein.

Die Gefahrstofflager müssen mindestens feuerbeständig F 90 von den Galvanikbereichen sowie anderen angrenzenden Betriebsbereichen abgetrennt werden.

3.3 Anlagentechnischer Brandschutz

3.3.1 Automatische Löschanlagen

Die Schadenerfahrung zeigt, dass in galvanotechnischen Betrieben aufgrund der erhöhten Brandlasten eine schnelle Brandausbreitung zu erwarten ist, die einen effektiven Löscheinsatz der Feuerwehr nicht mehr zulässt. In der Regel ist dies mit einem Totalverlust der Produktion verbunden. Um dies zu verhindern, ist die Installation automatischer Löschanlagen unumgänglich.

Zur Schadeneingrenzung haben sich in der Vergangenheit insbesondere

- flächendeckende automatische Sprinkleranlagen als Raumschutz,
- automatische Niederdruck-Feinsprühlöschanlagen als Objektschutz bewährt.

Bei der Installation von automatischen Löschanlagen ist folgendes zu beachten: Die Auslegung und Installation der Löschanlagen muss

- entsprechend eines anerkannten Regelwerkes, z. B. VdS CEA 4001 „Sprinkleranlagen, Planung und Einbau“ oder VdS 2109 „Sprühwasserlöschanlagen“ erfolgen,
- durch einen VdS-erkannten Errichter, unter Verwendung von VdS-geprüften Bauteilen erfolgen.

Mit dem Sachversicherer abgestimmt werden sollte:

- Der Schutzzumfang u. a. in Bereichen unterhalb der Elektrolytbäder und außerhalb/innerhalb der Abluftleitungen.
- Ausführung (u. a. Wasserversorgung, Schaumzumschichtung).

In Abhängigkeit von Größe oder Verfügbarkeitsanforderungen können erweiterte Schutzmaßnahmen an Transforma-

toren, Schaltanlagen oder Gleichrichtern gestellt werden. Generell sind Gaslöschanlagen (N₂, Ar) zu bevorzugen.

Bei der Installation von Objektlöschanlagen muss ein Wirksamkeitsnachweis erbracht werden.

Die Auslösung der automatischen Löschanlagen soll direkt auf die Leitstelle der Feuerwehr aufgeschaltet werden.

Das gesamte Schutzkonzept soll im Vorfeld mit dem Sachversicherer abgestimmt werden.

3.3.2 Brandmeldeanlage

Die Schadenerfahrung zeigt, dass aufgrund der schnellen Brandausbreitung in galvanotechnischen Nutzungseinheiten automatische Brandmeldetechnik als alleinige Maßnahme nicht ausreicht. Gleichwohl sollten Nebenbereiche wie z. B. technische Betriebsräume durch automatische Brandmeldeanlagen überwacht werden. In dem Überwachungsbereich sollte auch die gesamte Lüftungsanlage integriert sein. Aufgrund der korrosiven Atmosphäre sollte die Art der im Inneren der Lüftungsanlage eingesetzten Brandmelder mit dem Sachversicherer abgestimmt werden. Die Auslegung und Installation hat entsprechend eines anerkannten Regelwerkes, z. B. VdS 2095, Planung und Einbau von automatischen Brandmeldeanlagen, durch einen anerkannten Errichter zu erfolgen.

3.3.3 Brandfallsteuerung

Brandfallsteuerungen sind festzulegen und sollten in einer Matrix dokumentiert werden. Berücksichtigt werden sollten sämtliche relevanten Medien wie elektrische Energie, Luft (Lüftung, Druckluft), Heizung usw. Die Abhängigkeiten und Funktionen sind regelmäßig zu überprüfen.

Ein Abschalten der Zu- und Abluftanlage sowie der Gleichrichter und Badheizungen im Brandfall sollte sichergestellt werden. Dies sollte sowohl automatisch über die Brandfallsteuerung als auch manuell über NOT-AUS-Schalter in den Flucht- und Rettungswegen erfolgen.

Um das Nachlaufen des Lüfters und damit die Rauchverschleppung zu minimieren, ist der antreibende Motor aktiv zu bremsen.

3.3.4 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA)

Bei der Auslegung und Installation der RWA sind DIN 18232-2 und VdS 2098 zu berücksichtigen. Ggf. vorhandene automatische Löschanlagen sind bei der Auslegung zu beachten. Hierbei sind die Regelwerke, nach denen die Löschanlagen errichtet sind, zu berücksichtigen. Hinweise zum Zusammenwirken der Wasser-Löschanlagen und RWA's sind dem entsprechenden Merkblatt VdS 2815 zu entnehmen.

3.4 Explosionsschutz

Bei Prozessen, die unter Freisetzung von brennbaren Gasen z. B. Wasserstoff oder unter Einsatz brennbarer Lösemittel stattfinden, sind die Anforderungen zum Explosionsschutz

zu erfüllen. Hierzu ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und darauf basierend ein Explosionsschutzdokument zu erstellen.

Entsprechend dem aus der Gefährdungsanalyse hervorgehenden Risiko sind Explosionsschutzmaßnahmen zu treffen, u. a.:

- Bereiche in denen mit explosionsgefährlichen Atmosphären zu rechnen ist, sind auf kritische Konzentrationen (unteren Explosionsgrenze UEG) zu überwachen.
- Elektrische Anlagen und Einrichtungen sind entsprechend 2014/34/EU (ATEX) zu errichten.
- Die Abluftanlage ist so auszulegen, dass die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre jederzeit sicher vermieden wird.
- Sofern bei Ausfall des elektrischen Stromes oder der Abluftanlage die Entstehung kritischer Wasserstoffkonzentrationen nicht sicher ausgeschlossen werden kann (u. U. beim Beizen oder außenstromlosen Verfahren), ist sicherzustellen, dass bei diesen Ereignissen das Werkstück vom Elektrolyten bzw. der Säurelösung getrennt wird. Neben der Entnahme des Werkstückes kann dies auch durch die Entleerung des Bades über ein stromlos geschaltetes Sicherheitsventil in einen Notfalltank (Schwalltank) erfolgen.

3.4.1 Organisatorische Maßnahmen

Für explosionsgefährdete Bereiche müssen die im Explosionsschutzdokument festgelegten, organisatorischen Explosionsschutzmaßnahmen umgesetzt werden. Hierzu gehören, u. a.

- Regelmäßige Reinigung der explosionsgefährdeten Bereiche
- Regelmäßige Entfernung von Verkrustungen in den Absaughauben über den Bädern, zur Sicherstellung der Wirksamkeit der Absaugung
- Regelmäßige Wartung der ex-geschützten Anlagen und Schutzsysteme
- Explosionsschutztechnische Unterweisung und Schulung der Mitarbeiter, die in explosionsgefährdeten Bereichen arbeiten
- Explosionsschutztechnische Unterweisung des betriebsfremden Personals vor der Aufnahme und Durchführung der Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen
- Regelmäßige Risikoanalysen für explosionsgefährdete Bereiche
- Regelmäßige Aktualisierung des Explosionsschutzdokumentes durch eine befähigte Person
- Notfallplanung
Eine beispielhafte interaktive Checkliste der HDI Risk Consulting GmbH, Maßnahmen Organisatorischer Explosionsschutz, steht auf der Internetseite www.hdi.global zum Download bereit. Die Checkliste sollte an die gegebenen betrieblichen Anforderungen angepasst werden.



Abb. 9: Salzablagerungen an den metallischen Gehäusen der elektrischen Betriebsmittel führen sowohl zu einer beschleunigten Korrosion als auch zur Überhitzung durch Einschränkung der Kühlung.



Abb. 10a: Offene Lagerung von brennbaren Chemikalien und Lösemitteln kann einen zusätzlichen Beitrag zur Brandausbreitung beitragen und sollte grundsätzlich vermieden werden.



Abb. 10b: Sichere Aufbewahrung von Chemikalien in einem feuerbeständigen Gefahrstoffschrank.

3.5 Organisatorischer Brandschutz

Bedingt durch die besonderen Umgebungsbedingungen ist eine beschleunigte Alterung der Betriebseinrichtungen zu erwarten. Daher kommt der Wartung, vorbeugenden Instandhaltung sowie der Ordnung und Sauberkeit eine besondere Bedeutung zu.

3.5.1 Wartung und Instandhaltung

3.5.1.1 Elektrische Anlagen

Die sicherheitsrelevanten Betriebseinrichtungen und Geräte sowie Anschlüsse der Leitungen/Kabel/Elektroden (gleichstromseitig) sind wöchentlich zu prüfen. Eventuell vorhandene Oxidschichten sind zu entfernen (siehe Abb. 5a & b).

Zur frühzeitigen Erkennung von Hotspots insbesondere an den elektrischen Klemmanschlüssen der Gleichstromkreise sind thermographische Untersuchungen durch einen vom VdS ausgebildeten Thermographen regelmäßig, mindestens halbjährlich, durchzuführen und zu dokumentieren.

Aufgrund der mechanischen Belastung ist ein höheres Überwachungsintervall für die hochflexiblen elektrischen Kabel erforderlich. Hier müssen die thermographischen Untersuchungen monatlich erfolgen.

Die Prüfungen inkl. der vorgefundenen und beseitigten Mängel sind in einem Schicht- bzw. Betriebsbuch zu dokumentieren. Sofern Mängel nicht umgehend beseitigt werden können, ist dies zeitnah einzuplanen.

Alle elektrischen Licht- und Kraftanlagen sind regelmäßig, jährlich durch einen Sachverständigen, gemäß Prüfrichtlinien VdS 2871, zu prüfen. Ein Verzeichnis der VdS-anerkannten Sachverständigen zum Prüfen elektrischer Anlagen wird unter VdS 2507 geführt.

Die ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmittel sind regelmäßig, halbjährlich zu prüfen.

3.5.1.2 Brandschutzeinrichtungen

Die Funktionstüchtigkeit der anlagentechnischen Brandschutzeinrichtungen wie der Lösch-, Brandmeldeanlagen und RWA's muss sichergestellt werden.

Die anlagentechnischen Brandschutzeinrichtungen sind regelmäßig durch die Errichterfirma zu warten. Die Wartungsintervalle sind den korrosiven Umgebungsbedingungen anzupassen und sollen mindestens jährlich erfolgen.

Die anlagentechnischen Brandschutzeinrichtungen müssen regelmäßig, jährlich geprüft werden:

- Löschanlagen sind durch die Technische Prüfstelle des VdS zu prüfen.
- Brandmeldeanlagen sind durch eine VdS-zertifizierte Fachfirma zu prüfen.

3.5.2 Betriebssicherheit

Die Lagerung von festen und flüssigen Gefahrstoffen, die insbesondere als leichtentzündlich, entzündlich und brandfördernd (F und O) gekennzeichnet sind, in den für den Tagesbedarf notwendigen Mengen, sollte in belüfteten Sicherheitsschränken mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 min erfolgen (Abb. 10b).

Durch angepasste Reinigungsintervalle sollte die gesamte Betriebseinrichtung sauber von Verkrustungen und/oder Schmierfilmbildungen gehalten werden.

Regelmäßige Schulung und Unterweisung des Bedienpersonals zu den Sicherheitsvorkehrungen und Maßnahmen bei einem

- Technischen Störfall,
- Brandfall.

Ein entsprechend qualifizierter Brandschutzbeauftragter (BSB) ist zu benennen.

Der Gebrauch privat genutzter Elektrogeräte wie Radios, Kühlschränke, Wasserkocher, etc. sollte in galvanotechnischen Bereichen generell untersagt werden.

Unbeaufsichtigter Betrieb der galvanotechnischen Anlagen und Versorgungseinrichtungen ist grundsätzlich zu vermei-

den. Hierzu zählt insbesondere der automatische Betrieb der Badheizung außerhalb der Betriebszeiten. Ist der Betrieb der Badheizung aus Prozess- und/oder Qualitätsgründen außerhalb der Betriebszeiten notwendig, wird eine indirekte Badheizung ausdrücklich empfohlen.

3.5.3 Feuergefährliche Arbeiten

Bei der Durchführung von Heißenarbeiten wie Schweißen, Brennen, Löten, Dacharbeiten u. a. ist die HDI Risk Engineering Guideline „Feuergefährliche Arbeiten“ zu beachten.

Es ist ein Erlaubnisschein für feuergefährliche Arbeiten auszustellen, mit notwendigen Sicherheitsmaßnahmen vor, während und nach der Arbeit. Hierzu kann als Muster das Formblatt der HDI Risk Consulting GmbH „Erlaubnisschein für feuergefährliche Arbeiten“ verwendet werden.

3.5.4 Manuelle Brandbekämpfung

Für die manuelle Brandbekämpfung durch eigenes Personal sind Wandhydranten sowie tragbare Feuerlöscher bereitzustellen. Der Einsatz von Pulverlöschern ist generell zu unterbinden, da unkontrollierbare Reaktionen des Löschpulvers mit Elektrolytkomponenten nicht auszuschließen sind.

Generell sollten Schaumlöscher bereitgestellt werden. In Bereichen mit elektrischen Einrichtungen sollten diese durch CO₂-Löcher ergänzt werden.

Die Mitarbeiter sind im Umgang mit Feuerlöschern und Wandhydranten zu unterweisen und regelmäßig zu schulen.

3.6 Abwehrender Brandschutz

3.6.1 Löschwasserversorgung

Eine ausreichende Löschwasserversorgung ist sicherzustellen. Die Mindestlöschwasserversorgung sollte 192 m³/h über einen Mindestzeitraum von 2 h betragen.

Weitere Informationen zur Löschwasserversorgung sind der gleichnamigen Risk Engineering Guideline von HDI Risk Consulting zu entnehmen. In Abstimmung mit der Feuerwehr sollte ggf. Schaummittel auf dem Betriebsgelände vorrätig sein.

Unter der Berücksichtigung der bevorrateten und im Umlauf befindlichen Art und Menge an Gefahrstoffen ist eine angemessene Löschwasserrückhaltung vorzusehen. Weitere Informationen sind der VdS 2557 – Planung und Einbau von Löschwasser-Rückhalteinrichtungen – zu entnehmen.

3.6.2 Feuerwehr

Ein effektiver Löscheinsatz der Feuerwehr kann nur unterstellt werden, wenn diese verzögerungsfrei in den Entstehungsbrand eingreifen kann. Dieses kann nur sichergestellt werden, wenn umfangreiche Ortskenntnisse vorhanden sind. Daher sollten regelmäßige Übungen, mindestens aber jährliche Begehungen durch die zuständige Feuerwehr erfolgen.

Zur weiteren Unterstützung der Feuerwehr sind Feuerwehrpläne mit Gefahrschwerpunkten sowie Gefahrstofflisten zu erarbeiten.

3.7 Maßnahmen gegen Diebstahl

Das Sicherheitskonzept zum Schutz vor Einbruch und Diebstahl, insbesondere von Edelmetallen sollte grundsätzlich mit dem Sachversicherer abgestimmt werden.

4 Referenzen.

Lokale Standards sollten eingehalten werden.

1. **DIN 18232-2** Rauch- und Wärmefreihaltung - Teil 2: Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA); Bemessung, Anforderungen und Einbau.
2. **DIN EN 60519-1; VDE 0721-1** Sicherheit in Elektrowärmeanlagen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen, (IEC 60519-1).
3. **DIN EN 60519-2; VDE 0721-2** Sicherheit in Elektrowärmeanlagen - Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen mit Widerstandserwärmung (IEC 60519-2).
4. **VdS 2095** Automatische Brandmeldeanlagen, Planung und Einbau.
5. **VdS 2098** Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (NRA), Planung und Einbau.
6. **VdS 2234** Brand- und Komplextrennwände, Merkblatt für die Anordnung und Ausführung.
7. **VdS 2507** Verzeichnis der VdS-anerkannten Sachverständigen zum Prüfen elektrischer Anlagen.
8. **VdS 2557** Planung und Einbau von Löschwasser-Rückhalteinrichtungen.
9. **VdS 2815** Merkblatt zum Brandschutz - Zusammenwirken von Wasserlöschanlagen und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA).
10. **VdS 2871** Prüfung elektrischer Anlagen, Prüfrichtlinien nach Klausel SK 3602, Hinweise für den anerkannten Elektrosachverständigen.
11. **VdS CEA 4001** Sprinkleranlagen, Planung und Einbau.
12. **Risk Engineering Guidelines**, Formblätter und Checklisten der HDI Risk Consulting GmbH stehen auf der Homepage der HDI Global SE zum Download bereit.

Über HDI Risk Consulting.

HDI Risk Consulting GmbH unterstützt Mittelständler, Industrieunternehmen und Konzerne bei der Schadenverhütung und beim Aufbau eines betrieblichen Risikomanagements.

Dazu bietet HDI Risk Consulting den Kunden Zugriff auf ca. 180 Ingenieure und Spezialisten aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen. Ziel ist es, Unternehmen dabei zu unterstützen, Risiken zu beherrschen und somit ein individuelles, risikogerechtes Versicherungs-Deckungskonzept zu erstellen.

HDI Risk Consulting ist weltweit aktiv in den Bereichen Feuer, Kraftfahrt, Technische Versicherung und Transport. Die Tätigkeitsschwerpunkte liegen in der Erkennung und Beurteilung von Risiken sowie der Entwicklung geeigneter individueller Schutzkonzepte.

Die HDI Risk Consulting GmbH ist eine hundertprozentige Tochtergesellschaft der HDI Global SE.

HDI Risk Consulting GmbH
HDI-Platz 1 – D-30659 Hannover
Telefon: +49 511 645-3219
Fax: +49 511 645-4542
Internet: www.hdi.global

Impressum
Verantwortlich für den Inhalt
HDI Risk Consulting GmbH

Layout: Insignio Kommunikation GmbH
Fotos: picture-alliance/ZB_by: Jan-Peter Kasper, fotolia.com_by: preferi, lev, kuassimodo; panthermedia.net_by: fotos4people, kzeon; Fischer Leiterplatten GmbH, Schlötter Galvanotechnik GmbH & Co. KG, Mazurczak GmbH, Metoba Metalloberflächenbearbeitung GmbH, Poligrat GmbH, DENIOS AG

