

Branchenanalyse der deutschen Galvano- und Oberflächentechnik

Inhaltsverzeichnis

1	Branchenanalyse – Übersicht.....	3
1.1	Darstellung der deutschen Galvano- und Oberflächentechnik	3
1.1.1	Charakterisierung der Branche	3
1.1.2	Organisation der Branche in Verbänden	4
1.2	Akteure.....	5
1.3	Formulierer.....	5
1.3.1	Unternehmenscharakterisierung	5
1.3.2	Einsatzstoffe:.....	6
1.4	Anwender	7
1.4.1	Unternehmenscharakterisierung	7
1.4.2	Einsatzstoffe.....	8
1.4.3	Tätigkeitsfelder der Branche	9
2	Exposition in der Galvano- und Oberflächentechnik und spezifische Arbeitsschutzvorschriften.....	11
2.1	Arbeitsbereiche Exposition.....	11
2.2	Überwachung der Luftgrenzwerte an Arbeitsbereichen.....	11
2.3	Gefahrstoffverzeichnis und Betriebsanweisung	12
3	Emission Scenario Document on metal finishing.....	13
3.1	Hauptprozesse	13
3.2	Anwendungskategorien (use categories)	13
3.2.1	Vorbehandlung und Prozesse	13
4	Relevante Umweltwirkungen galvanischer Prozesse	14
4.1	Abwasser	14
4.2	Abfall	15
4.3	Abluft.....	15
4.4	Weitere Umweltbelastungen/-risiken	16
5	Risikomanagementmaßnahmen.....	16
5.1	Abluft und direkter Kontakt (Arbeitsschutz)	16
5.2	Abwasser, Anforderungen aus dem BREF und nach Abwasser-Verordnung, Anhang 40	17
6	Literatur	18
7	Anhang 1	19
7.1	Übersicht der relevanten Regelungen zum Arbeitsschutz.....	19
7.1.1	Europäische Regelungen:.....	19
7.1.2	Nationale Regelungen, Staatliches Recht, Gesetze und Verordnungen:	19
7.1.3	Technische Regeln, insbesondere	19
7.1.4	Berufsgenossenschaftliche Schriften, Regelungen und Empfehlungen: ..	20
7.1.5	weitere Richtlinien, Schriften, Broschüren etc.	20
7.2	Übersicht der relevanten Regelungen zum Umweltschutz.....	21

sofia



aus Sicht des Verbandes	23
Graphische Übersichtsd.....	24

1 Branchenanalyse – Übersicht

1.1 Darstellung der deutschen Galvano- und Oberflächentechnik

1.1.1 Charakterisierung der Branche

Die allgemeine Bezeichnung für die Branche ist Oberflächentechnik, in der die Galvanik nur einen Teil der Prozesse umfasst. Andere Verfahren in der Branche sind z. B. die Feuerverzinkung oder die Pulverlackierung. In der Branche Oberflächentechnik stellt die Galvanik mit 26 % des jährlichen Branchenumsatzes den größten Teil der Prozesse. Andere Verfahren in der Branche sind z. B. Eloxieren, 8%, nichtmetallische Überzüge, 6%, Vakuumverdampfung, 6% und sonstige metallische Überzüge, 11%, Lackieren, 12%, Wärmebehandlung 13% und sonstige, mechanische Bearbeitung, 19%¹.

Die Eigenschaften von Bauteilen sind wesentlich durch ihre Oberfläche bestimmt. Mittels Galvanotechnik werden Bauteiloberflächen chemisch oder elektrochemisch behandelt und beschichtet, um bestimmte Anforderungen wie z.B. Schutz gegen Verschleiß und Korrosion oder ein dekoratives Aussehen zu erzielen. Dazu werden die Oberflächen meist großtechnisch verfügbarer und kostengünstiger. Massenwerkstoffe wie Stahl, Messing, Aluminium, Zink-Druckguss oder Kunststoff werden u.a. mit Kupfer, Nickel, Chrom, Zink, Zinn, Silber, Gold oder anderen Metallen beschichtet. Grundverfahren der Beschichtung ist die Behandlung der Werkstücke in meist wässrigen Metallsalzlösungen.

Die Erzeugung metallischer Überzüge durch die Galvanotechnik erfolgt meist unter Anwendung elektrischen Stroms. Der Wertanteil der galvanischen Oberfläche liegt im Verhältnis zum veredelten Produkt in der Regel unter 5 %. So z.B. können mit nur 1 Kilogramm Zink 1.000 Kilogramm Schrauben vor Korrosion geschützt oder die elektrische Leitfähigkeit von 50.000 elektrischen Kontakten kann mit nur einem Gramm Gold dauerhaft sichergestellt werden. Im Motoren- und Eisenbahnbau kann durch den Einsatz von galvanisch veredelten Leichtmetall-Achsen das Gewicht der ungefederten Massen einer Lokomotive um 1,6 Tonnen reduziert werden.

Die Galvano- und Oberflächentechnik ist eine kleine, traditionell mittelständisch geprägte Branche mit einem Umsatz von rund 6 Mrd. €. In Deutschland sind rund 800 Betriebe mit mehr als 20 Beschäftigten in der Veredelung von zugekauften, bzw. von fremden Erzeugnissen im Lohnauftrag (Lohnveredelung) tätig². Zur Branche der Galvano- und Oberflächentechnik werden sowohl Formulierer von Prozess-Chemikalien, Anlagenbauer als auch die Anwender dieser Produkte (Galvaniseure) gerechnet. Haupttätigkeitsfeld ist die Beschichtung von Bauteilen für andere Branchen wie dem Maschinenbau, der Elektronikindustrie, der Automobilindustrie, der Beschlagindustrie, der Druckindustrie und der Sanitärindustrie.

¹ Deutsche Industriebank IKB Information: Oberflächentechnik, Bericht zur Branche, Mai 2005.

² Quelle: Deutsche Industriebank IKB Information: Oberflächentechnik, Bericht zur Branche, Mai 2005, die Angabe enthält Betriebe der gesamten Oberflächentechnik

Der Anteil der Oberflächentechnik am Bruttonutzenprodukt beträgt ca. 2%, die dadurch erzielte sekundäre Wertschöpfung in den genannten Bereichen beträgt allerdings ca. 20 %. Deutlich wird der technische und volkswirtschaftliche Nutzen der Branche am Beispiel der mit galvanischen Schutzschichten verhinderten Korrosionsschäden von 150 Mrd. € pro Jahr. Den bedeutendsten Absatzmarkt mit ca. 40% des gesamten Marktvolumens, also ca. 2,4 Mrd. €, stellt die Automobilindustrie dar. Hier finden sich galvanisch veredelte Oberflächen vor allem in den Bereichen kathodischer Korrosionsschutz, Elektrotechnik und Elektronik (Leiterplatten und Steckverbinder), sowie funktionelle und dekorative Beschichtungen.

Die deutsche Galvano- und Oberflächentechnik besteht im Wesentlichen aus drei Säulen:

- ca. 50 Fachlieferanten (Formulierer) für Galvano-Spezialchemie mit 1.350 Beschäftigten und einem Umsatz aus präparierter Chemie von 250 Mio. €
- ca. 550 Dienstleistungs-Galvaniken aus dem Organisationsbereich Handwerk mit etwa 9.500 Beschäftigten und einem Umsatzpotential von 1,1 Mrd. €
- ca. 1.500 industrielle Lohn- und Inhouse- Galvaniken mit ca. 38.000 Beschäftigten und einem Gesamtumsatz von etwa 4,6 Mrd. €

Somit sind in der Galvanotechnik ca. **2.100 Unternehmen** mit etwa 49.000 Beschäftigten tätig.

1.1.2 Organisation der Branche in Verbänden

Der Zentralverband Oberflächentechnik e. V. (ZVO) wurde als Dachorganisation für die Bereiche Galvano- und Oberflächentechnik gegründet und bündelt die Interessen der gesamten Branche. Getragen wird dieser Dachverband von folgenden Institutionen:

Fachverband Oberflächentechnik e.V. (FVO)

- Der FVO vertritt die Interessen der Zulieferfirmen der deutschen galvanotechnischen Industrie, d.h. der Hersteller und Händler von Prozesschemie- und Verfahrenstechnik, von galvanotechnischen Anlagen und von Zubehör.

Bundesinnungsverband der Galvaniseure, Graveure und Metallbildner (BIV)

- Der BIV vertritt die Handwerksberufe der Galvaniseure, Graveure und Metallbildner.

Fachverband industrielle Teilereinigung e.V. (FIT)

- Der FIT repräsentiert Lieferfirmen, Beratungs-, Planungs-, Engineering- und Serviceunternehmen sowie wissenschaftliche Institute und Fachverbände für den Industriebereich der Teilereinigung.

Fachverband Industrieller Beschichter e.V. (FIB)

- Der FIB ist der institutionelle Ansprechpartner auf Seiten industrieller Beschichter, überwiegend für die Automobilindustrie.

Gütegemeinschaft Galvanotechnik e. V. (GGG)

- Die Gütegemeinschaft Galvanotechnik e.V. (GGG) wurde mit dem Ziel gegründet, Qualitätsstandards und Prüfkriterien für galvanische Oberflächen festzulegen, die Güte galvanisierter Produkte zu sichern und mit dem Gütezeichen Galvanotechnik zu kennzeichnen.

Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO)

- Die DGO ist eine gemeinnützige, wissenschaftlich- technische Gesellschaft mit den Zielen, die technologische Entwicklung sowie den Erfahrungs- und Wissensaustausch zwischen Wissenschaft und Praxis zu fördern.

Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e.V. (VOA)

- Der Verband fördert und unterstützt die Zusammenarbeit der Unternehmen der Aluminiumbeschichtung im technisch-wissenschaftlichen wie auch im betriebswirtschaftlichen Bereich.

Die Organisation der Verbandsstruktur bildet somit auch die gesamte **Wertschöpfungskette** (FVO = Formulierer; BIV, GGG, DGO und VOA = Anwender; FIB und FIT = Kontaktorganisation zu Kunden) ab. Die Schnittstellen zwischen den Einzelverbänden werden über die Lenkungsgruppen (z. B. Lenkungsgruppe Umwelt und Chemie) vermittelt. Die Informationsflüsse zwischen den Verbänden und dem ZVO sind formalisiert. Als Kommunikationsorgan des Verbandes dient der „ZVO Report“, mit jährlich 4 Ausgaben. Der ZVO als Dachverband der Branche stellt den Ansprechpartner seitens umweltrelevanter Themen aus Brüssel und Berlin, u.a. über das Umweltbundesamt, dar.

1.2 Akteure

Im Folgenden werden die Strukturen der Betriebe der Wertschöpfungskette Galvano- und Oberflächentechnik aufgeführt. Die Abbildung zeigt eine Übersicht der Wertschöpfungskette.

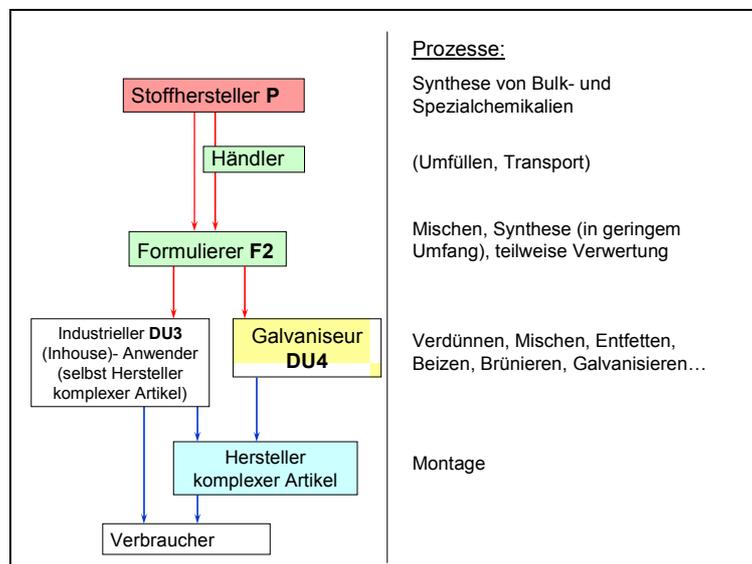


Abbildung 1: Übersicht der Akteure in der Wertschöpfungskette Galvano- und Oberflächentechnik

1.3 Formulierer

1.3.1 Unternehmenscharakterisierung

Die Formulierer (Hersteller von Zubereitungen) in der Galvanotechnik sind in der Regel mittelständische Unternehmen mit zum Teil kleiner Betriebsgröße: Betriebe mit ca. 60 Mitarbeitern gehören zu den größeren Unternehmen. Insgesamt gibt es in Deutschland ca. 50 Fach-

lieferanten, davon sind im FVO 22 Firmen für Prozesschemie organisiert, die ca. 75% des Marktvolumens herstellen.

Die Chemikalien werden von großen Chemieherstellern (meist organische Chemikalien) oder über Zwischenhändler (meist eher Bulk-Ware) bezogen, dies zum größten Teil im Inland, aber zunehmend (ca. 15-20% des Bedarfs) auch im inner- und außereuropäischen Ausland.

Die Formulierer synthetisieren teilweise Stoffe selbst, wenn dies kostengünstiger ist als der Einkauf, oder der Stoff am Markt nicht verfügbar ist. Die Zubereitungen werden meist direkt an die Endanwender (Galvaniseure) verkauft.

In den Unternehmen des FVO sind typischerweise ca. 10% der Mitarbeiter direkt und indirekt mit der F&E beschäftigt. Die Fachfirmen für Prozesschemie verstehen sich auch als Antriebsmotor für die F&E, indem sie technische Trends setzen und Entwicklungen aufgrund gesetzlicher Vorgaben (z.B. EOL-V, WEEE und RoHS) verfolgen bzw. vorantreiben. Weiterhin hat die Kundendienst-Analytik einen hohen Stellenwert, die im engen Kontakt mit der F&E steht. Die Chemie-Fachfirmen verstehen sich als Berater ihrer Kunden und die meisten unterhalten einen technischen Außendienst für den Vor-Ort-Service. Daher kennen die Formulierer die Anwendungen meist genau. Neben der individuellen Beratung werden auch Technische Merkblätter mit detaillierten Verfahrensanleitungen erstellt.

In den Chemie-Fachfirmen, die im FVO organisiert sind, sind i. d. R. jeweils Beauftragte für Umweltschutz, Arbeitsschutz, Immissionsschutz etc. benannt. Teilweise werden diese Funktionen mit den Qualitätsmanagementaufgaben verknüpft.

1.3.2 Einsatzstoffe

Eine Übersicht des gesamten Stoffportfolios in der Oberflächentechnik ist bisher nicht erstellt worden. Von Seiten des Verbandes ZVO werden zurzeit Bestrebungen unternommen insbesondere im Rahmen der Vorbereitung auf REACH das Stoffportfolio der Branche zu bestimmen. Die folgenden Angaben beruhen auf Umfragen des Verbandes zu den verwendeten Stoffarten und -mengen.

Die Fachlieferanten in der Oberflächentechnik (Formulierer für Prozesschemie) verarbeiten nach Angaben des ZVO entsprechend ihrem Herstellungs- und Lieferprogramm eine Palette von derzeit ca. 1740 Stoffen und Zubereitungen.

Im Rahmen des Projektes REACH-Umsetzungshilfen wurde durch den ZVO im Juni 2006 in einer exemplarischen Befragung der Mitgliedsunternehmen eine Aufstellung des Stoffportfolios von 11 Unternehmen, die 22% der Unternehmen in Deutschland abbilden, ermittelt. Hier wurde ein Inventar von insgesamt 699 Stoffen aufgestellt, von dem jedoch 183 Stoffe ohne CAS- Nummer angegeben wurden. Es ist daher davon auszugehen, dass es sich zumindest bei einem Teil der 183 Einsatzstoffe um Zubereitungen handelt bzw. Stoffe ‚doppelt gezählt‘ wurden.

Die Stoffe werden in folgenden Mengenbereichen verwendet:

267 (38%) in Mengen bis zu 1 t / a

379 (54 %) bis zu 100 t / a

37 (5 %) bis zu 1000 t / a

4 (0,6 %) mehr als 1.000 t/a

Für einzelne Formulierungen sind bis zu 20 Einsatzstoffe, teilweise in kleinsten Mengen, erforderlich. Hierbei sind vielfältige, auch zunächst nicht vorgesehene Verwendungen tägliche Praxis, d.h. häufig werden Produkte von den Anwendern anders als in Betriebsanweisungen vorgegeben genutzt.

Ein im Rahmen des Projektes befragtes Unternehmen hat sein Portfolio wie folgt dargestellt:

Alle Formulierungen (Herstellung und Verwendung) des Unternehmens werden nur in der Galvanotechnik verwendet. Für andere Verwendungen werden keine Formulierungen hergestellt. 70 % der Zubereitungen werden als Gefahrstoffe eingestuft. 13 % der Formulierungen werden speziell für einen Anwender hergestellt.

1.4 Anwender

1.4.1 Unternehmenscharakterisierung

In Deutschland sind ca. 550 meist kleine und mittelständische Lohngalvaniken im Bereich Handwerk tätig, die oft weniger als 20 Mitarbeiter beschäftigen. Es gibt allerdings auch handwerkliche Betriebe, die von Umsatz-, Personal- und Ertragsgröße eher im industriellen Bereich anzusiedeln sind. Diese Unternehmen sind in der Regel auf bestimmte Prozesse der Oberflächentechnik und teilweise auch der Werkstücke spezialisiert.

Weitere ca. 1500 Anwender sind den industriellen Galvaniken zuzurechnen. Die industriellen Beschichtungsbetriebe lassen sich differenzieren in Lohngalvaniken, d.h. Beschichtung kundenseitiger Bauteile, und in Inhouse-Galvaniken. Bei der Inhouse-Galvanik werden Bauteile aus der eigenen Fertigung beschichtet. Hier stellt die Galvanik meist nur den letzten von vielen Produktionsschritten dar, die zur Herstellung kompletter Erzeugnisse (z. B. Kolbenringe, Zylinderlaufbahnen und Wälzlager in der Automobilzulieferindustrie) nötig sind. Daher wird hier meist ein eingeschränktes Produktspektrum, z. B. Armaturen, hergestellt für die dann maximal zwei Verfahren angewendet werden. Die Inhouse-Galvaniken werden genauso wie die Lohn-Galvaniken durch interne Fachleute gefahren. Allerdings wird in der Lohn-Galvanik ein breites Produkt- und Teile-Spektrum hergestellt. Dazu werden Elektrolyte mit verschiedenen Metallen und unterschiedlichen Auftragsverfahren unterhalten. Bei den Lohn-Galvaniken handelt es sich auch zunehmend um größerer Unternehmen, die unter die Genehmigungspflicht fallen.

Die Galvanikbetriebe sind in den folgenden Verbänden organisiert:

- Bundesinnungsverband der Galvaniseure, Graveure und Metallbildner (BIV)
- Fachverband Industrieller Beschichter e.V. (FIB)
- Gütegemeinschaft Galvanotechnik e.V. (GGG)

1.4.2 Einsatzstoffe

Bei den einzelnen Anwendern – handwerkliche Dienstleistungs-Galvaniken, Lohngalvaniken oder Inhouse- Galvaniken - finden nach Angaben des ZVO bis zu 400 verschiedene Einsatzstoffe (Stoffe und Formulierungen) unterschiedlichste Verwendung. Die eingekauften Stoff- und Zubereitungsmengen verteilen sich wie folgt:

25 – 38 %	in Mengen bis zu	0,1 t/a
41 – 52 %	bis zu	1 t/a
8 - 17 %	bis zu	10 t/a
2 - 5 %	mehr als	10 t/a.

Die oberflächentechnische Branche verwendet nach Einschätzung des ZVO für die Veredlung von Werkstoffen viele Zusatzstoffe in Mengen unterhalb 1 t/Jahr. Diese Stoffe verbrauchen sich nur in geringem Umfang, da sie zur Erzielung der geforderten Bauteil- bzw. Oberflächeneigenschaften nur in sehr geringen Mengen – also sehr effizient – verwendet werden (in der Branche wird von „homöopathischen Dosierungen“ gesprochen).

Die Aufstellung des Stoffportfolios einer Industriegruppe von ca. 30 Anwender-Unternehmen ergab das folgende Bild:

- Insgesamt werden ca. 1.140 Einsatzstoffe verwendet (Einzelstoffe und Zubereitungen), die von ca. 40 Lieferanten geliefert werden. Von diesen Einsatzstoffen sind:
 - 219 Einzelstoffe (mit/ohne Sicherheitsdatenblatt),
 - 131 unbekannte Einsatzstoffe (Handelsprodukte ohne Information über Zusammensetzung),
 - 579 Zubereitungen (Liefermischungen),
 - 349 gebrauchsfertige Zubereitungen (gebrauchsfertige Elektrolyte im Konzentrat).

Viele Zubereitungen enthalten nach aktuellem Wissensstand durchschnittlich 2 gefährliche Stoffe oberhalb der Konzentrationsgrenzen für die Berücksichtigung³. Ein großer Teil der Inhaltsstoffe, die ihrerseits auch Zubereitungen bestehend aus Zubereitungen sein können, sind aufgrund von Betriebsgeheimnissen und Know-How-Vorbehalten der Formulierer den Anwendern unbekannt.

Die Einsatzstoffe können unterteilt werden nach

- anorganischen Stoffen, Einsatz in der Abwasserchemie, als Metallsalze
 - anorganische Zubereitungen (Entfettungs-, Aktivierungs-, Passivierungsprodukte) und
 - organische Zubereitungen (Glanzzusätze)
- sowie verschiedene Produkte für Nebenprozesse wie
- Maschinenöle, Farben und Lacke sowie Verdünnungs- und Lösungsmittel.

³ z. B. lösliche Nickelsalze sind ab 0,1 % deklarierungspflichtig, führen aber nicht automatisch auch zu entsprechenden Angaben im SBD bzw. zu einer Einstufung und Kennzeichnung der Zubereitung

Die von den Anwendern benötigten Stoffe und Zubereitungen werden meist bei mehreren Prozesschemie-Lieferanten beschafft, die ihre Produkte oft für ganz bestimmte Einsatzzwecke entwickelt haben. In der Galvanik ist es die Regel, dass Spezialchemikalien bei Formulierern direkt und Massenchemikalien meist beim allgemeinen Chemikalienhandel gekauft werden. Der Chemiehandel gibt dem Lieferanten die Anwendungen nicht immer bekannt.

In einer Befragung von 3 Anwender-Unternehmen wurde angegeben, dass keine Einsatzstoffe durch den Anwender selbst importiert werden.

Die Varianz der verschiedenen chemischen, elektrochemischen und metallsalzhaltigen Elektrolyte ist durch eine extreme Bandbreite unterschiedlicher Prozesse, Prozessführungen und damit auch der Einsatzstoffe gekennzeichnet, um die jeweiligen Kunden-Anforderungen an die beschichteten Bauteiloberflächen erfüllen zu können. Dieser Umstand ist somit eine Folge des Marktes. Zum einen unterhalten die Anwender daher einen engen Kontakt mit den Formulierern, die ihre Produkte den Kundenerwartungen entsprechend optimal entwickeln und anpassen können, zum anderen optimieren die Anwender Einsatzstoffe und Prozessbedingungen auch intern ohne die Beratung von Zulieferern in Anspruch zu nehmen. Allerdings wird die Beratung durch Fachfirmen als essentiell angesehen, ohne die ein Anwender nicht auskommen kann.

1.4.3 Tätigkeitsfelder der Branche

Grundprinzip der Galvano- und Oberflächentechnik ist das chemische oder elektrochemische Aufbringen von verschiedenen Materialien auf die Oberflächen von Werkstücken. Grundsätzlich ist das Beschichtungsverfahren in drei Prozessschritte zu gliedern.

- In der Vorbehandlung werden die Werkstücke für den Hauptprozess vorbereitet. Ziel ist eine, auf den anschließenden Beschichtungsprozess optimal vorbereitete, d.h. öl-, fett-, rost-, zunderfreie und aktive Bauteiloberfläche.
- In den Hauptprozessen erfolgt der eigentliche Beschichtungsvorgang.
- In der Nachbehandlung werden die beschichteten Werkstücke endbehandelt.

Die folgende Abbildung zeigt die Prozessschritte in der Übersicht.

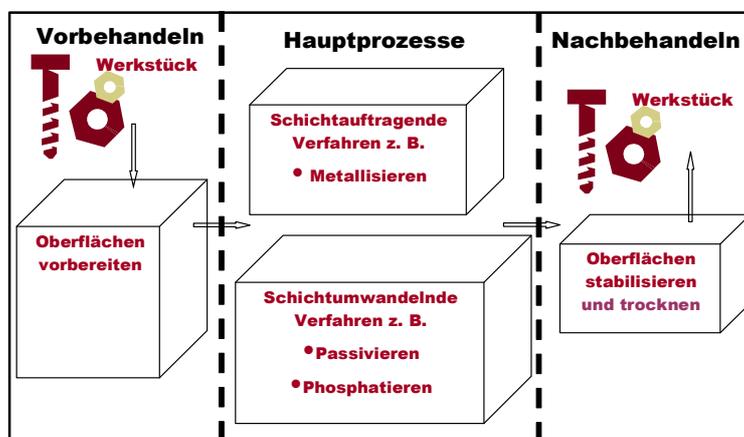


Abbildung 2: Übersichtsdarstellung der Hauptprozesse der Oberflächentechnik: Beschichten in wässrigen Elektrolyten

Zur Behandlung metallischer und nicht-metallischer Oberflächen sind Prozesslösungen, die chemische und elektrochemische Lösungen (Elektrolyte) enthalten, erforderlich.

Die große Varianz der Verfahren in der Galvanotechnik ist einerseits bedingt durch die kundenseitigen sehr unterschiedlichen Vorgaben, wie z.B. Grundwerkstoff, Verschmutzgrad, Art und Weise der mechanischen Vorbearbeitung (z.B. Stanzen, Umformen, Schweißen), Materialfehler (Dopplungen etc.) und andererseits durch die technischen Anforderungen an die beschichtenden Produkte.

Als wesentliche Einflüsse für die Auswahl des Verfahrens und der hieraus erforderlichen Prozesschemikalien sind u.a. zu nennen:

- Die Grundmaterialien der Werkstücke (Stahl, Edelstahl, Aluminium, NE- Metalle, Kunststoffe etc.),
- die erforderliche Vorbehandlung, bedingt durch den (kundenseitigen) Herstellprozess,
- die aufzubringenden Schichten,
- die Losgrößen,
- die Qualität der Werkstücke von einfacher Massenware (z.B. Verzinken von Schrauben etc.) bis zu Produkten extrem hoher Qualität (z.B. Goldkontakte sicherheitsrelevanter Schaltungen in der Luft- und Raumfahrt, Hochpräzisionsbauteile für den speziellen Maschinenbau),
- Größe und Geometrie der Werkstücke von elektronischen Bauteilen über chirurgische Instrumente bis zu großformatigen Rohren, Bandblechen oder ganzen Schweißkonstruktionen.
- Die Technik der Werkstoffeinbringung (Gestell, Trommel, Haken, kontinuierlich)

Den unterschiedlichen technischen kundenseitigen Anforderungen wird durch die Auswahl und die Anpassung der Prozesse Rechnung getragen. Anzupassen sind:

- die Fahrweise (kontinuierlich oder diskontinuierlich / chargenweise),
- die Technik der Reinigung/Entfettung (z. B. wässrig alkalisch, sauer, elektrochemisch; für spezielle Anwendungen kommen auch noch organische Reinigungsmittel in hermetisch geschlossenen Anlagen, mit Kammer- und Schleusensystem sowie Aktiv-Kohle-Filtration der Abluft zum Einsatz),
- die Technik zur Herstellung einer metallisch blanken Oberfläche (Säure-Beizen, alkalische Beize),
- der Beschichtungswerkstoff (Kupfer, Nickel, Chrom, Zink, Zinn, Edelmetalle etc.),
- die Auswahl der Elektrolyte (chemische Abscheidung, elektrolytische Abscheidung, sauer, alkalisch, cyanidisch) und der Abscheidungsparameter zur Erzielung der Oberflächeneigenschaften wie Härte, Korrosionsschutz und Glanz,
- die Technik der Nachbehandlung (z.B. Gelb-, Schwarzchromatierung, chromatfreie Passivierung, Versiegelung bzw. Top Coat),
- die Spültechnik (Standspülen, Kaskadenspülung, Spritzspülen, Fließspülen),
- die Technik der Prozesswasseraufbereitung und Abwasserreinigung (Filtration, Ionenaustausch, Verdampfen, Membrantechniken, Oxidation und Reduktion, Neutrali-

sation, Flockung, Fällung) ergibt sich aus den eingesetzten Beschichtungsverfahren und den hierfür geltenden gesetzlichen Vorschriften.

2 Arbeitsorganisation und Arbeitsschutzvorschriften

Eine Auflistung der relevanten Arbeitsschutzvorschriften ist dem Anhang 1 zu entnehmen.

2.1 Arbeitsbereiche Exposition

Das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz (BIA) hat einen Betriebsartenschlüssel für die Zuordnung zu einer Branche erstellt. Er dient als primäres Selektionskriterium für Auswertungen der Expositionsdatenbank MEGA⁴, in der unter anderem Daten zu den Arbeits- und Produktionsverfahren, zu den Einsatzstoffen, zu den Schutzmaßnahmen und zur Expositionssituation ermittelt werden. Die Galvanik (238702) ist dem Arbeitsbereichsplan 034 zugeordnet, der folgende Arbeitsbereiche unterteilt:

- 100 Vorbehandlungsanlage (Vorbehandlungsanlage allgemein, Vorbehandlung, Entfettungsbad)
- 200 Galvanikanlage
- 300 Chemische Verfahren
- 400 Spülen und Trocknen
- 500 Abwasserbehandlung und Entsorgung

2.2 Überwachung der Luftgrenzwerte an Arbeitsbereichen

In den Empfehlungen der BG/BIA zur Überwachung von beschriebenen Arbeitsbereichen⁵ wurden Kriterien für Vorbehandlungs-, Beschichtungs- und Eloxierverfahren festgelegt, um eine dauerhaft sichere Einhaltung der Luftgrenzwerte bzgl. des Arbeitsschutzes zu gewährleisten. Bei Einhaltung der festgelegten Schutzmaßnahmen kann auf Kontrollmessungen nach TRGS 402⁶ verzichtet werden. Die Gültigkeit der Anwendungsvoraussetzungen der BG/BIA-Empfehlung ist jährlich durch die Unternehmen zu überprüfen und dokumentieren.

Die zu beachtenden Maßnahmen, die vorhanden und wirksam sein müssen, sind im Einzelnen im Kapitel 5.1 aufgeführt.

Neben den beschriebenen Arbeitsbereichen sind folgende Bedingungen im Prozess zu unterscheiden:

- Anlagentechnik:
 - Manuell bediente Anlagen (Einhängung von Hand in den Elektrolyten, kleine Werkstücke an speziellen Gestellen hängend eingetaucht)

⁴ <http://www.hvbg.de/d/bia/fac/mega/index.html>

⁵ Oberflächenveredelung, Galvanotechnik und Eloxieren, Stand: November 2001

⁶ in denen im Tauchverfahren Metall und/oder Kunststoffteile beschichtet oder Aluminiumteile im Eloxalverfahren behandelt werden

- Bedienung mit Hebezug, Kran oder handbetätigtem Beschickungsgerät (Bedienpersonal führt das Werkstück mit dem Beschickungsgerät oder dem Kran zum Behandlungsbad)
- Automatische Anlagen (die Badbeschickung wird automatisch gesteuert, d. h. programmiert, die Bedienpersonen arbeiten nicht direkt am Behälter)
- Eintauchen der Werkstücke
 - einzeln oder
 - bei Massenware mittels
 - Gestellen als manuelle oder automatische Gestellanlage oder
 - Einhängetrommel als Trommelanlage.

Außerdem ist es in einigen Fällen zur Erreichung einer geforderten Oberflächenqualität notwendig:

- die Werkstücke im Elektrolyten zu bewegen oder
- die Anode als Wanderanode zu bewegen oder
- den Elektrolyten selbst zu bewegen (mittels Umpumpen oder durch Einblasen von Luft).

Die Gefahrstoffexposition der Mitarbeiter ist abhängig von:

- dem gewählten Arbeitsprozess und der Anlagentechnik
- den eingesetzten Stoffen/Zubereitungen (z. B. im Elektrolyt)
- der Konzentration der Einsatzstoffe im Elektrolyt
- der eingesetzten Anlagentechnik
- der Verfahrensparameter wie Temperatur, Lufteinblasung, Stromdichte und Wirkungsgrad
- den Lüftungstechnischen Verhältnissen z. B. Behälterabsaugung, Raumlüftung
- der Aufenthaltsdauer/Expositionszeit der Mitarbeiter
- der Einhaltung von Sicherheitsvorschriften und der Benutzung persönlicher Sicherheitsausrüstung wie Schutzhandschuhe, -brille, Atemschutz/Staubmaske

2.3 Gefahrstoffverzeichnis und Betriebsanweisung

Gem. § 16 Gefahrstoffverordnung ist ein Gefahrstoffverzeichnis anzulegen, um einen Überblick über die im Betrieb verwendeten Gefahrstoffe zu bekommen. Das Gefahrstoffverzeichnis bildet die Grundlage zur Gefährdungsermittlung und –beurteilung am Arbeitsplatz. Dazu werden von der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik Muster-Gefahrstoffverzeichnisse herausgegeben⁷. Hier sind für die jeweiligen Verfahren und Elektrolyte sowie Angaben zu den eingesetzten Gefahrstoffen, ihrer Einstufung und gefährlichen Eigenschaften und die verwendeten Mengenbereiche aufzuführen. Hier sind die gebrauchsfertigen Zubereitungen zu beurteilen und nicht die enthaltenen Einzelstoffe.

⁷ Broschüre "Gefahrstoffe in der Galvanotechnik und der Oberflächenveredelung"

Die auf dieser Grundlage zu erstellenden Betriebsanweisungen, für die ebenfalls Muster-Betriebsanweisungen durch die BG erstellt werden, dienen der Sicherstellung des richtigen Umgangs der Mitarbeiter mit den Gefahrstoffen.

3 Emission Scenario Document on metal finishing

3.1 Hauptprozesse

Das ESD⁸ beschreibt, wie Stoffe in der Oberflächenbeschichtung oder der Endfertigung von Metalloberflächen verwendet werden. Die Hauptprozesse, die dabei berücksichtigt werden sind:

- Anodisieren (Anodising)
- Oberflächenbeschichtung (conversion coating: passivation and phosphating)
- Chemische Beschichtung (electroless plating: autocatalytic)
- Elektrochemische Beschichtung (electroplating: electrodeposition)
- Galvanisieren (Galvanising)
- Emaillieren (vitreous enamelling)

3.2 Anwendungskategorien (use categories)

Die Hauptindustriekategorien, für die das ESD relevant ist, sind:

- IC 8 Metall Extraktion (metal extraction, refining and processing industry)
- IC 14 Farben und Lacke

Das Emission Scenario Document on metal finishing beschreibt zudem auf folgende Anwendungskategorien (use categories):

- UC 9 Reinigungsmittel (cleaning agents),
- UC 12 Leitmittel (conductive agents),
- UC 17 Zubereitungen zur Galvanisierung (electroplating agents),
- UC 50 Detergentien, Netzmittel und Phosphatiermittel
- UC 0 Sonstige.

3.2.1 Vorbehandlung und Prozesse

Die drei Haupt-Vorbehandlungsmethoden sind:

- Säubern (mechanisch, wässrig, ggf. mit organischen Lösemitteln)
- Aktivieren (Säurespülen)
- Glänzen (chemisch, Tauchen in Glanzelektrolyte, Beizen)

⁸ OECD Environmental Health and Safety Publications, EMISSION SCENARIO DOCUMENT ON METAL FINISHING, Series on Emission Scenario Documents No. 12: Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development, November 2004

Die galvanischen Prozesse werden in verschiedenen Stufen durchgeführt, erfolgen aber i. d. R. in einer kontinuierlichen Produktionslinie.

Nach jeder Stufe wird mit Wasser gespült, um Verschleppungen der Prozesslösungen und von Verunreinigungen zu vermeiden (letztere können u. U ein Verwerfen des gesamten Elektrolytvolumens erforderlich machen). Nach jedem Eintauchen in einen Elektrolyten geht ein Teil der Prozess-Lösung verloren. Dieser Verlust (drag out) ist abhängig von den Werkstücken und dem Prozesstyp. Beim Eintauchen in die Spüle wird das anhaftende Material im Spülwasser verdünnt. Das Abwasser des Spülwassers muss daher vor der Entsorgung einer Abwasservorbehandlung zugeführt werden.

4 Relevante Umweltwirkungen galvanischer Prozesse

Da das Grundverfahren der Galvanotechnik die Behandlung von Werkstücken in meist wässrigen Metalllösungen ist, treten die meisten Umweltwirkungen in der Wasserphase auf. Die bei der Abwasservorbehandlung entstehenden metallhaltigen Abfallschlämme stellen aufgrund ihrer Zusammensetzung und Konsistenz dann kein Umweltrisiko dar, wenn die Schlämme, die meistens Metallhydroxide enthalten als Reststoffe der ordnungsgemäßen Verwertung zugeführt werden⁹. Die Luftbelastungen sind dagegen eher unter dem Blickwinkel des Arbeitsschutzes von Bedeutung.

Nach Angaben der Deutschen AG-BREF-Oberflächentechnik sind „die wesentlichen umweltbelastenden Faktoren bei Verfahren der chemischen und elektrochemischen Oberflächenbehandlung die Emissionen von Schadstoffen in Gewässer, die Erzeugung von gefährlichem Abfall sowie der Energieverbrauch.“¹⁰

4.1 Abwasser

Die Spülwässer sowie die ebenfalls teils als Abwässer entsorgten, verworfenen chemischen Behandlungslösungen - Aktivelektrolyte werden nicht verworfen, diese werden verwertet - müssen vor einer Ableitung regelmäßig (vor-)behandelt werden, da sie die Werte der entsprechenden (Indirekt-)Einleiterverordnungen deutlich überschreiten würden.

Die Abwasservorbehandlung zielt im Wesentlichen auf die Überführung der gelösten Metallionen in schwerlösliche Verbindungen ab. Dies erfolgt überwiegend durch chemische Fällung mit anschließender mechanischer Abtrennung wie Sedimentation und Filtration. Sind toxische Anionen (z.B. Cyanid) enthalten, werden diese in einer Vorbehandlung durch Oxidation oder Reduktion in stabile ungiftige Verbindungen überführt. In Lösung befindliche Neutralsalze können nur durch energieaufwändiges Verdampfen des Abwassers abgetrennt werden.

Wasserverbrauch und Spülwasseranfall werden durch gezielte Maßnahmen reduziert. Hierzu zählt eine Wassermehrfachnutzung durch Kaskadentechnik, bedarfsorientierter Spülwasserzulauf, gesteuert über Leitfähigkeitsmessung, Kreislaufführung, Membrantechnik, Spritzstö-

⁹ Überwachung durch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, z.B. mittels Abfallbegleitscheine in sechsfacher Ausführung und Abfallerzeugerverantwortlichkeit über den Transport bis hin zum genehmigten Entsorgungsweg

¹⁰ Entwurf des deutschen Beitrags zu den besten verfügbaren Techniken bei der „Behandlung metallischer und nichtmetallischer Oberflächen mit chemischen und elektrochemischen Verfahren“ von der AG-BREF Oberflächentechnik

cke und -düsen. Die Anforderungen zur Reduzierung des Spülwasserverbrauchs und somit des zu behandelnden Prozesswassers sind in der Abwasserverordnung über das Einleiten von Abwasser in Gewässer geregelt.

4.2 Abfall

Bei Betrieben zur Behandlung und Beschichtung von metallischen Oberflächen fallen an prozesstypischem Abfall vorwiegend die Fällungsschlämme aus der Abwasservorbehandlungsanlage an.

Dies können Schwermetallhydroxid-Schlämme oder - in selteneren Fällen - Schwermetallsulfid-Schlämme sein. Der bei der Fällung entstandene Dünnschlamm wird auf unter 60% Restfeuchte entwässert und dann entsorgt oder, wenn es die chemische Zusammensetzung zulässt, einer Verwertung zugeführt. Im Falle einer anschließenden Deponierung sind die strengen Restorganik-Grenzwerte der Deponierichtlinien zu beachten.

Als weitere entsorgungsbedürftigen Abfälle fallen die durch die Reinigung der Oberflächen vor dem Galvanisieren abgetrennten Öle und Fette zur Standzeitverlängerung von Reinigungslösungen (z.B. aus Koalsenz- bzw. Leichtstoffabscheider) an. Dort, wo mit halogenierten Lösungsmitteln in der Entfettung gearbeitet wird, fallen auch diese als Abfall an. Bei Kleinbetrieben, die nicht über eine leistungsfähige Abwasservorbehandlungsanlage verfügen, sind als Abfälle auch verbrauchte Prozess-Lösungen bzw. Standspülen zu nennen, welche über externe Entsorgungsunternehmen nach den gesetzlichen Auflagen behandelt werden.

4.3 Abluft

Luftemissionen entstehen in Galvanikbetrieben beim Absaugen der Prozesslösungen sowie teilweise bei weiteren vor- oder nachgelagerten Arbeitsschritten wie z.B. staubförmige Emissionen aus einer vorlagerten Strahlanlage oder Staub und Lösemittlemissionen aus nachgelagerten Prozessen der Lackieranlagen. Wird bei Entfettungsanlagen noch mit halogenierten Lösungsmitteln gearbeitet, fallen dort trotz Kapselung auch sehr geringe FCKW - Emissionen an. Die wesentlichen Emissionsquellen bei den Prozesslösungen sind die Beizelektrolyte. Dort wird zum einen zum Teil mit leicht flüchtigen Säuren gearbeitet und zum anderen kann beim Beizprozess die Entstehung von Wasserstoff nicht verhindert werden, was eine Aerosolbildung zur Folge hat. Diese wird durch geeignete technologische Maßnahmen und geeignete Zusätze (Tenside zur Herabsetzung der Oberflächenspannung) vermindert. Eine weitere Quelle von Luftemissionen sind Verdunster. Diese Technik wird insbesondere bei Chromelektrolyten eingesetzt.

Die abgesaugte Abluftmenge aus Behältern und die darin enthaltene Menge an Schadstoffen (im Regelfall als Aerosoltröpfchen in der Zusammensetzung der Prozesslösung) wird durch eine Vielzahl von Parametern bestimmt, die sich im Regelfall nach mehreren Parametern, wie z. B. Badoberfläche, Elektrolyttemperatur, Einsatz von emissionsmindernden Beizzusätzen (insbes. Verminderung von HF, NO_x und Cr(VI)-Emissionen), Stromstärke, kathodischem und anodischem Wirkungsgrad u. a. unterscheiden.

4.4 Weitere Umweltbelastungen/-risiken

Aufgrund der Vielzahl gehandhabter und gelagerter Chemikalien mit erhöhtem Wassergefährdungspotential kommt dem Grundwasserschutz/Bodenschutz in Galvanikbetrieben eine besondere Bedeutung zu. Entsprechende Auflagen in Hinblick auf Auffangwannen, Überfüllsicherungen, lecksichere Verrohrungen etc. sind daher die Regel. Zur Vermeidung etwaiger Boden- und Grundwasserbelastungen werden bei den Galvanikbetrieben die Auflagen der VAWS durch die Überwachungs- und Genehmigungsbehörden umgesetzt.

5 Risikomanagementmaßnahmen

5.1 Abluft und direkter Kontakt (Arbeitsschutz)

Als Maßnahmen zur Abluftkontrolle sind, je nach Prozess und eingesetzten Prozesslösungen (gebrauchsfertige Zubereitungen) bzw. Einsatzstoffen, Wannrandabsaugungen¹¹ mit technischer Funktionsüberwachung und Raumlüftung Standard. Bei kleineren Anlagen werden die abgesaugten Luftmengen „über Dach“ abgeleitet. Bei größeren Anlagen (=> BVT) kommen Abgasreinigungseinrichtungen zum Einsatz. Es handelt sich dabei um:

- Abluftwäscher mit Füllkörpern und nachgeschaltetem Tröpfchenabscheider
- Abluftwäscher mit verschiedenen Kombination: Cyanid- und Blausäureabscheidung in einem alkalischen Wäscher, Stickoxide und Flusssäure über nachgeschaltete Wäscher, Tropfenabscheider mit vorgelagerter Waschzone

Die zurzeit gültigen Grenzwerte bzgl. des Arbeitsschutzes gelten als eingehalten, wenn die folgende Maßnahmen vorhanden und wirksam sind, wobei zu beachten ist, dass zurzeit ca. 50 % der ehemaligen MAK- Werte und alle TRK- Werte ausgesetzt sind¹².

Technische Maßnahmen

- Wirksame Absaugungen (z. B. Randabsaugung) mit technischer Funktionsüberwachung an allen erforderlichen Behältern, außer beim Spülen und Dekapieren
- Ausreichende technische Raumlüftung (Ausgleich der Luftbilanz, Versorgung der Arbeitsbereiche mit Frischluft)
- Ggf. Einsatz von Elektrolytabdeckungen (Netzmittel)

Organisatorische Maßnahmen

- Absaugschlitze durch Anoden oder Material nicht verdecken
- Einhaltung der vorgeschriebenen Elektrolytparameter nach Angabe in der Produktbeschreibung (Füllstand, Temperatur, Stromdichte etc.)
- Regelmäßige – mindestens jährliche Prüfung der Lüftungstechnischen Einrichtungen im Arbeitsbereich durch einen sachkundigen mit Dokumentation der Prüfergebnisse
- Regelmäßige Reinigung der Absaugkanäle und Absaugschlitze, insbesondere der Entfernungen der Verkrustungen

¹¹ außer bei Spülen und Dekapieren

¹² Sie werden neu überprüft und als toxikologisch begründete bzw. angeleitete Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) eingeführt werden. Hier ist mit einer dramatischen Verringerung der AGW im Vergleich zu den TRK- Werten zu rechnen.

- Tägliche Funktionsprüfung der Absauganlage nach Herstellerangabe

Persönliche Schutzmaßnahmen (wenn erforderlich)

- Säureschutzkleidung, Schutzbrille, Stiefel, Schutzhandschuhe, Gummischürze, Atemschutz/Staubmaske

Weitere kurzzeitig erhöhte Gefahrstoffexpositionen können bei den folgenden Nebenprozessen auftreten:

- Beim Ansetzen von Lösungen
- Beim Ab- und Umfüllen von Elektrolyten sowie Säuren und Laugen, z. B. bei Elektrolytkorrekturen
- Beim Zusetzen staubender Substanzen, z. B. Metallverbindungen
- Bei Reinigungsarbeiten an und in Behältern

Hierbei sollten verfahrenstechnische Maßnahmen zur Minimierung der Exposition verwendet werden, wie:

- Verwenden von Umfüll- und Dosiereinrichtungen
- Einsatz von Fertigansätzen oder Elektrolytkonzentraten
- Fest verlegt Rohrleitungen zu den Behältern
- Vor dem Einstieg in die Behälter gründliche Reinigung und Spülung
- Einhaltung der betrieblichen Anweisung zur unbedingten Benutzung der persönlichen Schutzausrüstungen, wie Handschuhe, Schutzbrillen und Atemschutz/Staubmaske
- Durchführung der Arbeiten nur bei eingeschalteter Absaugung

5.2 Abwasser, Anforderungen aus dem BREF¹³ und nach Abwasser-Verordnung, Anhang 40

Das BREF- Dokument gibt insbesondere zur Standzeitverlängerung der Elektrolyte folgende Maßnahmen und technischen Einrichtungen

- Zur Reduzierung der Verschleppung
 - Öko-Spüle/Kaskadenspüle oder Vorspülen.
 - Filterung zur Reduzierung der Partikelanreicherung
- Zur Reduzierung des Austrags
 - Mehrfachspülen
 - Kaskadenspülung
 - Sprühspülen
 - Weiterverwendung des Spülwasser zum Elektrolytansatz

¹³ BAT, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics, September 2005

Die Schadstofffracht in das Abwasser ist so gering wie möglich zu halten. Als Maßnahmen werden genannt:

1. Zur Verlängerung der Elektrolytstandzeiten soll eine Behandlung von Prozesslösungen mit geeigneten Verfahren wie: Membranfiltration, Ionenaustauscher, Elektrolyse, thermische Verfahren, Koalitions- bzw. Leichtstoffabscheider (sog. Skimmer) durchgeführt werden. Wirkungsvoll sind auch regelmäßige Elektrolytanalysen zur frühzeitigen Erkennung sich entwickelnder Badstörungen/-verunreinigungen
2. Rückhalten von Elektrolytinhaltsstoffen mittels geeigneter Verfahren wie verschleppungsarmer Waretransport, Spritzschutz, optimierte Elektrolytzusammensetzung.
3. Mehrfachnutzung von Spülwasser mittels geeigneter Verfahren wie Kaskadenspülung, Kreislaufspültechnik mittels Ionenaustauscher
4. Rückgewinnen oder Rückführen von dafür geeigneten Elektrolytinhaltsstoffen aus Spülen in die Prozesslösungen
5. Rückgewinnung von EDTA und ihren Salzen aus Chemisch-Kupferelektrolyten und deren Spülen

6 Literatur

Baumann, Werner; Herberg-Liedtke, Bettina: Chemikalien in der Metallverarbeitung. Daten und Fakten zum Umweltschutz, Springer Berlin Heidelberg 1995

Führ, Martin Prof. Dr. et al.: Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Risikominderung für Industriechemikalien nach REACH – Anforderungen an eine Arbeitshilfe für Hersteller, Importeure und Stoffanwender, FKZ 204 67 462/04, Darmstadt/Frankfurt/Köln/Hamburg/Göttingen, September 2005

Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics, September 2005

Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metals Processing Industry, December 2001

Jepsen, Dirk; Winter, Klaus: Kurzexpertise BVT Standard in österreichischen Galvanikanlagen, Hamburg Dezember 2002

OECD Environmental Health and Safety Publications, EMISSION SCENARIO DOCUMENT ON METAL FINISHING, Series on Emission Scenario Documents No. 12: Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development, November 2004

ZVO: Stellungnahme des Zentralverbandes Oberflächentechnik e.V. (ZVO) zum Konsultationsdokument „Registrierung, Evaluierung, Zulassung und Beschränkung von chemischen Stoffen (REACH)“ im Rahmen der von den EU-Generaldirektionen Umwelt und Unternehmen durchgeführten Internet-Konsultation

7 Anhang 1

7.1 Übersicht der relevanten Regelungen zum Arbeitsschutz

7.1.1 Europäische Regelungen:

- EU-RL 67/548/EWG Einstufung, Verpackung, Kennzeichnung von Stoffen (einschl. Änderungen und Anpassungen)
- RL 1999/45/EG Einstufung, Verpackung, Kennzeichnung von Zubereitungen (einschl. Änderungen)
- Sowie weitere 14 Richtlinien zum Thema Kennzeichnung / Verbote

7.1.2 Nationale Regelungen, Staatliches Recht, Gesetze und Verordnungen:

- Gefahrstoffverordnung GefStoffV: Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen - Gefahrstoffverordnung (GefStoffVo vom 23. Dezember 2004)
- Arbeitsschutzgesetz ArbSchG und Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV
- Arbeitsstättenverordnung: Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV, vom 12. August 2004, in Kraft seit 25. August 2004)
- Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Arbeitssicherheitsgesetz - ArbSichG / ASiG vom 12. Dezember 1973)

7.1.3 Technische Regeln, insbesondere

- TRGS 300, Sicherheitstechnik, Technische Regeln für Gefahrstoffe
- TRGS 400 Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Anforderungen
- TRGS 402 Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz
- TRGS 403, Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz
- TRGS 500; Schutzmaßnahmen Mindeststandards
- TRGS 514 Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern
- TRGS 515 Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern
- TRGS 526 Laboratorien
- TRGS 900, Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – „Luftgrenzwerte“

7.1.4 Berufsgenossenschaftliche Schriften, Regelungen und Empfehlungen:

- BGV A1 Grundsätze der Prävention
- BGV A2 "Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit" am Arbeitsplatz
- BGV A4 Arbeitsmedizinische Vorsorge
- BGR 12 Laboratorien
- BGR 121 Arbeitsplatzlüftung - lufttechnische Maßnahmen
- BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen Oberflächenveredelung, Galvanotechnik und Eloxieren, Stand November 2001
- Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Arbeitsplätze mit Arbeitsplatzlüftung (BGR 121, bisher ZH 1/140). Carl Heymanns, Köln 1997
- Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Arbeiten in Behältern und engen Räumen (BGR 117, bisher ZH 1/77). Carl Heymanns, Köln 1989
- Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Einsatz von Schutzkleidung (BGR 189, bisher ZH 1/700). Carl Heymanns, Köln 1994
- Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Benutzung von Hautschutz (BGR 197, bisher ZH 1/708). Carl Heymanns, Köln 2001
- Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Einsatz von Atemschutzgeräten (BGR 190, bisher ZH 1/701). Carl Heymanns, Köln 1996
- Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Arbeitsmedizinische Vorsorge (BGV A 4, bisher VBG 100). Carl Heymanns, Köln

7.1.5 weitere Richtlinien, Schriften, Broschüren etc.

- Gefahrstoffe in der Galvanotechnik und der Oberflächenveredelung. Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln
- VDI-Richtlinie 2262, Blatt 3: Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz, Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe, Beuth, Berlin 1994
- Leitfaden zur Auslegung von Abluftanlagen an Galvanikanlagen. Lenkungsgruppe Umwelt (LGU) im Zentralverband Oberflächentechnik e.V., Hilden
- Merkheft: Reinigen von Behältern (T 006) (ZH 1/79). Carl Heymanns, Köln 1994

Der Betriebsartenschlüssel, der die Branchenzugehörigkeit eines Betriebes beschreibt, dient als primäres Selektionskriterium für Auswertungen der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA14 "Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz" beinhaltet die bei Luftmessungen und bei Materialproben ermittelten Daten

- zum betrieblichen Arbeitsbereich
- zu den Arbeits- und Produktionsverfahren
- zu den Einsatzstoffen

¹⁴ <http://www.hvbg.de/d/bia/fac/mega/index.html>, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz BGIA

- zu den Schutzmaßnahmen
- zur Expositionssituation
- zu den Bedingungen der Probenahme und der Analytik.

am Arbeitsplatz" beinhaltet die bei Luftmessungen und bei Materialproben ermittelten Daten

- zum betrieblichen Arbeitsbereich
- zu den Arbeits- und Produktionsverfahren
- zu den Einsatzstoffen
- zu den Schutzmaßnahmen
- zur Expositionssituation

7.2 Übersicht der relevanten Regelungen zum Umweltschutz

- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC):
Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics (BAT), September 2005
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC):
Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metals Processing Industry (BAT), December 2001
- Wasserrahmenrichtlinie (WRRL¹⁵ = WFD¹⁶)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG): Anforderungen nach § 7a WHG / AbwVO + Anhänge bzw. nach
 - Indirekteinleitervorgaben
 - des Katalogs wassergefährdender Stoffe nach §19 g Abs.5 WHG (VwVwS¹⁷)
- Grundwasserverordnung¹⁸
- Tensidverordnung¹⁹
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG):
 - der Abfallverzeichnis-Verordnung²⁰

¹⁵ Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik („Wasserrahmenrichtlinie“) - (Abl. L 327 v. 22.12.2000, S.0001 – 0073).

¹⁶ Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (“Water frame directive“) (OJ L 327, 22/12/2000, P. 0001 – 0073).

¹⁷ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen vom 17. Mai 1999, BAnz. Nr. 98a vom 29.05.1999.

¹⁸ Verordnung (EG) Nr. 166/2006 vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates, ABl. 2006 Nr. L 33 S. 1 vom 4.2.2006; siehe dazu auch unter www.prrt.de

¹⁹ Verordnung über die Abbaubarkeit anionischer und nichtionischer grenzflächenaktiver Stoffe in Wasch- und Reinigungsmitteln vom 30. Januar 1977, BGBl. I Nr. 9 vom 09.02.1977 S. 244, zuletzt geändert am 4. Juni 1986 durch Artikel 1 der Dritten Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Abbaubarkeit anionischer und nichtionischer grenzflächenaktiver Stoffe in Wasch- und Reinigungsmitteln (BGBl. I Nr. 25 vom 11.06.1986 S. 851).

- Bestimmungsverordnung
- überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung²¹
- Andienungspflicht gem. § 12 Abs.1 HAKA²² ? (bzw. anderes Landesrecht)
- Reststoffverminderung nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG
- Chemikaliengesetz (ChemG)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Abwasserverordnung (Anhang 40)
- 4. BImSchV (Ziffer 3.9 und 3.10)
 - Verwendung in genehmigungsbedürftiger Anlage
 - Störfallrelevanz
 - Emissionsanforderungen
 - BImSchV/TA Luft
 - Immissionsanforderungen
 - BImSchV/TA Luft
- 11. BImSchV, Verordnung EG/166/200623
 - Emissionserklärung

²⁰ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV) vom 10. Dezember 2001, BGBl. I Nr. 65 vom 12.12.2001 S. 3379, zuletzt geändert am 24. Juli 2002 durch Artikel 2 der Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage und zur Änderung von Vorschriften zum Abfallverzeichnis, BGBl. I Nr. 52 vom 29.07.2002 S. 2833.

²¹ Verordnung zur Bestimmung von überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung (BestüVAbfV) vom 10. September 1996, BGBl. I Nr. 47 vom 20.09.1996 S. 1377, zuletzt geändert am 10. Dezember 2001 durch Artikel 2 der Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses, BGBl. I Nr. 65 vom 12.12.2001 S. 3379.

²² Hessisches Ausführungsgesetz zum Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz vom 23. Mai 1997, GVBl. Hessen I Nr. 10 vom 28.05.1997, S. 173, zuletzt geändert am 5. November 2002 durch Artikel 1 des Gesetzes zur Änderung des Hessischen Ausführungsgesetzes zum Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, GVBl. Hessen I Nr. 28 vom 13.11.2002, S. 659.

7.3 Darstellung ausgewählter Prozesse der Galvanik aus Sicht des Verbandes ZVO

Die Elektrolyte zur Herstellung technisch verwendbarer Schichten enthalten zum Teil sehr giftige, aber technisch durchaus beherrschbare Chemikalien wie Chromsäure oder Cyanide. Geeignete alternative Einsatzstoffe stehen nicht zur Verfügung, oder führen zu neuen Belastungen für Mensch und Umwelt. Die erzeugten Oberflächen allerdings sind aber frei von belastenden Substanzen, so dass der Benutzer/Verbraucher keinerlei Kontakt mit diesen Stoffen erfährt. Ausnahme hiervon bilden nur die Korrosionsschutzschichten auf Basis sechswertiger Chromverbindungen, deren Anwendung durch die EU-Richtlinien EOL-V, WEEE, RoHS ab dem 01.07.06 bzw. 01.07.07 weitestgehend eingeschränkt ist.

Durch speziell entwickelte Hartchromdispersionsschichten, wie Chrom-Keramik- oder Chrom-Diamant-Schichten für Kolbenringe lassen sich z.B. heute langlebige Hochleistungs-Dieselmotoren mit geringem Kraftstoffverbrauch herstellen.

Die Leistungsfähigkeit der Branche kann anschaulich am Beispiel der Beschichtung eines Druckzylinders einer Zeitungs- bzw. Bogendruckmaschine dargestellt werden:

Druckzylinder werden aus handelsüblichen, kostengünstigen Gusswerkstoffen hergestellt und weisen typische Abmaße in der Länge mit 1200 mm, im Durchmesser mit 600 mm und einem Stückgewicht von ca. 1000 kg auf. Die technischen Anforderungen an den beschichteten Druckzylinder beziehen sich darauf, dass im Einsatz keine Korrosionserscheinungen und keine geometrischen Veränderungen durch Verschleiß und Abrieb entstehen dürfen. Diese Vorgabe gilt sowohl für die Maßhaltigkeit – nur die Einhaltung der exakten Zylindermaße erlaubt die hohe Rotations- und Druckgeschwindigkeit einer Druckmaschine - als auch für die Mikrostruktur, die so genannte Topographie, der Oberfläche. Zusätzlich darf das zu bedruckende Papier in seinen Eigenschaften hinsichtlich Bedruckbarkeit und Benetzbarkeit durch Verschleiß- und Abriebprodukte von der Zylinderoberfläche nicht negativ beeinflusst werden. Keine dieser elementaren Anforderungen an einen Zylinder in einer Druckmaschine können durch den eingesetzten kostengünstigen Gusswerkstoff erfüllt werden. Aus diesem Grund ist eine nachträgliche galvanische Beschichtung des Gusswerkstoffes erforderlich, die der Zylinderoberfläche alle für den Einsatz wichtigen und somit zu leistenden Eigenschaften verleiht. Im konkreten Fall erhält der Zylinder der Druckmaschine nur durch die galvanisch aufgebraachte Hartchromschicht mit einer Gesamtschichtdicke von 250 Mikrometer - dies entspricht 0,25 Millimeter - alle relevanten technischen Eigenschaften und ist anschließend in der Lage, die abrasiven Beanspruchungen durch die scharfkantigen Papierbögen selbst in millionenfacher Auflage jahrelang zu bestehen. Ein Vergleich der Dimensionen zeigt die ansonsten verborgene Leistungsfähigkeit der galvanischen Beschichtung. So verleihen die oben genannten 0,25 Millimeter Hartchromschichtdicke einem Druckzylinder mit einem Durchmesser von 600 Millimetern alle technischen Eigenschaften wie Verschleiß-, Abriebs- und Korrosionsfestigkeit. Prozentual ausgedrückt bestehen ca. 0,04 % des gesamten Druckzylinder-Durchmessers aus einer Hartchrombeschichtung und diese Zehntel-Promille gewährleisten die Funktionsfähigkeit und Lebensdauer. Die „restlichen“ ca. 99,96 % des Gesamtdurchmessers aus dem Gusswerkstoff gefertigt, stellen „lediglich“ den geometrischen Grundkörper dar. Diese Leistungsfähigkeit, einer von vielen galvanischen Beschichtungsar-

ten, wird zusätzlich durch ihre Wirtschaftlichkeit untermauert; die Galvanotechnik zählt dadurch im Kosten-Nutzen-Verhältnis zu den effektivsten und vielseitigsten Beschichtungs-techniken überhaupt.

7.4 Graphische Übersichtsdarstellung ausgewählter Prozesse der Galvanik²⁴

Siehe pdf-Datei im Anhang

²⁴ "Zur Verfügung gestellt von: C+C Cours GmbH Oberflächen, D-42551 Velbert"