



**Branchenspezifische Checkliste
für die Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter
zur Fortführung des Beratungsprogramms
zur Abfallvermeidung und -verwertung
in Baden-Württemberg**

Galvanisieranlagen

im Auftrag des
Ministeriums für Umwelt und Verkehr
Baden-Württemberg

ABAG-itm GmbH
Stauferstr. 15
70736 Fellbach

Inhaltsverzeichnis

1	ANGABEN ZUM UNTERNEHMEN (TABELLE 1)	3
2	RELEVANTE VERFAHRENSCHRITTE UND ABFALLARTEN	4
3	BERATUNGS-LEITFADEN	6
3.1	Standzeitverlängerung der Prozessbäder	6
3.2	Verringerung von Ausschleppungen	9
3.3	Rückführung von Spülwasser in das Prozessbad	11
3.4	Externe Verwertung von (Halb-)Konzentraten und Galvanikschlämmen	15
3.5	Interne Rückgewinnung von Wertstoffen aus (Halb-)Konzentraten und Spülwässern	17
4	ERGEBNISDOKUMENTATION DER BERATUNG (TABELLE 4)	19
5	ERGEBNISDOKUMENTATION DER BETRIEBLICHEN UMSETZUNG (TABELLE 5)	20
	ANHANG: ÜBERSICHT ÜBER ANFALLENDE ABFALLARTEN	21

1 Angaben zum Unternehmen (Tabelle 1)

Firma:	
Standort:	
Adresse:	
relevanter Produktionsbereich:	
betrieblicher Ansprechpartner:	Herr/Frau
Stellung/Verantwortungsbereich:	
Telefon:	
Telefax:	
E-Mail:	

2 Relevante Verfahrensschritte und Abfallarten

Über das Produktionsspektrum, insbesondere die wesentlichen eingesetzten Verfahrensschritte, kann auf verfahrenstypische Abfallarten geschlossen werden. Sie sollten daher möglichst bereits im Vorfeld bekannt sein.

Tabelle 2 zeigt die eingesetzten Verfahrensschritte (vgl. BG¹, Kap. 2) und die daraus resultierenden Abfallarten (vgl. BG, Kap. 4). Die Reihenfolge der den Verfahrensschritten zugeordneten Abfallarten entspricht deren Bedeutung im Hinblick auf Menge und mögliche Abfallvermeidungs- und -verwertungspotentiale. Im ersten Schritt werden zunächst die bei der Abwasserbehandlung entstehenden Schlämme untersucht, da diese in der Regel die mengenmäßig bedeutendste Abfallart darstellen. Betreibt das betrachtete Unternehmen keine eigene Abwasserbehandlungsanlage, so kann in Tabelle 2 direkt bei den zur eigentlichen Galvanisieranlage gehörenden Verfahrensschritten (Reinigen, Entfetten) eingestiegen werden. Anschließend sind die in den jeweils darauffolgenden Zeilen der Tabelle 2 angegebenen Verfahrensschritte zu betrachten. Die wesentlichen Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung sind für flüssige Abfälle und Galvanikschlamm identisch, so dass für jede nach Tabelle 2 anfallende Abfallart die in Kapitel 3 des Beratungs-Leitfadens aufgeführten Maßnahmen der Reihe nach zu prüfen und ggf. zu dokumentieren sind.

Tabelle 2: Verfahrensschritte und zugehörige Abfallarten in Galvanisieranlagen

Welche Verfahrensschritte werden eingesetzt?	Welche Abfallarten fallen dabei an?
Abwasserbehandlungsanlage <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	metallhaltiger Galvanikschlamm <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 cyanidhaltiger Galvanikschlamm <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 chrom(VI)haltiger Galvanikschlamm <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3
Reinigen, Entfetten (Vorbehandlung) <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	Laugen / Laugengemische <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 cyanidische (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 metallsalzhaltige Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 cyanidische Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3

¹ Branchengutachten "Untersuchung von Galvanisieranlagen" im Rahmen des Beratungsprogramms zur Reststoff- bzw. Abfallvermeidung und -verwertung in Baden-Württemberg, Februar 1997.

Welche Verfahrensschritte werden eingesetzt?	Welche Abfallarten fallen dabei an?
Beizen, Brennen, Dekapieren, Aktivieren, (Vorbehandlung) <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	Säuren / Säuregemische <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 chrom(VI)haltige (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 metallsalzhaltige Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 chrom(VI)haltige Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3
Metallisieren (galvanisch oder außenstromlos) <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	metallsalzhaltige (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 cyanidische (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 chrom(VI)haltige (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 metallsalzhaltige Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 cyanidische Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 chrom(VI)haltige Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3
Passivieren, Chromatieren (Nachbehandlung) <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	metallsalzhaltige (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 chrom(VI)haltige (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 metallsalzhaltige Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 chrom(VI)haltige Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3
Entmetallisieren <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	metallsalzhaltige (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 cyanidische (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 chrom(VI)haltige (Halb-)Konzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 metallsalzhaltige Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 cyanidische Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3 chrom(VI)haltige Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3

3 Beratungs-Leitfaden

Bei der Galvanisierung (in der Regel bestehend aus Vorbehandlung, Metallisierung und Nachbehandlung) fallen vorwiegend verbrauchte Prozesslösungen (Laugen, Säuren, Konzentrate) und Spülwässer als Abfälle an.

In den meisten Fällen werden verbrauchte Prozesslösungen und Spülwässer unmittelbar einer (betriebsinternen) Abwasserbehandlungsanlage zugeführt. Abfallrechtliche Regelungen finden dann erst auf die daraus resultierenden Behandlungsrückstände Anwendung. Maßgeblich für Art und Menge dieser Galvanikschlämme sind wiederum Art und Menge der behandelten Flüssigkeiten.

Es wird daher empfohlen, die in der nachfolgenden Tabelle im Überblick dargestellten Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung in der dort angegebenen Reihenfolge für jedes einzelne Prozessbad zu betrachten.

Priorität	Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung	⇒ Kapitel
1	Standzeitverlängerung der Prozessbäder	3.1
2	Verringerung von Ausschleppungen	3.2
3	Rückführung von Spülwasser in das Prozessbad	3.3
4	externe Verwertung von (Halb-)Konzentraten und Galvanikschlammern	3.4
5	interne Rückgewinnung von Wertstoffen aus (Halb-)Konzentraten und Spülwässern	3.5

Die zur Prüfung bzw. Umsetzung vorgeschlagenen Maßnahmen können in Tabelle 4 "Ergebnisdokumentation der Beratung" summarisch eingetragen werden.

3.1 Standzeitverlängerung der Prozessbäder

Da Abfälle in der Galvanotechnik zum größten Teil aus unbrauchbaren und daher verworfenen Prozessbädern resultieren, ist die Auswahl geeigneter Badpflegeeinrichtungen und deren Betrieb mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen.

Die wichtigste Voraussetzung für eine lange Standzeit der Prozessbäder ist eine regelmäßige analytische Untersuchung der relevanten Betriebsparameter (z.B. einzelne Prozessbadbestandteile, pH-Wert, Temperatur...) und das Einstellen auf die jeweiligen Sollwerte. Nur durch entsprechende Prüfpläne und

eine exakte Dokumentation der Untersuchungsergebnisse sowie der erfolgten Maßnahmen kann die Qualität der einzelnen Prozesse garantiert werden.

Galvanische Metallisierungsbäder verfügen bei Anwendung geeigneter Badpflegemaßnahmen und regelmäßigem "Nachschärfen" mit Frischchemikalien über eine quasi unbegrenzte Standzeit. Alle anderen Prozessbäder (außenstromlose Metallisierungsbäder, Bäder zur Vor- und Nachbehandlung) müssen dagegen aus verfahrenstechnischen Gründen in bestimmten Zeitabständen ausgewechselt werden.

Die begrenzte Standzeit eines Prozessbades kann folgende *Ursachen* haben:

- Eintrag von Schmutz (Öle, Fette, Feststoffe) mit dem Werkstück,
- Eintrag von Verschleppungen aus den vorgelagerten Prozessstufen,
- chemische und/oder biologische Abbauvorgänge im Prozessbad,
- Ausschleppung von Prozesschemikalien.

Die nachfolgend genannten *Phänomene* geben Hinweise auf Verbesserungspotentiale. Soweit diese Phänomene festgestellt werden, sind sie durch Angabe des zugehörigen Prozessbades zu dokumentieren.

Phänomen	zugehöriges Prozessbad
Am Prozessbad sind keine Anlagen zur Badpflege (⇒ Tab. 3.1) angeschlossen. <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Prozessbad angeben	
Die Prüf- und Nachschärfvorgänge am Prozessbad sind unzureichend geregelt oder dokumentiert. <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Prozessbad angeben	
Auf der Prozessbadoberfläche schwimmt Öl (insbes. bei Entfettungsbädern). <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Prozessbad angeben	
Das Prozessbad ist stark getrübt. <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Prozessbad angeben	

Für die dokumentierten Prozessbäder sollten Verbesserungsmaßnahmen geprüft werden.

Tabelle 3.1: Prozessbäder und deren zugehörige Badpflegemaßnahmen zur Standzeitverlängerung

Prozessbad	Badpflegemaßnahme	BG-Kapitel	Investitionen in Anlagen	Randbedingungen/ Bemerkungen
alle Prozessbäder	Kontrolle und Nachschärfen von Wirkstoffen	5.2 5.3	keine	Bei Prozessbädern mit geringer Konzentration (z.B. Blau- oder Gelbchromatierung) macht das Nachschärfen in Einzelfällen keinen Sinn.
Chromelektrolyte	Kationenaustauscher	5.8	mittel	Stabile Harze (Elektrolyt evtl. mit Spülwasser verdünnen).
alle Prozessbäder	Filtration	5.13	gering	Insbesondere im Bereich der Vorbehandlung unbedingt erforderlich.
organikhaltige Prozessbäder (z.B. Nickelbäder, saure Kupferbäder)	Aktivkohle-Filtration	5.14	gering	Nur sinnvoll, wenn nur geringe Mengen organischer Stoffe entfernt werden müssen, so dass die zu entsorgende Aktivkohle-Menge kleiner ist, als die zu verwerfende Prozessbadmenge ohne Anwendung dieser Pflegemaßnahme.
Entfettungen	Mikro-/Ultrafiltration	5.15	mittel	Insbesondere für emulgierende Systeme. Bei demulgierenden Systemen sind preiswertere Lösungen möglich und sinnvoller (Skimmer, Schwerkraftabscheider).
cyanidische Elektrolyte	Kühlkristallisation	5.16	mittel	Nur in Verbindung mit einer hohen Spülwasserrückführquote sinnvoll und wirtschaftlich.
galvanische Nickelbäder (Watts)	selektive Elektrolyse	5.17	gering	Insbesondere bei Trommelware und Hohlteilen sinnvoll und wirtschaftlich.

Maßnahmen

In Tabelle 3.1 sind die in Kap. 5 des Branchengutachtens beschriebenen Badpflegemaßnahmen den Prozessbädern zugeordnet, an denen sie üblicherweise zum Einsatz kommen. Es ist zu prüfen, ob die dort genannten Maßnahmen für den untersuchten Betrieb empfehlenswert erscheinen.

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.2 Verringerung von Ausschleppungen

Je höher der Austrag von Wirkstoffen aus den Prozessbädern in die nachfolgenden Spülstufen ist, um so

- gründlicher muss der nachfolgende Spülvorgang sein,
- größer ist die bei der Abwasserbehandlung anfallende Schlammmenge,
- höher sind die Betriebskosten für Chemikalien, Wasser, Abwasser- und Abfallentsorgung.

Eine weitestmögliche Verringerung dieser Ausschleppungen muss daher schon aus Wirtschaftlichkeitsgründen Ziel eines jeden Galvanikbetreibers sein.

Ursache für eine hohe Ausschleppung kann sein

- schöpfende Geometrie der Ware,
- falsche Anbringung der Ware am Warenträger,
- zu schnelles Ausfahren der Ware aus dem Prozessbad,
- zu kurze Abtropfzeit über dem Prozessbad,
- konstruktive Fehler am Warenträger bzw. an der Trommel,
- zu hohe Wirkstoffkonzentration im Prozessbad.

Die nachfolgend genannten *Phänomene* geben Hinweise auf Verbesserungspotentiale:

- Nein Ja Von den Gestellen bzw. Trommeln fließen beim Überheben in das Spülbad noch erhebliche Flüssigkeitsmengen ab.
- Nein Ja Die Gestellkonstruktion oder Warenaufhängung erschwert ein ungehindertes Ablaufen der Flüssigkeit (z.B. horizontale statt schräge Flächen, direkt übereinander hängende Teile, die aufeinander tropfen).
- Nein Ja Gestellisierungen sind defekt.
- Nein Ja Die Drehung der Trommel wird beim Überheben nicht unterbrochen, um ein ungehindertes Ablaufen der Flüssigkeit zu ermöglichen.
- Nein Ja Die Lochgröße der Trommel ist erheblich kleiner als die Größe der zu beschichtenden Ware.

Wurden (durch Ankreuzen von Ja) Schwachstellen identifiziert, sollten Verbesserungsmaßnahmen geprüft werden.

Maßnahmen

Einige Maßnahmen zur Verringerung von Ausschleppungen und deren Einsatzbereiche sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 3.2: Maßnahmen zur Verringerung von Ausschleppungen an Gestell- und Trommelanlagen

Maßnahme	geeignet für	
	Gestelle	Trommeln
Verlängerung der Abtropfzeit	ja	ja
Optimierung des Drehregimes	nein	ja
Rütteln des Warenträgers	ja	ja, geringe Wirksamkeit
Abblasen über dem Prozessbad	ja	ja, mit Halbschalen
Absprühen über dem Prozessbad	ja	ja, mit Halbschalen
Absaugen in Leerbehälter	nein	ja
Zentrifugieren der Ware	nein, sehr aufwendig	ja
geneigte Abtropfbleche zwischen Prozessbad und erstem Spülbecken	ja	ja

Maßnahme	geeignet für	
	Gestelle	Trommeln
Vermeidung defekter Gestellisolierungen	ja	nein
konstruktive Maßnahmen am Warenträger (z.B. abtropfgerechte Querstreben an Gestellen oder verschleppungsarme Drainagetrommeln)	ja	ja
abtropfgerechte Konstruktion der Ware	ja	ja
abtropfgerechte Anordnung der Ware am Warenträger	ja	nein
Verringerung der Stoffkonzentration in der Prozesslösung	ja	ja
Tensidzugabe	ja	ja
Erhöhung der Prozessbadtemperatur	ja	ja
Vergleichmäßigung der Stoffkonzentrationen in der Prozesslösung	ja	ja

Diese und eine Reihe weiterer Maßnahmen sind auch in Kapitel 5.4 des Branchengutachtens beschrieben. Nachdrücklich hingewiesen sei auf die dort im Abschnitt "Einsatzbereiche" angegebenen technischen und wirtschaftlichen Grenzen dieser Maßnahmen. Es ist zu prüfen, ob die dort genannten Maßnahmen für den untersuchten Betrieb empfehlenswert erscheinen.

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.3 Rückführung von Spülwasser in das Prozessbad

Hat der Warenträger den Rand des Prozessbades überfahren, so wird die noch anhaftende Prozesslösung einschließlich der darin enthaltenen Wirkstoffe in die nachfolgenden Spülstufen eingetragen und dort verdünnt. Eine Rückführung des wirkstoffhaltigen Spülwassers in das zugehörige Prozessbad ist im allgemeinen eine vergleichsweise wirtschaftliche Möglichkeit der Wertstoffrückgewinnung. Wird diese Möglichkeit nicht oder nur unzureichend genutzt, sollten Verbesserungsmaßnahmen geprüft werden.

Da die Wirkstoffe im Spülwasser in verdünnter Form vorliegen, ist für die Rückführung (insbesondere bei kalt arbeitenden Prozesslösungen ohne nennenswerte Verdunstungsverluste) oft eine Änderung der Spültechnik und/oder ein zusätzlicher apparativer Aufwand zur Aufkonzentrierung des Spülwassers (i.d.R. Verdampfer oder Verdunster) erforderlich. Diesem Zusatzaufwand stehen der reduzierte Chemikalienverbrauch bei der Abwasserbehandlung und zum "Nachschärfen" der Prozesslösung sowie verringerte Entsorgungskosten durch den geringeren Schlammanfall gegenüber.

Mit der Ware werden neben den Wirkstoffen immer auch Verunreinigungen aus dem Prozessbad ausgetragen. Da diese bei einer Rückführung des Spülwassers ebenfalls in das Prozessbad zurückgeführt werden, müssen gleichzeitig immer geeignete Badpflegemaßnahmen durchgeführt werden. Eine Rückführung sollte nur bis zu einem Maße durchgeführt werden, bei dem auch bei Anwendung standzeitverlängernder Maßnahmen keine negativen Auswirkungen auf die Prozessstabilität und damit auch Produktqualität auftreten. Im Zweifelsfall ist ein Galvanofachmann zu konsultieren.

Maßnahmen

In Tabelle 3.3 sind die in Kap. 5 des Branchengutachens beschriebenen Maßnahmen aufgeführt, die in Verbindung mit einer Spülwasserrückführung üblicherweise zum Einsatz kommen.

Tabelle 3.3: Maßnahmen zur Spülwasserrückführung

Maßnahme	BG-Kapitel	Investitionen in Anlagen	Randbedingungen/ Bemerkungen
optimierte Spültechnik	5.5	gering	Besonders wirtschaftlich: "Vortauchen" (vgl. BG, S. A102).
Verdunster	5.6	mittel	Besonders vorteilhaft in Verbindung mit Abluftanlage, wird daher häufig an Chrombädern eingesetzt. Problematisch bei tensidhaltigen Medien.
Verdampfer	5.7	mittel	Meist höhere Investitions- und Betriebskosten als bei Verdunstern.

Bei welchen Prozessbädern eine Rückführung aus verfahrenstechnischen und/oder wirtschaftlichen Gründen überhaupt in Betracht kommt, zeigt Tabelle 3.4.

Tabelle 3.4: Verfahrenstechnisch und wirtschaftlich sinnvolle Möglichkeiten der Spülwasserrückführung

Prozessbad	Rückführen zum Ausgleich der Verdunstungsverluste ohne apparativen Aufwand	Rückführen durch Vortauchen (vgl. BG, S. A102) Rückführquote 50 %	Rückführen über Verdampfer / Verdunster Rückführquote > 80 %
Heißentfettung (alk., CN-frei)	ja	nein	nein
Beizen (sauer)	nein	nein	nein
elektrolytische Entfettung	nein	nein	nein
Chrombäder	ja	ja	ja
Cu-Bäder, sauer	nein	ja	Einzelfallprüfung *)
Cu-Bäder, alk., CN-haltig	ja	ja	Einzelfallprüfung *)
Ni-Bäder (elektrolytisch)	ja	ja	Einzelfallprüfung *) (Metallanstieg beachten)
Ni-Bäder (außenstromlos)	nein	nein	nein
Zn-Bäder, sauer	nein	ja	Einzelfallprüfung *)
Zn- Bäder, alk., CN-frei	nein	ja	Einzelfallprüfung *)
Zn- Bäder, alk., CN-haltig	nein	ja	Einzelfallprüfung *)
Passivierung	nein	nein	nein

Anmerkung: Eine Spülwasserrückführung ist nur bei einer Spültechnik nach dem Stand der Technik und bei einer geeigneten Badpflege sinnvoll.

*) Einige Kriterien für diese Einzelfallprüfung sind auf der folgenden Seite des Leitfadens genannt.

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen sind folgende Erkenntnisse aus dem Beratungsprogramm zu berücksichtigen (vgl. BG, S. B22 ff.):

- Die Spülwasserrückführung zählt zu den Abfallreduzierungsverfahren, bei denen die Wirtschaftlichkeit am wahrscheinlichsten ist.
- In allen im Rahmen des Beratungsprogramms betrachteten Fällen erwies sich der Verdunster gegenüber dem Verdampfer als wirtschaftlich vorteilhafter.
- War als Voraussetzung für eine Rückführung zunächst die Umstellung auf eine mehrstufige Spültechnik erforderlich, so verbesserte sich dadurch in keinem der im Rahmen des Beratungsprogramms betrachteten Fälle die Wirtschaftlichkeit der insgesamt durchgeführten Maßnahmen.
- Eine mehrstufige Spültechnik entsprechend dem wasserrechtlichen Stand der Technik führt nicht zwangsläufig zu insgesamt wirtschaftlicheren Abfallreduzierungsmaßnahmen.

Die Empfehlung zum Einsatz von Rückführmaßnahmen sollte immer unter dem Vorbehalt der technischen Anwendbarkeit im Einzelfall erfolgen (vgl. BG, S. B15 ff.), da

- mit dem Spülwasser auch Störstoffe in das Bad zurückgeführt werden, die dessen Standzeit verringern und dadurch sogar zu einer höheren Abfallmenge führen können. Gelingt es nicht, durch geeignete Maßnahmen diese Stoffe wieder zu entfernen, können sich diese darüber hinaus negativ auf die erzeugte Produktqualität auswirken. Eine solche Wirkungsabschätzung übersteigt jedoch den Kompetenzrahmen eines externen Gutachters.
- die thermische Belastung durch das Verdampfer-/Verdunstersystem zu unerwünschten Veränderungen der Prozessbadchemie und damit ebenfalls zu Qualitätsproblemen führen kann. Bei den vielen am Markt angebotenen Elektrolyttypen liegen keine ausreichenden Erfahrungen vor, um den Einsatz thermischer Verfahren unbesehen empfehlen zu können.

Es ist zu prüfen, ob die oben genannten Maßnahmen für den untersuchten Betrieb empfehlenswert erscheinen.

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.4 Externe Verwertung von (Halb-)Konzentraten und Galvanikschlämmen

Die externe Verwertung von (Halb-)Konzentraten und Galvanikschlämmen erwies sich im Rahmen des Beratungsprogramms als die Maßnahme mit dem deutlich höchsten Abfallreduzierungspotential (vgl. BG, Tab. 3.2.1 u. 3.2.2).

Maßgeblich für die externe Verwertbarkeit eines Abfalles ist dessen Gehalt an Wert- und Störstoffen. Die von einigen Verwertern formulierten Annahmekriterien geben hierfür Anhaltswerte. Generell wird bei allen Verwertern eine endgültige Abnahmeentscheidung jedoch erst nach einer - meist im eigenen Labor durchgeführten - Analyse des in Frage kommenden Einsatzstoffes gefällt. Darüber hinaus spielen auch die jährlich anfallende Menge und möglichst geringe Schwankungen in der Zusammensetzung bei der Abnahmeentscheidung eine Rolle.

Verwertungsmöglichkeiten stehen heute insbesondere für die nachfolgend aufgeführten Abfallarten aus der Galvanotechnik zur Verfügung.

<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	edelmetallhaltige Galvanikschlämme
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	kupferhaltige Galvanikschlämme
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	nickelhaltige Galvanikschlämme
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	zinkhaltige Galvanikschlämme
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	chrom(III)haltige Galvanikschlämme
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	blei- oder zinnhaltige Galvanikschlämme
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	Aluminiumhydroxidschlämme
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	Eisenhydroxidschlämme
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	Phosphatierschlämme
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	edelmetallhaltige (Halb-)Konzentrate
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	kupferhaltige (Halb-)Konzentrate
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	nickelhaltige (Halb-)Konzentrate
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	chrom(VI)haltige (Halb-)Konzentrate
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	blei- und/oder zinnhaltige (Halb-)Konzentrate
<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	Aluminiumbeizen

Wenn eine der o.a. Abfallarten im Betrieb vorliegt und diese bislang keiner Verwertung zugeführt wird, ist deren Verwertbarkeit zu überprüfen.

Maßnahmen

Metallurgische Verwertungsverfahren zielen auf eine Rückgewinnung der in den Schlämmen bzw. (Halb-)Konzentraten enthaltenen metallischen Wertstoffe in einer verkaufsfähigen Form. Sie lassen sich in zwei Gruppen unterteilen:

Hydrometallurgische Verwertungsverfahren bestehen meist aus einer Kombination mehrerer nasschemischer Verfahren (z.B. Flüssig-Flüssig-Extraktion,

vgl. BG, Kap. 5.19). Sie sind daher primär zur Verarbeitung flüssiger Rückstände (Konzentrate und Halbkonzentrate) geeignet. Pyrometallurgische, d.h. thermische Verwertungsverfahren (vgl. BG, Kap. 5.18) eignen sich primär für feste und schlammförmige Abfälle wie z.B. Galvanikschlämme.

Die in Kapitel 5.20 des Branchengutachtens aufgeführte Verwerterliste mit den dort genannten Annahmebedingungen ist inzwischen nicht mehr aktuell. Eine umfassende und weitestgehend aktuelle Übersicht über Verwertungsmöglichkeiten bietet das

„Verwerterverzeichnis für Reststoffe aus der Galvanotechnik“
(2. aktualisierte Auflage, Oktober 1997),

zu beziehen zum Preis von 50 DM zzgl. Versand + MwSt. beim

Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V.
Fachverband Galvanotechnik

Stresemannallee 19, 60596 Frankfurt am Main

(Tel.: (069)6302-340, Fax: (069)6302-422, E-Mail: galvano@zvei.de).

Es ist zu prüfen, ob die oben genannten Maßnahmen für den untersuchten Betrieb empfehlenswert erscheinen.

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

Sind erzeugte Galvanikschlämme aufgrund eines zu geringen Wertstoffgehalts nicht unmittelbar verwertbar, sollte geprüft werden, ob die folgenden betriebsinternen Maßnahmen - soweit sie noch nicht durchgeführt werden - für den untersuchten Betrieb empfehlenswert erscheinen.

Nein Ja Weitestgehender Verzicht auf die Zugabe schlammzeugender Flockungsmittel (z.B. Eisen- oder Aluminiumverbindungen) bei der Abwasserbehandlung. Stattdessen Altbeizen als Flockungsmittel verwenden.

Nein Ja Weitestgehender Einsatz von Natronlauge anstelle von Kalkmilch zur Alkalisierung bei der Abwasserbehandlung.

Hierbei ist jedoch unbedingt zu beachten, dass sich diese Maßnahmen unter Umständen negativ auf die Filtrierbarkeit des Fällungsschlammes und/oder auf die Qualität des gereinigten Abwassers auswirken können.

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.5 Interne Rückgewinnung von Wertstoffen aus (Halb-)Konzentraten und Spülwässern

In Fällen, in denen eine direkte Rückführung der Wertstoffe in den Prozess nicht möglich ist, lassen sich diese oft mit speziellen Methoden aus dem Abwasser entfernen und in eine Form überführen, die eine externe Verwertung ermöglicht. Diese "Entfrachtung" des Abwassers führt einerseits zu einer entsprechenden Verringerung der bei der nachfolgenden Abwasserbehandlung entstehenden Schlammmenge, andererseits aber auch zu einem entsprechend geringeren Wertstoffgehalt des Schlammes, was sich negativ auf dessen Verwertbarkeit auswirkt.

Vor Empfehlung einer der nachfolgend aufgeführten Maßnahmen muss daher immer deren Auswirkung auf die Verwertbarkeit des Schlammes untersucht und anschließend das Gesamtergebnis unter ökologischen und wirtschaftlichen Aspekten (z.B. Energie- und Personalaufwand) bewertet werden.

Maßnahmen

Tabelle 3.5 nennt die in Kap. 5 des Branchengutachens beschriebenen Maßnahmen, die zur betriebsinternen Wertstoffrückführung aus Abwasser üblicherweise zum Einsatz kommen.

Tabelle3.5: Maßnahmen zur betriebsinternen Wertstoffrückführung aus Abwasser

Maßnahme	BG-Kapitel	Investitionen in Anlagen	Randbedingungen/ Bemerkungen
Ionenaustausch	5.8	mittel	Verbreiteter Einsatz bei Edelmetallen (Einwegharze). Fallweiser Einsatz bei Kupfer und Nickel (Mehrwegharze mit externer oder interner Regeneration, ggf. Wertstoffrückgewinnung aus Regenerat mittels Elektrolyse).
Kühlkristallisation	5.16	mittel	Seltener Einsatz zur Rückgewinnung von Kupfer und Nickel aus Beiz- und Entmetallisierungslösungen. Externe Verwertung der kompletten Lösung ist oft wirtschaftlicher.
Elektrolyse	5.17	mittel	Wirtschaftlicher Betrieb erfordert möglichst konzentrierte Lösungen (ggf. Verdampfer, Verdunster oder Ionenaustauscher vorschalten). Verbreiteter Einsatz bei Edelmetallen und Kupfer.

Es ist zu prüfen, ob die oben genannten Maßnahmen für den untersuchten Betrieb empfehlenswert erscheinen.

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

4 Ergebnisdokumentation der Beratung (Tabelle 4)

Pos.	Betriebsbereich	mögliche Maßnahme	erwartetes Potential (%) ¹⁾		erwartete Amortisation (Jahre) ²⁾	möglicher Umsetzungszeitraum
			Vermeidung ²⁾	Verwertung ²⁾		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

1) Bezogen auf die insgesamt angefallene Menge bei Vermeidung bzw. auf die beseitigte Menge bei Verwertung, jeweils vor Durchführung der Maßnahme.

2) Sofern diese bereits überschlägig abgeschätzt werden können.

5 Ergebnisdokumentation der betrieblichen Umsetzung (Tabelle 5)

Pos.	Betriebsbereich	Art der Maßnahme	Stand der Maßnahmenumsetzung	erreichte Abfallvermeidung (%) ₁₎	erreichte Afallverwertung (%) ¹⁾	Datum
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

1) Bezogen auf die insgesamt angefallene Menge bei Vermeidung bzw. auf die beseitigte Menge bei Verwertung, jeweils vor Durchführung der Maßnahme.

Anhang: Übersicht über anfallende Abfallarten

Erfassungszeitraum (z.B. Kalenderjahr):

Pos.	Betriebsbereich	Abfallart	EAK	Menge (t/a)	Entsorgungsweg	Entsorgungskosten (DM/a)	Bemerkungen
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							