



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

Lackieranlagen

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 PRODUKTIONSVERFAHREN UND ABFALLARTEN	4
3	BERATUNGS-LEITFADEN	6
3.1	Erschöpftes Kabinenauswaschwasser	7
3.1.1	Standzeitverlängerung	7
3.1.2	Umstellung auf Trockenabscheidung	8
3.2	Lackschlamm	10
3.2.1	Verringerung der Overspraymenge	10
3.2.1.1	Optimierung der Betriebsbedingungen und Handhabung von Spritzeinrichtungen	12
3.2.1.2	Einsatz lacknebelärmerer Spritz-/Sprühverfahren	13
3.2.2	Verminderung des Lackieraufwands	14
3.2.3	Lackkoagulatnutzung	16
3.2.4	Lackrecycling	18
3.2.5	Einsatz abfallarmer, prozessverändernder Beschichtungsverfahren	22
3.3	Halogenfreie organ. Lösemittelgemische, Schmutzverdünner	24
3.3.1	Optimierung des Farbwechsels	24
3.3.2	Verringerung des Spül- und Reinigungsaufwands	25
3.3.3	Destillation verschmutzter Lösemittel zur Erzeugung von Reinigerlösemitteln	26
3.4	Nicht verarbeitete Lackreste und Altlacke	27
3.4.1	Einschränkung der Entstehung nicht verarbeiteter Lackreste	27
3.4.2	Anderweitiger Einsatz von Lackresten	28
3.5	Emballagen und Eisenmetallbehältnisse	29
3.5.1	Umstellung auf Groß-/Mehrweggebinde bzw. Wechselcontainer	29
3.5.2	Abgabe restentleerer Eisenmetallbehältnisse zur Schrottverwertung	30
3.6	Beladene Filtermatten	30
3.7	Konzentrate und Schlämme aus der Reinigung und Haftvermittlung	31
3.7.1	Abwasserarme Vorbehandlung	31
3.7.2	Verwertung von Zinkphosphatschlämmen	33
4	ERGEBNISDOKUMENTATION DER BERATUNG (TABELLE 4)	34
5	ERGEBNISDOKUMENTATION DER BETRIEBLICHEN UMSETZUNG (TABELLE 5)	35
	ANHANG: ÜBERSICHT ÜBER ANFALLENDE ABFALLARTEN	36

1 Angaben zum Unternehmen (Tabelle 1)

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

2 Relevante Produktionsverfahren und Abfallarten

Über die vorhandenen Prozessstufen und Verfahrensschritte beim Lackierprozess kann auf verfahrenstypische Abfallarten geschlossen werden. Sie sollten daher möglichst bereits im Vorfeld bekannt sein.

Der industrielle Lackierprozess lässt sich prinzipiell in folgende Verfahrensschritte systematisch einteilen, die nacheinander durchlaufen werden (siehe Branchengutachten (BG) "Lackieranlagen"¹, in dem insgesamt 93 verschiedene Verfahrensschritte stichpunktartig aufgeführt sind):

- **Vorgeschaltete Verfahrensschritte**
z.B.: Lackiergerechte Fertigung und Bereitstellung der zu lackierenden Werkstücke, Vorbereitung (z.B. Abdecken) und Aufgabe auf das Förderersystem, Oberflächenreinigung und Haftvermittlung (Vorbehandlung), Schleifen und Spachteln sowie spezielle Vorbehandlungsverfahren für Holz- und Kunststoffwerkstücke.
- **Beschichtungsverfahren/Applikation**
z.B.: Mechanisch zerstäubende Spritzverfahren ohne und mit elektrostatischer Lackaufladung, rein elektrostatische Nasslackzerstäubung, sonstige Nasslackierverfahren (z.B. Tauchen, Rollen, Gießen, Walzen etc.), Pulverbeschichten.
- **Nachgeschaltete Verfahrensschritte**
z.B.: Lackfilmtrocknung und Lackfilmhärtung, Qualitätskontrolle und Entlackung. Dieser Bereich wird im Rahmen dieser Beratungscheckliste nicht weiter betrachtet.

Bei jedem Verfahrensschritt können Abfälle entstehen. Im Branchengutachten "Lackieranlagen" sind insgesamt 31 Abfallarten sowie 49 Abfallreduzierungsmaßnahmen aufgeführt und stichpunktartig beschrieben.

Tabelle 2 zeigt die bei der Vorbereitung und Vorbehandlung sowie beim Beschichten in Abhängigkeit von den eingesetzten Verfahren anfallenden Abfallarten. Schwerpunktmäßig werden die Prozessstufen und -bereiche mit den dabei anfallenden Abfällen aufgeführt, zu denen in der Regel praxisgerechte Ansatzpunkte zur Abfall-/Abwasserreduzierung und zur Kosteneinsparung bestehen. Anschließend erfolgt der Einstieg in den Beratungs-Leitfaden (⇒ Kap. 3) anhand der im Betrieb anfallenden Abfallarten über die ihnen in Tabelle 2 zugeordneten Kapitel.

¹ Branchengutachten "Untersuchung von Lackieranlagen" des Beratungsprogramms zur Reststoff- bzw. Abfallvermeidung und -verwertung in Baden-Württemberg; Erarbeitung: Fraunhofer-IPA, Stuttgart; Handbuch Abfall 1, Herausgeber: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, Nov. 1996.

Tab. 2: Verfahren und daraus resultierende typische Abfallarten beim Lackieren

Prozessstufe	Welche Verfahren werden eingesetzt?	Welche Abfallarten fallen an?
vorgeschaltete Verfahrensschritte <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Verfahren und Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	Oberflächenreinigung (Entfetten) <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	halogenfreie organ. Lösemittelgemische bzw. Lösemittel-Wassergemische <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.3.3 Laugen / Laugengemische <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.7 wässrige Konzentrate und Halbkonzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.7 Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.7
	Haftvermittlung (Phosphatieren, Chromatieren, Passivieren) <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	Phosphatierschlamm <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.7 Cr-haltiger Schlamm <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.7 wässrige Konzentrate und Halbkonzentrate <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.7 Spülwässer <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.7
	Primerauftrag <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	erschöpftes Kabinenauswaschwasser <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.1 Lackschlamm <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.2 Schmutzverdünner <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.3
Beschichten, Lackieren <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Verfahren und Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	Spritzlackieren / Nasslackzerstäubung und Nassauswaschung des Farbnebels <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	erschöpftes Kabinenauswaschwasser <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.1 Lackschlamm <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.2 halogenfreie Lösemittelgemische bzw. Lösemittel-Wassergemische, Schmutzverdünner <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.3 Farb- und Lackreste <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.4 Emballagen <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.5
	Spritzlackieren / Nasslackzerstäubung und Trockenabscheidung des Farbnebels <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	beladene Filtermatten <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.6 halogenfreie Lösemittelgemische bzw. Lösemittel-Wassergemische, Schmutzverdünner <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.3 Farb- und Lackreste <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.4 Emballagen <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.5

3 Beratungs-Leitfaden

Vor dem Hintergrund der in der Lackierpraxis vorkommenden Verfahrens- und Prozessvielfalt stellt dieser Beratungs-Leitfaden (Checkliste) eine Orientierungshilfe bei der Beratung von Lackierbetrieben dar, um in einem ersten Schritt bereits relativ schnell praxisorientierte Ansatzmöglichkeiten zur Lackabfallminderung und zur Kosteneinsparung zu identifizieren und die dazu geeigneten Maßnahmen ableiten zu können. Hierzu werden schwerpunktmäßig die Abfallbereiche aus der Lackierzone betrachtet, die in der betrieblichen Lackierpraxis mengenrelevant sind und zu denen in der Regel kosteneinsparende Ansatzpunkte zur Optimierung des Produktionsprozesses und ggf. zur Qualitätsverbesserung bei gleichzeitiger Lackabfallreduzierung bestehen. Dabei sollte gemeinsam mit dem Lackierbetrieb angestrebt werden, möglichst ganzheitliche Problemlösungen zu identifizieren. In der Praxis bedeutet dies meist die Realisierung betriebsinterner Maßnahmen, denen Tests und Versuche unter produktionsähnlichen Bedingungen vorausgehen müssen.

Der Beratungs-Leitfaden ist nach Abfallarten aus der Beschichtungs- bzw. Applikationszone gegliedert und führt über die verschiedenen Ansatzpunkte in die betreffenden Unterkapitel.

Die zu prüfenden Abfallarten sind in Tabelle 2 entsprechend ihrer Abfall- und Abwasserrelevanz in der jeweiligen Prozessstufe aufgelistet.

Die Reihenfolge der zu prüfenden Ansatzpunkte bzw. zu empfehlenden Maßnahmen pro Abfallart zur Reduzierung des Aufkommens und der Kosten erfolgt jeweils nach – in der Regel – aufsteigendem Prüfungsaufwand.

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

3.1 Erschöpftes Kabinenauswaschwasser

Die Nassauswaschung von Lackoverspray aus der Kabinenabluft wird beim kontinuierlichen Anfall größerer Overspraymengen bzw. bei höheren Ansprüchen an die Sauberkeit (Staubbelastung) und Beschichtungsqualität eingesetzt.

Die Entsorgung von erschöpftem Kabinenauswaschwasser erfolgt entweder mittels Saugwagen und externer chemisch-physikalischer Behandlung (CPB-Anlage) oder mittels einer betriebsinternen Abwasserbehandlungsanlage unter Beachtung der Einleitbedingungen des behandelten Abwassers. Die Behandlungsstufen umfassen i.d.R. Sammeln, Koagulation / Flockung / Sedimentation oder Flotation, Schlammabtrennung und Entwässerung, pH-Wert-Korrektur, ggf. Endfiltration und Schlussaustausch. Folgende Ansatzpunkte bestehen zur Abfall-/Abwasserreduzierung:

Priorität	Ansatzpunkte zur Abfall-/ Abwasserreduzierung	⇒ Kapitel
1	Standzeitverlängerung	3.1.1
2	Umstellung auf Trockenabscheidung	3.1.2

3.1.1 Standzeitverlängerung

Die Standzeit des Kabinenauswaschwassers kann prinzipiell durch eine Reihe von Maßnahmen erhöht werden. Dies betrifft im wesentlichen

- die kontinuierliche und bedarfsgerechte Koagulierung,
- den kontinuierlichen Koagulataustrag bei ggf. verringertem Beckenvolumen zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit, um Ablagerungen durch Sedimentation zu vermindern.

Folgende Phänomene können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Starker Fäulnisgeruch des Kabinenauswaschwassers. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Starke Verschmutzung der Gitterroste und der Kabinenwände. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es ist kein Schlammaustragsaggregat vorhanden. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es ist keine eigene Abwasserbehandlungsanlage zur Kabinenauswaschwasseraufbereitung vorhanden. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es ist keine automatisierte Koaguliermitteldosierstation (Pumpe und Koaguliermittelbevorratung) vorhanden. |

Trifft eine der o.g. Feststellungen zu, sollte die derzeitige Standzeit des Kabinenauswaschwassers ermittelt werden.

Wie hoch ist die Standzeit des Kabinenauswaschwassers?Monate.

Orientierungswert: Min. 1 Jahr Standzeit ist i.d.R. möglich.

Wenn die ermittelte Standzeit den o.g. Orientierungswert deutlich unterschreitet, sollten die Ursachen ermittelt werden.

Hauptursachen:

Sedimentierendes Lackkoagulat, das sich am Becken abgelagert hat und nicht ausgetragen wird, führt zur Fäulnisbildung. Dieser Prozess wird durch phosphathaltige Reinigungs- und Spülmedien gefördert. Biozide können nur eine gewisse Geruchsinderung verschaffen und sind relativ teure Verbrauchsmittel.

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | <i>Werden bei einer Kabinenkomplettreinigung Lackablagerungen im Auswaschbecken festgestellt?</i> |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | <i>Wird auch Koaguliermittel zugegeben, wenn nicht spritzlackiert wird bzw. kein Overspray entsteht?</i> |

Wenn mindestens eine der beiden Fragen mit "Ja" beantwortet wurde, sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

Maßnahme

- Bedarfs- und verbrauchsgerechter Koaguliermitteleinsatz und Verminderung des Spritzkabinen-Auswaschwasservolumens (vgl. BG, Kap. 5.6.6).
- Kontinuierlicher Austrag von Lackkoagulaten aus dem Spritzkabinen-Auswaschwasser (vgl. BG, Kap. 5.12.3).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.1.2 Umstellung auf Trockenabscheidung

Die Umstellung der Farbnebelabsaugung von der Nassauswaschung auf die Trockenabscheidung bei der industriellen sowie handwerklichen Lackierung erfordert eine grundlegende Überprüfung des zu betrachtenden Lackierprozesses. Die Umstellung auf die trockene Oversprayabscheidung kann im Rahmen einer Neuinvestition sinnvoll sein. Dabei sollten folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

Voraussetzungen:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Lackmaterialverbrauch bis ca. 10 t/a.
(Bei höherem Verbrauch kann im allgemeinen von relativ häufigen Filterwechseln und damit einhergehenden Produktionsstillstandszeiten sowie entsprechend hohem Personalbedarf zum Filtermattenwechsel ausgegangen werden, so dass die Nassauswaschung gegenüber der trockenen Abscheidung Kosten- und Zeitvorteile hat.) |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Eher handwerklich geprägte, manuelle Lackierung. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Häufige Verarbeitung von Kleinmengen an 2K-Lackmaterial in unterschiedlichen Farbtönen. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die Sauberkeitsanforderungen an die Lackierzone können erfüllt werden. |

Wenn alle vier der oben genannten Voraussetzungen zutreffen, sollte die nachfolgend genannte Maßnahme geprüft werden.

Maßnahme

- Umstellung auf die Trockenabscheidung an Spritzstand-/Kabine in Verbindung mit z.B. (vgl. BG, Kap. 5.11.1)
 - kontinuierlicher Filterreinigung,
 - filterstandzeitverlängernden Maßnahmen (z.B. Prallblech, Lamellen mit Rakel u. dgl.) oder
 - teflonbeschichteten Spezial-Filterssystemen.

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.2 Lackschlamm

Die Nassauswaschung von Lackoverspray aus der Kabinenabluft wird im allgemeinen beim kontinuierlichen Anfall größerer Overspraymengen sowie bei höheren Ansprüchen an die Sauberkeit (Staubbelastung) und Beschichtungsqualität eingesetzt. Bei der Entklebung der Lackfestkörper mittels Koaguliermittel zur Kreislaufführung des Auswaschwassers entsteht Lackkoagulat bzw. Lackschlamm. Der Wassergehalt des Lackkoagulats kann zwischen ca. 30 und 70% liegen. Die Ansatzpunkte zur Lackschlammreduzierung zielen primär ab auf die Verbesserung der Applikationstechnik zur Steigerung der Lackmaterialnutzung sowie zur Minimierung des Lackieraufwands (z.B. durch Nacharbeiten) und auf die betriebsinterne Nutzung von Overspray durch Verfahren zum internen und externen Lackoversprayrecycling. Bei Neuplanungen und Neukonzeptionen sollten ferner abfallarme, prozessverändernde Lackierverfahren in Betracht gezogen werden. Die wichtigsten Ansatzpunkte zur Vermeidung und Verwertung von Lackschlämmen sind:

Priorität	Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung	⇒ Kapitel
1	Verringerung der Overspraymenge	3.2.1
2	Verminderung des Lackieraufwandes	3.2.2
3	Lackkoagulatnutzung	3.2.3
4	Lackrecycling bzw. Lackrückführung	3.2.4
5	Einsatz abfallarmer, prozessverändernder Beschichtungsverfahren	3.2.5

3.2.1 Verringerung der Overspraymenge

Zur Verringerung der Overspraymenge sind die Optimierung des bestehenden Prozesses durch die Verbesserung der Betriebsbedingungen und der Handhabung der Spritzlackiereinrichtung sowie der Einsatz oversprayärmerer Gerätetechnik von maßgeblicher Bedeutung. Bei beiden Ansatzpunkten wird die Erhöhung des Auftragswirkungsgrads angestrebt.

Ja Nein *Ist der Festkörpernutzungsgrad (FKN) bekannt?*

Bei "Ja": *Wie hoch ist der Festkörpernutzungsgrad (FKN) ?%.*

Wenn der Festkörpernutzungsgrad nicht bekannt ist, sind die Hauptursachen der Overspraymenge (⇒ Kap. 3.2.1.1) und die Applikations-/Gerätetechnik (⇒ Kap. 3.2.1.2) zu prüfen. Andernfalls ist zunächst folgende Frage zu beantworten:

- Ja Nein *Wird der branchen- bzw. verfahrenstypische Orientierungswert (siehe nachfolgende Orientierungshilfe) deutlich unterschritten?*

Wenn der Orientierungswert deutlich unterschritten wird, sind Verbesserungen möglich durch

- die Optimierung der Betriebsbedingungen und Handhabung von Spritzeinrichtungen (⇒ Kap. 3.2.1.1)
- und durch die Verbesserung der Applikationstechnik (⇒ Kap. 3.2.1.2).

Orientierungshilfe:

Der Auftragswirkungsgrad ist von einer Reihe von Einflussparametern abhängig (z.B. Werkstückgeometrie, Handhabung der Spritzgeräte, Einstellung und Überwachung der Parameter). Im BG "Lackieranlagen" sind für die einzelnen mechanisch zerstäubenden Lackierverfahren neben den technischen Einsatzbereichen und Qualitätsniveaus auch die typischen Festkörpernerutzungsgrade als Orientierungswerte angegeben (vgl. BG, Seite A 12 und A 13).

Die Effizienz der Lackausnutzung beim Spritzen / Zerstäuben lässt sich allgemein mit Hilfe des Lackauftragswirkungsgrads am besten beurteilen und zwar als Verhältnis von tatsächlich auf den Werkstückoberflächen aufgetragenem zu verspritztem bzw. verarbeitetem Lackmaterial. Dabei ist zu unterscheiden zwischen folgenden Angaben von "Auftragswirkungsgraden":

- Beschichtungswirkungsgrad,
- Lacknutzungsgrad,
- Festkörpernerutzungsgrad (FKN).

Der Festkörpernerutzungsgrad (FKN) hat die größte Aussagekraft, weil bei der Berechnung der Lösemittelanteil des verarbeitungsfertigen Lacks, der bei der Filmbildung entweicht und daher für die eigentliche Oberflächenbeschichtung nicht genutzt wird, nicht mit einfließt.

$$FKN = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%$$

mit

m_1 : Während des Beschichtungsvorgangs verspritzte oder verarbeitete Lack-Festkörpermasse in kg,

m_2 : Auf dem Werkstück abgeschiedene Lack-Festkörpermasse (trockene Lackschicht) in kg.

Abhängig von Lackierverfahren, Werkstückgeometrie, Flächengröße, Lackierpersonal und Umgebungsbedingungen kann der Festkörpernerutzungsgrad in einem relativ großen Bereich liegen. Der Festkörpernerutzungsgrad kann bei mechanischen Spritztechniken in folgenden Bereichen liegen:

Ca. 5% bei besonders ungünstigen Verhältnissen (Minimalwert), ca. 40 - 70% bei großflächigen Teilen, ca. 60 - 90 % bei großen Flächen.

Bei elektrostatischen (automatischen) Verfahren können Werte im Bereich von ca. 85 bis 99% erreicht werden.

Der Festkörpernutzungsgrad kann ermittelt werden z.B.:

- überschlägig: Das Festkörperverhältnis aus der eingekauften (verarbeiteten) Jahreslackfestkörpermenge abzüglich der entsorgten Lackfestkörperabfallmenge dividiert durch die eingekaufte (verarbeitete) Jahreslackfestkörpermenge.
- messtechnisch: Lackverbrauchsmessungen (z.B. mittels Volumendurchflussmengenmesser unter Berücksichtigung der Dichte und des Festkörperanteils) pro beschichteter Oberfläche dividiert durch das verarbeitete Lackfestkörpergewicht.
- messtechnisch: Lackverbrauchsmessung (z.B. mittels Differenzwägung; Gewichtszunahme einer z.B. lackierten Alufolie, die über das Werkstück gespannt ist, dividiert durch das verbrauchte (verarbeitete) Lackgewicht).

3.2.1.1 Optimierung der Betriebsbedingungen und Handhabung von Spritzleinrichtungen

Die Spritzleinrichtungen sollten so eingestellt und genutzt werden, dass Lackverluste durch Overspray von vornherein möglichst minimiert werden. Dies betrifft die Positionierung der zu lackierenden Werkstücke, die Warenträgergestaltung und die applikationstechnischen Parameter.

Folgende Phänomene können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Der Lackierer muß sich "bücken oder strecken", um die Werkstückflächen sowie Ecken, Kanten und Hinterschneidungen lackieren zu können. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die Kabinenwände sind stark verschmutzt. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Der Lackierer arbeitet immer mit demselben Sprühstrahl, auch bei verschiedenen Werkstückgeometrien. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Bei elektrost. Lackierverfahren: Die Kontaktstellen Werkstück-Warenträger sind beschichtet, eine einwandfreie Masseverbindung ist deshalb nicht vorhanden. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Bei Hubautomaten: Es ist keine Anpassung des Hubs und der Pistolenein- und -ausschaltung an die zu beschichtende Werkstückgeometrie erkennbar. |

Wenn eine der oben genannten Feststellungen zutrifft, sollten die nachfolgend genannten Hauptursachen geprüft werden.

Hauptursachen:

Die Lackverluste durch Overspray entstehen neben dem Vorbeispritzen und der Beschichtung von z.B. gitterartigen Teilen durch Einstellungen und Handhabungen der Geräte, die verbessert werden können. Diese sind z.B.

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | zu großer Abstand zur Oberfläche, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | keine Anpassung des Sprühstrahls und –winkels zur Fläche, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | keine Hubverstellung vorhanden, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | keine Geräteausschaltung vorhanden, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | zu hoher Luft- und Lackförderdruck, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | ungünstige Positionierung der Teile, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | zu hohe Luftströmung in der Kabine, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | keine Anpassung der Spritzstrahlbreite und –bewegung an die Werkstückgröße und -geometrie, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | keine Kontrolle der Überwachung und der Anpassung prozesstechnischen Lackierparameter. |

Anmerkungen:

Wenn mindestens eine der oben genannten Feststellungen zutrifft, sollten die nachfolgend genannten Maßnahmen geprüft werden.

Maßnahmen

Durch optimierte Handhabungen der Spritz- und Sprüheinrichtungen können zwischen 5 und 15% des anfallenden Oversprays verringert werden (Potentialabschätzung anhand von Erfahrungswerten, vgl. BG, Kap. 5.5).

- Schulung der Lackierer / Mitarbeiter,
- Verbesserung der Positionierung und der Warenträgergestaltung (vgl. BG, Kap. 5.5.1),
- Optimierung der Lackeinstellung (vgl. BG, Kap. 5.5.2),
- Verbesserung der Einstellung und Handhabung von Applikationseinrichtungen (vgl. BG, Kap. 5.5.3),
- Optimierung der Lufteigenschaften (vgl. BG, Kap. 5.5.4),
- Überwachung des Lackierprozesses (vgl. BG, Kap. 5.5.5).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.2.1.2 Einsatz lacknebelärmerer Spritz-/Sprühverfahren

Gegenüber konventionell zerstäubenden Spritztechniken wird mit dem Einsatz lacknebelärmerer Spritz- und Sprühverfahren das Ziel verfolgt, gegenüber der Ausgangssituation durch die Gerätetechnik mit lacknebelärmeren Spritz- und Sprühverfahren den Auftragswirkungsgrad zu erhöhen. Dabei müssen neben der Erhöhung des Auftragswirkungsgrads die Aspekte gleichbleibende Lack-

filmqualität und Flächenleistung (Durchsatz) sowie Schulungs- und Einführungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Folgende Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Der Betrieb setzt ausschließlich Hochdruck-Druckluft-Spritzpistolen zur Lackierung ein. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die Overspraymenge beim Spritzen oder Sprühen ist erheblich. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Kleinere Ausbesserungsarbeiten (z.B. bei Strukturlackierungen) werden mit Spritzpistolen durchgeführt. |

Trifft eine der o.g. Feststellungen zu, sollten die nachfolgenden Maßnahmen geprüft werden.

Maßnahmen

Abhängig von dem zu betrachteten Werkstückspektrum, der Teilegröße, dem Durchsatz und den betrieblichen Gegebenheiten kann in einem ersten Schritt im Rahmen einer Potentialabschätzung zu dieser Maßnahme (vgl. BG, Kap. 5.4.1) auf der Basis von Erfahrungswerten von einer mittleren Erhöhung des Auftragswirkungsgrads bis 15 % (bei Einzelfällen bis 30%) gegenüber der Ausgangslage ausgegangen werden.

- HVLP-Technik anstelle Hochdruck-Druckluftspritzen (z.B. bei der Autoreparaturlackierung, Holzmöbellackierung, allgemeinen industriellen Lackierung).
- Elektrostatikunterstütztes Airless-, Druckluftsprühen oder Hochrotationszerstäubung anstelle von konventionellem Spritzlackieren.
- Einsatz rein elektrostatischer Zerstäubungsverfahren (z.B. Scheibe bei der Fahrradrahmenlackierung).
- Durchführung von Vorversuchen im Labor- und Technikumsmaßstab zur Beurteilung der Machbarkeit und Effektivität.
- Schulung der Lackierer/Mitarbeiter.
- Manuelles Rollen (m. Walze) oder Streichen (m. Pinsel) bei Ausbesserungsarbeiten (z.B. im Apparatebau).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.2.2 Verminderung des Lackieraufwands

Die Verminderung des Lackieraufwands stellt einen prinzipiellen Ansatzpunkt dar, der die Vereinfachung des Lackierprozesses bzw. die Verminderung der Anzahl der Verfahrensschritte oder der Anzahl der zu beschichtenden Werkstücke zur Folge hat. Die zentrale Frage bei der Prüfung dieses Ansatzpunkts ist, ob ein bestimmtes Werkstück oder eine Oberfläche mit dem betrachteten Verfahren lackiert werden muss. Bei der Analyse dieses Bereichs müssen insbesondere die einzelnen Bauteile der Produkte betrachtet werden.

Orientierungshilfe / Beispiele:

Die Lackierung sollte zielgerichtet bei Werkstücken eingesetzt werden, die auf Grund werkstückspezifischer Vorgaben an Oberfläche, Dekorativität und Korrosionsschutz beschichtet werden müssen. Die Umsetzbarkeit dieser grundsätzlichen Maßnahme hängt wesentlich von der Akzeptanz der Abnehmer und von Qualitätskriterien ab. Folgende Überlegungen sind beispielsweise für Produkte und Bauteile in Betracht zu ziehen:

Bei Blechen:

Können vorbeschichtete Halbzeuge (z.B. vorbeschichtetes Bandmaterial) eingesetzt werden um die betriebsinterne Beschichtung (z.B. Grundierung) zu vermeiden bzw. einzusparen?

Bei Bauteilen:

Kann die Lackierung bestimmter Teile (z.B. als Einbauteil) vermieden werden durch konstruktive Abänderung der Abdeckung, Produktverkleidung oder andere Werkstoffe?

Kann die erforderliche Schichtdicke verringert werden durch eine verbesserte Teilebereitstellung mit geringeren Rauigkeiten?

Können andere, unlackierte Werkstoffe die gestellten Korrosionsanforderungen erfüllen?

Kann mit einer einschichtigen Pulverlackierung der Mehrschichtaufbau beim Nasslackieren ersetzt werden?

Folgende Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es werden Werkstücke (z.B. Träger, Stützen, Verstreben o. dgl.) lackiert, die beim Endprodukt nicht sichtbar sind (z.B. Rückseiten, Innenräume, verkleidete Flächen). |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | An die zu lackierenden Teile werden keine oder geringe Korrosionsanforderungen gestellt. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | An die zu lackierenden Teile werden keine spezielle optische Anforderungen gestellt. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die Bauteile könnten alternativ auch mit einer selbstklebenden Folie oder einem Farbpunkt versehen werden. Auch eine neue Gestaltung (z.B. eingefärbtes Kunststoffteil) wäre denkbar. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die zu lackierenden Teile (Rohlinge) haben große Oberflächenrauigkeiten. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die zu lackierenden Teile werden in mehreren Arbeitsschritten mehrschichtig lackiert. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Mehrere bereits fertig lackierte Teile werden angeschliffen und nochmals lackiert. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Sonstiges: |

Wurde mindestens einer der o.g. Sachverhalte mit "Ja" bestätigt, sollten die nachfolgenden Maßnahmen geprüft werden.

Maßnahmen

- Verminderung des Lackieraufwands (vgl. BG, Kap. 5.2) z.B. durch
 - Verminderung der zu lackierenden Flächen,
 - Verminderung des Vorbeschichtungsaufwands (Grundierung-, Primerauftrag),
 - Minimierung von Lackschichtausbesserungen,
 - Vermeidung von Überbeschichtungen.
- Umstellung auf die Pulverbeschichtung (vgl. BG, Kap. 5.7.3).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.2.3 Lackkoagulatnutzung

Abhängig von der Qualität und Zusammensetzung können in manchen Fällen Lackkoagulate nach einer externen Behandlung zur rohstofflichen/energetischen Nutzung des Materials (meist als getrocknetes, gemahlenes Lackgranulat) weiterverwendet werden. Die Zielgrößen der dahinterstehenden Entsorgungsverfahren sind in der Regel die Nutzung des Kohlenstoff-/Wasserstoffanteils und des Heizwertes der Lackkoagulate bzw. des daraus durch Vorbehandlung/Trocknung erzeugten Granulats. Zu nennen sind Verfahren wie die Zudosierung getrockneter und gemahlener, zum Teil auch brikettierter Materialien in den Hydrier- oder Hochofenprozess, in Zementwerke, in Ziegelwerke und Verbrennungsanlagen.

Orientierungshilfe:

Bei den Anlagen zur rohstofflichen/energetischen Nutzung von Lackkoagulaten handelt es sich bislang um einzelne Anlagen in der BRD. Die technischen Annahmebedingungen sind in der Regel durch die Schwermetallgehalte, die Chloridkonzentration und den Heizwert bestimmt. Die Höhe der Entsorgungspreise ist im allgemeinen vergleichbar mit den Preisen für die Entsorgung mit konventionellen Entsorgungsverfahren/-anlagen. Die länderspezifische Andienungspflicht für Sonderabfälle zur Beseitigung muss beachtet werden. In Baden-Württemberg sind Mischlack-Koagulate (d.h. Koagulate, die aus der Verarbeitung von Wasserlack und Lösemittelack in einer Kabine mit Nassauswaschung entstehen) besonders überwachungsbedürftige Abfälle. Diese Entsorgungsoptionen für Lackkoagulate haben keine Veränderung des eigentlichen Lackierschrittes zur Folge; die Koagulierung muss gegebenenfalls modifiziert werden. Diese Maßnahme hat keinen Einfluss auf die Qualität der Beschichtung.

- Ja Nein *Werden die anfallenden Lackkoagulate bereits extern verwertet?*

Bei "Ja" besteht kein weiteres Verwertungspotential.

Bei "Nein" sollten die nachfolgenden Phänomene und Sachverhalte geprüft werden.

Folgende Phänomene und Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- Ja Nein In einem Sammelcontainer werden Lackkoagulate gemeinsam mit weiteren Abfällen aus dem Bereich der Lackerei (z.B. Abdeckmaterial, Dosen, Kehrricht etc.) zur Entsorgung bereitgestellt.
- Ja Nein Lackkoagulate werden nicht sortenrein erfasst und aus dem Auswaschwasser ausgetragen.
- Ja Nein Lackkoagulate werden nicht in ASP-Wechselcontainern gesammelt.
- Ja Nein Es wurden Tests mit dem anfallenden Lackkoagulat zur externen weiteren Nutzung durch spezialisierte Entsorgungs-/Verwertungsbetriebe durchgeführt; die Versuchsergebnisse waren positiv/erfolgsversprechend.

Wenn mindestens einer dieser Phänomene bzw. Sachverhalte zutrifft, sollten Möglichkeiten zur Verwertung bzw. weiteren rohstofflichen oder energetischen Nutzung geprüft werden.

Maßnahmen

- Verwertungsprüfung anhand einer repräsentativen Lackkoagulatprobe beim Entsorger bzw. Betreiber der Verwertungsanlage.
- Nutzung getrockneter und gemahlener Lackkoagulate (Granulate) z.B. (vgl. BG, Kap. 5.10)
 - als Zuschlagsstoff (vgl. BG, Kap. 5.10.7),
 - im Hochofenprozess (vgl. BG, Kap. 5.10.8),
 - zur energetischen Nutzung (vgl. BG, Kap. 5.10.9).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.2.4 Lackrecycling

Zur Rückführung von Lackoverspray in den Lackierprozess stehen heute mehrere Verfahrensprinzipien zur Verfügung, die alle ihre spezifischen Einsatzbereiche und -grenzen haben. Zum Lackrecycling können folgende Systeme gezählt werden:

- Internes Nasslackoverspray-Recycling für Spritzkabinen und Spritzstände (z.B. lackbeflutete Kabine, gekühlte Fläche, Ultrafiltration, umlaufende Fläche und Verfahrenskombinationen daraus),
- internes Nasslackoverspray-Recycling für Flächenspritzautomaten bei der Flachteilebeschichtungen (z.B. lackbeflutete Kabine, gekühlte oder umlaufende Fläche oder spezielle Gurtbänder),
- internes Recycling von Pulverlackoverspray bei der Pulverbeschichtung (z.B. Zyklon, Filterband, Wechselfilter; wird im Folgenden nicht weiter behandelt),
- spezielle externe Aufarbeitung sortenreiner, organ. lösemittelhaltiger 1K-Lackkoagulate (z.B. Envilack-Verfahren, Recoat-/Repaint-Verfahren) zur Erzeugung von Recyclinglacken oder zur Rückgewinnung von Lackkomponenten (Bindemittelkonzentrate).

Orientierungshilfe:

Die nachfolgenden Übersichten 1 und 2 zeigen die mittlerweile praxiserprobten Verfahren zum innerbetrieblichen Lackoverspray-Recycling und ihre Einsatzbereiche in den einzelnen Produktionsbranchen (Quelle: Infoschrift "Innerbetriebliches Lackoverspray-Recycling", Herausgeber: ABAG-itm GmbH, Stand: 11/1997). Ferner sind in der Übersicht 3 die anwendungstechnischen (z.B. bzgl. Lacksystem, Applikations- und Anlagentechnik) und in Abbildung 1 die wirtschaftlichen Bereiche der internen Verfahren zum Lackrecycling als Planungs- und Orientierungshilfe dargestellt.

Bei den innerbetrieblichen Recyclingverfahren kann sich demnach ein wirtschaftlicher Vorteil (Amortisationszeit ca. 2 Jahre) abhängig vom Lackeinkaufspreis bereits ab einer anfallenden Nasslackoverspraymenge in der Größenordnung von 5 bis 7 t/a ergeben.

Zur externen Aufarbeitung lösemittelhaltiger 1K-Materialien ist eine sortenreine und lackmaterialspezifische Erfassung sowie ein Koagulataustrag von mindestens 10 Tonnen pro Jahr erforderlich.

Die Verarbeitung lösemittelreduzierter und gleichzeitig aufarbeitbarer Lackmaterialien (d.h. in der Regel 1K-Lacksysteme) hat sich bislang nur in relativ geringem Umfang in der industriellen Lackierung durchgesetzt. Auf der technischen Seite stellen häufige Farbton- und Lackwechsel pro Lackierzone die wichtigsten Einschränkungen dar.

Folgende Phänomene und Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Der Betrieb plant die Umstellung auf die Verarbeitung von Wasserlackmaterial, Pulverlack oder strahlenhärtenden Lackmaterialien. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Der Betrieb verarbeitet in einer Kabine konstant und ausschließlich dasselbe Lackmaterial (z.B. Klarlackbeschichtung oder Grundierung oder 1-Schichtlack) und es ist keine Anlage zur direkten Oversprayrückgewinnung vorhanden. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die getrennte Verarbeitung von Lacksystemen pro Kabine zur Erzeugung sortenreiner Koagulate wurde mit positiven Ergebnissen untersucht. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Mischlacke könnten für anderweitige Beschichtungen (z.B. als Grundierung, zur Beschichtung farbtunabhängiger Rückseiten oder nicht sichtbarer Innenflächen) betriebsintern genutzt werden. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | In der betrachteten Lackierzone könnten Mittel- bis Großserien mit demselben (lösemittelreduzierten und aufarbeitbaren) Lackmaterial verarbeitet werden. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es fallen jährlich mehr als 5 Tonnen Overspray aus der Verarbeitung von 1K-Wasserlacken oder von UV-Lacken pro Lackierzone an. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es entstehen jährlich insgesamt etwa 10 t sortenreines Lackkoagulat aus der Verarbeitung von 1K-Lösemittellack. |

Trifft eine der o.g. Feststellungen zu, sollten Möglichkeiten zum internen/externen Oversprayrecycling geprüft werden.

Maßnahmen

- Einführung aufarbeitbarer und recyclingfähiger Lacksysteme (vgl. BG, Kap. 5.7).
- Stoffliche Rückgewinnung des Lackoversprays / Lackrecycling (vgl. BG, Kap. 5.8).
- Stoffliche Rückgewinnung von Lackkomponenten aus 1K-Lackkoagulat (vgl. BG, Kap. 5.10.4).
- Rückgewinnung von 2K-Lackkomponenten durch Reaktionsblockung (vgl. BG, Kap. 5.10.5).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

Übersicht 1: Einsatzbereiche der Recyclingverfahren bei **Spritzkabinen/Spritzständen**

Verfahren	gekühlte Auffang-Fläche	mit Lack beflutete Kabine	rotierende Auffang-Säule	schnellumlaufendes L-Band	Ultrafiltration
Kriterium					
Overspray-Rückgewinnungsrate (η);	ca. 60 - 90 %	ca. 90 – 95 %	ca. 70 - 90 %	ca. 60 – 90 %	ca. 85 - 97 %
Realisierung in folgenden Branchen: <ul style="list-style-type: none"> • Möbelindustrie / Holz verarbeitende Industrie • Bauindustrie und Handwerk • Straßenfahrzeugbau, Kfz-Zuliefererindustrie • EBM-Industrie 	+	+	+	+	+
Beschichtungsstoff: 1K-Wasserlack (luft/ofentrocknend, Einbrennlack, strahlenhärtend)	+	+	+	+	+

Übersicht 2: Einsatzbereiche der Recyclingverfahren bei der **Flachteilebeschichtung** mit i.d.R. Flächenspritzautomaten

Verfahren	gekühlte Auffangfläche / Wanne	Gurtband/Ringraket	schnellumlaufendes Band
Kriterium			
Overspray-Rückgewinnungsrate (η);	ca. 70 – 95 %	ca. 65 - 90 %	ca. 60 – 85 %
Realisierung bei der <ul style="list-style-type: none"> • Möbelindustrie / Holz verarbeitende Industrie • Bauindustrie • EBM-Industrie 	+	+	+
Beschichtungsstoffe: (Beizen, Lasuren, Lacke)			
-1K-organ. lösemittelhaltig	-	+	+
-1K-wässrig	+	+	+
-2K-organ. lösemittelhaltig	-	0/+	0/+
-2K-wässrig	0/+	0/+	0/+
-UV-Lacke (wässrig oder lösemittelhaltig)		+	+

Übersicht 3: Anwendungstechnischer Vergleich der Verfahren zum Lackrecycling

Charakterisierung des Lack-Kreislaufs		direkte, betriebsinterne Lackrückgewinnung, innerbetriebliches Lackoverspray-Recycling					Lackrückgewinnung in Kombination mit externer Aufarbeitung	
		mit Lack beflutete Spritzkabine	gekühlte Auffangfläche	rotierende Auffang-Säule	Auffangsysteme bei Flächen-Spritzautomaten	Ultrafiltration	trocken abscheidende Systeme	spezielle Lackkoagulat-aufarbeitung
Verfahren		Kriterium						
einsetzbare Lacksysteme	1K-Wasserlacke	+	+	+	+	+	+	-/0
	1K-Lösemitellacke	-	-	-	+	-	-/0	+
	2K-Lacke	-	0 ¹⁾	-	0 ¹⁾	-	-	- ₂₎
Farbwechsel ³⁾	Farbwechsel möglich	-	+	+	+	+/0	-	keine Bewertung
	Aufwand	sehr hoch	niedrig	niedrig	niedrig	niedrig bis hoch	sehr hoch	
einsetzbare Spritz- und Sprühverfahren	Spritzen ohne Elektrostatik	+	+	0 ⁴⁾	+	+	+	+
	Sprühen mit Elektrostatik	+	+	+	0 ⁵⁾	+	0 ⁵⁾	+
	manuelle Arbeitsweise ⁶⁾	+	+	0	0	+	+	+
Recyclataufarbeitung für direkten Wiedereinsatz	intern durchführbar ohne bedeutenden Aufwand	+	+	+	+	+/0	-	-
Realisierbarkeit der Overspray-Recyclinganlage	Nachrüstbarkeit	-	+	0/+	+	0/+	-	+
	in Spritzboxen für kleine bis mittelgroße Werkstücke	+	+	+	+ ⁷⁾	+	+	+
	in Spritzkabinen für große Werkstückgeometrien	-	-	-	-	+	0 ⁸⁾	+

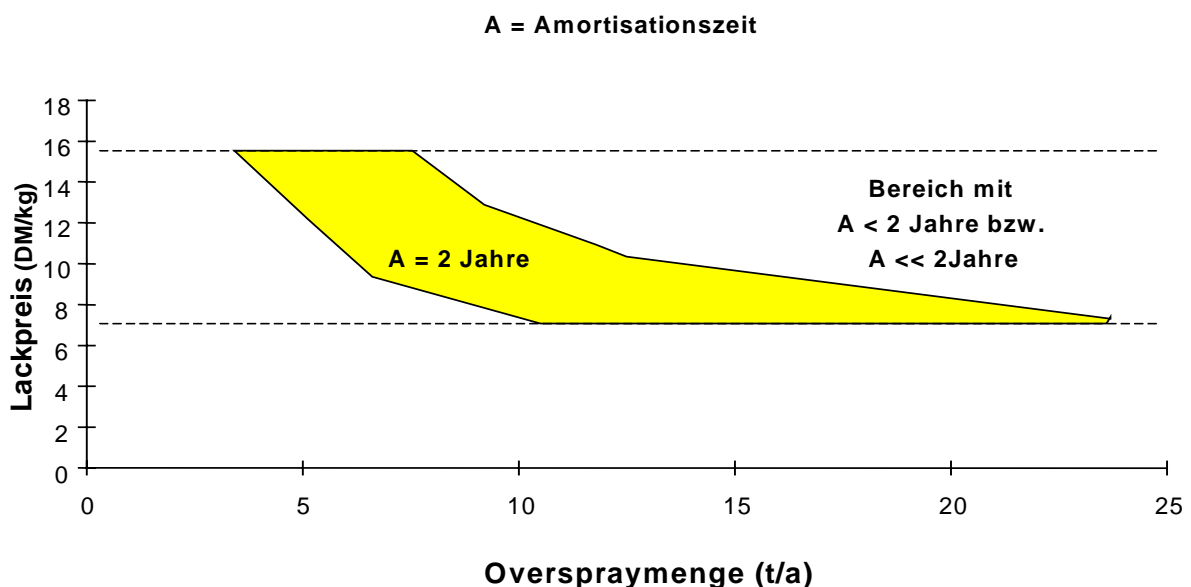
- 1) Bei langen Topfzeiten bzw. Verlängerung der Topfzeit durch Kühlung des Overspray-Lacks sowie bei "schneller" Rückgewinnung sind die Verfahren bedingt möglich.
- 2) Im Labormaßstab möglich: Bindemittelrecycling von organ. lösemittelhaltigen 2K-PUR-Lacken durch Zugabe eines Blockierungsmittels zum Koagulat, dadurch Überführung des 2K-Systems in ein lagerstabiles 1K-System.
- 3) Bei allen Rückgewinnungsverfahren grundsätzlich möglich, wenn die verschiedenen Farben vermischt aufgefangen werden und eine innerbetriebliche Verwendung für den Mischlack besteht.
- 4) Anwendung in der Regel nicht sinnvoll, da die Oversprayabscheidung auf der rotierenden Säule zu gering ist.
- 5) Teilweise Einschränkungen für elektrostatischen Betrieb bei zu engen Spritzräumen.
- 6) Besondere Personalschulung erforderlich.
- 7) Nur für Flachteile geeignet.
- 8) Derzeit laufende Neuentwicklungen.

Legende:
 + :In den meisten Anwendungsfällen möglich.
 0 :Bedingt möglich.
 - :In der Regel nicht möglich bzw. nicht sinnvoll.

In Abbildung 1 sind die wirtschaftlichen Einsatzbereiche der Recyclingverfahren für Spritzstände und -kabinen dargestellt.

Innerhalb des markierten Flächenbereichs liegen in aller Regel die 2-Jahres-Amortisationszeiten der innerbetrieblichen Verfahren mit ihren praxisrelevanten, verfahrensspezifischen Overspray-Rückgewinnungsraten in Abhängigkeit vom Lackeinkaufspreis und der insgesamt anfallenden Overspraymenge. Geht man bei konstantem Lackpreis und steigender Overspraymenge über den rechten Rand der markierten Fläche hinaus, sind die jeweiligen Amortisationszeiten aller betrachteten Verfahren kleiner als zwei Jahre bzw. verfahrenabhängig bereits deutlich kleiner als zwei Jahre. Die Investitionskosten für die Lackierkabine (Basisausstattung) sind nicht berücksichtigt.

Abbildung 1: Wirtschaftliche Einsatzbereiche der Verfahren zum innerbetrieblichen Lackoverspray-Recycling (Planungs- und Orientierungshilfe)



3.2.5 Einsatz abfallarmer, prozessverändernder Beschichtungsverfahren

Mit lackverlustarmen Beschichtungsverfahren lassen sich gegenüber der herkömmlichen Spritzlackierung grundsätzlich ökologische und wirtschaftliche Vorteile erzielen. Zu abfallarmen Beschichtungsalternativen zählen z.B. das konventionelle Tauchen und das Elektrotauchlackieren, Walzen, Gießen, Fluten, Vakuumbeschichten, Trommeln, Pulverbeschichten, die Folientechnik u. dgl.. Gegenüber der betrieblichen Ausgangslage bedingen diese Alternativen meist Prozessveränderungen in der Fertigungstechnik. Diese Verfahren sollten daher insbesondere bei Neuplanungen unter Berücksichtigung der Lackieraufgabe (Werkstück- und Produkteigenschaften, Qualität, Stückzahl etc.) in Betracht gezogen werden.

Folgende Phänomene und Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Der Betrieb plant eine neue Produktionsstätte. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Der Betrieb forciert die Entwicklung und das Design neuer Produkte. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Der Durchsatz soll mit Hilfe neuer Techniken gesteigert werden. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es können vorbeschichtete Halbzeuge (z.B. vorbeschichtetes Bandmaterial) eingesetzt werden. Die Halbzeuge können bearbeitet und anschließend ggf. schlusslackiert werden. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Werkstücke (z.B. Gussteile, Blechteile) könnten erst gepulvert und dann mechanisch bearbeitet werden. |

Wurde mindestens eine der Fragen mit "Ja" beantwortet, sollten folgende Maßnahmen produkt- und bauteilspezifisch geprüft werden.

Maßnahmen

- Einsatz lackverlustarmer, prozessverändernder Lackierverfahren (vgl. BG, Kap. 5.4.2) sowie
 - sonstige Nasslackierverfahren (vgl. BG, Kap. 2.9),
 - Tauchverfahren (vgl. BG, Kap. 2.10),
 - Pulverbeschichten (vgl. BG, Kap. 2.11).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.3 Halogenfreie organ. Lösemittelgemische, Schmutzverdünner

Halogenfreie organ. Lösemittelgemische (Schmutzverdünner) bzw. Lösemittel-Wassergemische fallen überwiegend bei der Reinigung der Applikationsgeräte (Pistolen, Zerstäuber) und beim Spülen der Versorgungsleitungen an. Das Spülen und Reinigen folgt meist bei Farb- oder Lackwechseln. Abhängig vom verarbeiteten Lacksystem werden organ. Lösemittelgemische oder Lösemittel-Wassergemische verwendet. Ferner können verschmutzte organ. Lösemittel bei der manuellen Teilereinigung entstehen. Die wichtigsten Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung sind:

Priorität	Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung	⇒ Kapitel
1	Verminderung des Lackieraufwands	3.2.2
2	Verringerung der Overspraymenge	3.2.1
3	Optimierung des Farbwechsels	3.3.1
4	Verringerung des Spül- und Reinigungsaufwands	3.3.2
5	Destillation verschmutzter Lösemittel	3.3.3

3.3.1 Optimierung des Farbwechsels

Bei Farbtonumstellungen während des Lackierbetriebs fallen beim Flüssiglack-einsatz lackverunreinigte Spülflüssigkeiten an.

Folgende Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es werden abwechselnd Werkstücke mit unterschiedlichen Farbtönen nacheinander lackiert. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die Zerstäuber werden in kurzen Abständen (z.B. nach der Lackierung jedes Warenträgers) gespült. |

Trifft eine der o.g. Feststellungen zu, sollten Maßnahmen zur Optimierung des Farbwechsels geprüft werden.

Maßnahmen

- Optimierung des Farbwechsels (vgl. BG, Kap. 5.6.3) z.B. durch
 - Farbblockbildung,
 - möglichst kurze Lackzufuhrleitungslänge,
 - Mischerblock möglichst nah an dem Zerstäubungsaggregat anbringen,
 - Farbumstellung ohne Zwischenspülung direkt mit dem neuen Farbton bei z.B. farhtonunabhängigen Grundierungen,
 - Einsatz moderner, teilautomatisierter Farbwechselanlagen zur Minimierung des Spülmittelverbrauchs pro Farb-/Lackwechsel (z.B. "Kartuschen-

system", Molchen, Kombination aus Druckluft - und Spülmittelintervallen etc.).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.3.2 Verringerung des Spül- und Reinigungsaufwands

Beim Lackieren werden auch die Lackiereinrichtungen (z.B. Kabinenwände, Applikationsgeräte, Lackversorgungseinrichtung etc.) mit Lacken und mit Farbnebel verunreinigt. Der Lösemittelverbrauch bei den in bestimmten Zeitabständen erforderlichen Reinigungsarbeiten (meist manuelles Reinigen der Geräte) kann durch technische und insbesondere technisch-organisatorische Maßnahmen zum sparsamen Verbrauch und Umgang mit Lösemitteln minimiert werden.

Folgende Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es wird kein Spritzpistolen-Reinigungsgerät eingesetzt. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die Zerstäubergehäuse, Roboter oder Hubgestelle sind nicht weitestmöglich abgedeckt. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Die Einrichtungen müssen mehrmals wöchentlich gereinigt werden. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Der Lackierer hat keine eigene Applikationsausrüstung. |

Trifft eine der o.g. Feststellungen zu, sollten Maßnahmen zur Reduzierung des Reinigerverbrauchs geprüft werden.

Maßnahmen

- Verringerung des Aufwands bzw. Materialeinsatzes zur Reinigung von Geräten und Einrichtungen (vgl. BG, Kap. 5.6.7) z.B. durch
 - Erweiterung der Verantwortlichkeit des Lackierpersonals: Jeder hat seine eigene Ausrüstung (Spritzpistolen), für die er auch verantwortlich ist,
 - Freihalten des Applikationsraumes von "Schmutzfängern", weitestmögliches Verlegen von Armaturen u. dgl. in den Außenbereich der Kabine,
 - Abdecken der Einrichtungen mit Folie u. dgl.,
 - Einsatz von teilautomatisierten Spritzpistolen-Reinigungsgeräten mit Lösemittel-Kreislaufführung (Kaskadenprinzip).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.3.3 Destillation verschmutzter Lösemittel zur Erzeugung von Reinigerlösemitteln

Die Destillation von nicht halogenierten organ. Schmutzverdünnern aus der Gerätereinigung zur Erzeugung von Reinigungslösemittel für den erneuten Einsatz kann intern oder extern erfolgen.

Betriebsinterne Destillation verschmutzter Lösemittel:

Verschmutzte organ. Lösemittel (Schmutzverdünner) lassen sich i.d.R. durch eine einfache innerbetriebliche Destillation so aufarbeiten, dass sie wieder zu Reinigungszwecken (Vorreinigung) eingesetzt werden können. Eine innerbetriebliche Aufarbeitung kann - abhängig vom Lösemittel- und Lacksystem - ab Mengen größer als ca. 3 t/a wirtschaftlich sein.

Betriebsexterne Destillation (Lohndestillation) verschmutzter Lösemittel:

Die Übernahme verschmutzter organ. Lösemittel (Schmutzverdünner) und deren Aufarbeitung wird von mehreren Destillationsbetrieben als Dienstleistung angeboten. Hohe Wasser- oder Alkoholanteile sowie z.B. Verunreinigungen durch Nitrocelluloselackanteile erschweren oder verhindern eine Destillation aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen. Die stoffliche Aufarbeitung konkurriert stark mit der energetischen Verwertung in Zementwerken oder Abfallverbrennungsanlagen.

Folgende Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Spül-Lösemittel werden nicht separat in geeigneten Behältern aufgefangen (abdeck-, befüll- und entleerbar). |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es fallen innerbetrieblich mehr als 3 t verschmutzte organische Reinigungslösemittel pro Jahr durch Farb- und Lackwechsel an. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Lösemittelgemische werden nicht extern (stofflich oder energetisch) verwertet. |

Trifft eine der o.g. Feststellungen zu, sollte folgende Maßnahme geprüft werden.

Maßnahme

- Betriebsinterne Destillation oder -externe (Lohn-) Destillation verschmutzter Lösemittel zur Erzeugung von Reinigungslösemittel für die Gerätereinigung (vgl. BG, Kap. 5.9.1).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahme ⇒ Tabelle 4

3.4 Nicht verarbeitete Lackreste und Altlacke

Die Entstehung nicht verarbeiteter flüssiger und zum Teil ausgehärteter oder (an)getrockneter Lack- und Farbreste in entsprechenden Gebinden kann in der Praxis teilweise durch technische und überwiegend organisatorische Maßnahmen verringert werden. Sortenreine flüssige Restlacke und nicht verbrauchte Restposten können eventuell für anderweitige Lackieraufgaben mit geringeren dekorativen Anforderungen weiter genutzt werden. Die wichtigsten Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung sind:

Priorität	Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung	⇒ Kapitel
1	Verminderung des Lackieraufwands	3.2.2
2	Verringerung der Overspraymenge	3.2.1
3	Einschränkung der Entstehung nicht verarbeiteter Lackreste	3.4.1
4	anderweitiger Einsatz von Lackresten	3.4.2

3.4.1 Einschränkung der Entstehung nicht verarbeiteter Lackreste

Nicht verarbeitete Lackreste können sowohl bei der Nass- als auch bei der Pulverlackierung anfallen. Da Farben und Lacke einen vergleichsweise hohen Materialwert besitzen (von ca. 5 DM/kg bis ca. 25 DM/kg, abhängig von der Anwendung und den jeweiligen Anforderungen), erfolgt in den Betrieben überwiegend ein sehr sorgfältiger Umgang mit diesen Einsatz- bzw. Hilfsstoffen, so dass kaum umfangreiche Abfallreduzierungspotentiale im Rahmen einer ersten Betriebsberatung zu erschließen sein dürften.

Folgende Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Das Lacklager ist "voll" mit unterschiedlichen Gebinden und Farbtönen. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Im Lager stehen (überlagerte) Originalgebinde. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | In den Gebinden sind Restfarben. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Restlacke werden nicht mit Frischlackmaterial abgemischt und weiterverarbeitet. |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Es werden keine Gebinde mit mengenmäßig abgestuften Inhalten an 2K-Material zum bedarfsgerechten Gebrauch bereitgestellt. |

Trifft eine der o.g. Feststellungen zu, sollten folgende Maßnahmen geprüft werden:

Maßnahmen

- Reduzierung der Entstehung nicht verarbeiteter Lackreste und Altlacke (vgl. BG, Kap. 5.6.1) z.B. durch
 - vollständige Gebindeentleerung,
 - möglichst genaue, bedarfsgerechte Dosierung bei der Bereitstellung kleiner Lackmengen,
 - Einsatz einer 2K-Misch- und Dosieranlage bei der Serienverarbeitung,
 - Verzögerung der Lackalterung durch kühle Lagerung der Lacke.

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.4.2 Anderweitiger Einsatz von Lackresten

Sortenreine flüssige, nicht vermeidbare Lackreste, die frei von Verunreinigungen sind, können gegebenenfalls für andere Beschichtungsaufgaben weiterverwendet werden. Zu nennen sind beispielsweise die Grundierung nicht sichtbarer Werkstückflächen oder Bauteile eines Produkts z.B. im Rückseiten- oder Innenteilbereich.

Folgende Fragestellung kann einen Hinweis auf Verbesserungspotentiale geben:

- Ja Nein *Werden Lackreste für Lackierungen von Teilen mit geringeren dekorativen Anforderungen genutzt?*

Bei "Nein" sollte folgende Maßnahme geprüft werden:

Maßnahme

- Anderweitiger Einsatz nicht verarbeiteter Lackreste und Altlacke (vgl. BG, Kap. 5.8.1).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahme ⇒ Tabelle 4

3.5 Emballagen und Eisenmetallbehältnisse

Bei dieser Abfallart handelt es sich überwiegend um Einwegemballagen aus der Lackversorgung und -bereitstellung. Die Inhalte der Lackbehälter sind üblicherweise 1kg- und 2,5kg-Dosen, 5l-, 10l-, 25l-, 30l- und 50l-Hobbocks aus Weißblech, 200l- Fässer, ggf. Kunststoffeimer für Dispersionsfarben. Die wesentlichen Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung restentleerter Gebinde sind:

Priorität	Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung	⇒ Kapitel
1	Vermeidung von Einweggebinden durch die Umstellung auf Groß-/Mehrweggebinde bzw. Wechselcontainer	3.5.1
2	Abgabe restentleerter Eisenmetallbehältnisse zur Schrottverwertung	3.5.2

3.5.1 Umstellung auf Groß-/Mehrweggebinde bzw. Wechselcontainer

Die Umstellung auf Wechselcontainer ist im allgemeinen bei der Verarbeitung größerer Lackmengen eines Farbtons direkt aus dem Container (bzw. Groß-/Mehrweggebinde) sinnvoll. Auf Grund der Haltbarkeit der Farben und Lacke sind beispielsweise Wechselcontainer-Systeme erst ab einem jährlichen Farbverbrauch von mehr als ca. 3 bis 4 Gebindefüllungen pro Jahr (d.h. mehr als 3x800l=2400l) je Farbton sinnvoll.

Folgende Sachverhalte können Hinweise auf Verbesserungspotentiale geben:

- Ja Nein Es werden Lacke eines Farbtons verarbeitet, die bisher in Kleingebinden bezogen werden.
- Ja Nein Es werden mehr als ca. 2 bis 3 t/a pro Farbton verbraucht.
- Ja Nein Logistisch und vom Platzbedarf her gesehen können Wechselcontainer verwendet werden.

Trifft eine der o.g. Feststellungen zu, sollte folgende Maßnahme geprüft werden:

Maßnahme

- Umstellung von (kleinen) Einweggebinden auf Groß-/Mehrweggebinde bzw. Wechselcontainer (vgl. BG, Kap. 5.6.2).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahme ⇒ Tabelle 4

3.5.2 Abgabe restentleerter Eisenmetallbehältnisse zur Schrottverwertung

Restentleerte Metallgebinde können der Schrottverwertung zugeführt werden. Speziell bei der Farbgebindeverwertung treten dabei immer wieder Probleme mit der Definition "restentleert" auf. Eine Risikoprüfung des Verwertungsweges ergab, "Blechgebinde mit < 8% Restfarbanhaftungen bezogen auf das Blechgewicht können der "normalen" Schrottverwertung zugeführt werden" [Öko-reg/Ökopol].

Folgende Fragestellung kann einen Hinweis auf Verbesserungspotentiale geben:

Ja Nein *Werden restentleerte Farbgebinde aus Eisenmetall bereits einer Schrottverwertung zugeführt?*

Wenn dies verneint wird, sollte folgende Maßnahme geprüft werden:

Maßnahme

- Abgabe restentleerter Eisenmetallbehältnisse zur Schrottverwertung (vgl. BG, Kap. 5.10.10).

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.6 Beladene Filtermatten

Bei der Trockenabscheidung des Nasslackoversprays fallen beladene Filtermatten zur Entsorgung an. Zur Verlängerung der Filterstandzeit sollten Maßnahmen geprüft werden:

- ⇒ Kap. 3.1.2,
- ⇒ Kap. 3.2.1,
- ⇒ Kap. 3.2.2.

3.7 Konzentrate und Schlämme aus der Reinigung und Haftvermittlung

Bei der wässrigen, nasschemischen Reinigung und Vorbehandlung metallischer Werkstücke können verschiedene Konzentrate und Halbkonzentrate (z.B. verbrauchte Laugen und Beizen, Öle, Emulsionen), belastete Spülwässer und verbrauchte Prozessbäder sowie Schlämme aus der Abwasserbehandlung anfallen (z.B. Phosphatierschlämme, Chromatierschlämme). Die wesentlichen Ansatzpunkte zur Abwasser- und Abfallreduzierung bei der wässrigen Reinigung und Haftvermittlung sind:

Priorität	Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung	⇒ Kapitel
1	Verminderung des Lackieraufwands	3.2.2
2	abwasserarme Vorbehandlung	3.7.1
3	Verwertung von Zinkphosphatschlämmen	3.7.2

3.7.1 Abwasserarme Vorbehandlung

Da Abfälle und Abwässer aus der wässrigen Vorbehandlung zum größten Teil aus Spülwässern sowie unbrauchbaren und daher verworfenen Prozessbädern resultieren, ist die Auswahl geeigneter Spültechniken und 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 und der erfolgten Maßnahmen kann die Qualität der einzelnen Prozesse garantiert 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 Prozessbads zu dokumentieren.

Phänomen	zugehöriges Prozessbad
Am Prozessbad sind keine Anlagen zur Badpflege 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.

Maßnahmen

- Abwasserarme Vorbehandlung (vgl. BG, Kap. 5.3) mit
 - Einsatz vorbeschichteter Teile,
 - Einsatz mechanischer Vorbehandlungsverfahren,
 - Minimierung von Ausschleppungen.
- Standzeitverlängerung von Prozessmedien (vgl. BG, Kap. 5.12) mit
 - Einsatz nicht- bzw. wenig emulgierender Reinigungsmittel beim Entfetten (vgl. BG, Kap. 5.12.1),
 - Öl- bzw. Fett-/Wassertrennung bei der Entfettung (vgl. BG, Kap. 5.12.2) mit
 - mechanischer Abtrennung dispergierter Fette/Öle mittels Skimmer,
 - Kreislaufführung des Entfettungsbades mittels Ultrafiltration.
- Regeneration von Behandlungsmedien (vgl. BG, Kap. 5.12.4) mit
 - direkter Rückführung von Spülwässern zum Verdunstungsausgleich,
 - Kühlungskristallisation bei Beizen,
 - Kationenaustausch bei Phosphorsäurebeizen,
 - Säureretardation zur Rückführung freier Säuren,
 - Kationenaustausch bei Chromatierbädern,
 - Umstellung auf Cr^{VI}-freie Bäder.

Anmerkungen:

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

3.7.2 Verwertung von Zinkphosphatschlämmen

Beim Einsatz der Zinkphosphatierung können die anfallenden Phosphatierschlämme unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. bzgl. Mengenaufkommen, Konsistenz, Zusammensetzung) stofflich verwertet werden. Die Schlämme müssen über Schrägklärer vom Prozessbad separiert und durch Kammerfilterpressen entwässert werden. Zinkphosphatschlämme werden derzeit (Stand: Juni 1999) von zwei Verwertungsbetrieben (Fa. BUS in Frankfurt und Fa. Harzer Zink in Goslar) abgenommen.

Folgende Fragestellung kann einen Hinweis auf Verbesserungspotentiale geben:

Ja Nein *Werden Zinkphosphatschlämme bereits einer stofflichen Verwertung zugeführt?*

Wenn dies verneint wird, sollte folgende Maßnahme geprüft werden:

Maßnahme

- Abgabe von Zinkphosphatschlämmen zur Zink-Rückgewinnung (vgl. BG, Kap. 5.10.3).

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							