

## Leitfaden Gefährliche Abfälle beim Lackieren



Wilfried Denz Umweltberatung  
Februar 2009

### **Autor / Kontakt:**

*Umweltberatung Wilfried Denz  
Gasselstiege 231, 48159 Münster  
Fax. 0251/23908906  
e-mail: w.denz@muenster.de  
www.denz-umweltberatung.de*

© Hinweis zum copyright: Das Kopieren und Weitergeben der Datei oder von Ausdrucken der Datei wird hiermit ausdrücklich erlaubt. Sie können den Text oder Auszüge aus dem Text auch in anderen Texten / Dateien / Veröffentlichungen verwenden, wenn Sie die Quelle nennen und ein Belegexemplar an W. Denz senden.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ZIELSETZUNG .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>LACKIERVERFAHREN.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ABFÄLLE IN LACKIERANLAGEN .....</b>	<b>4</b>
3.1	Abfallentstehung beim Lackieren .....	4
3.2	Abfallvermeidung beim Spritzlackieren .....	5
3.3	Abfallvermeidung bei der Teilereinigung mit Lösemitteln.....	13
3.4	Farb- und Lackabfälle .....	14
3.5	Farb- und Lackschlämme .....	14
3.6	Abfälle aus der Entfettung.....	15
3.7	Abfälle aus der Farb- oder Lackentfernung .....	18
3.8	Weitere Abfälle .....	19
<b>4</b>	<b>WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN.....</b>	<b>19</b>

### 1 Zielsetzung

Dieser Leitfaden wendet sich an Praktiker aus Lackierbetrieben, die bei der Optimierung, Modernisierung oder Planung ihrer Anlage durch PIUS-Methoden gleichzeitig die Abfallmengen senken, Umwelt schützen, Qualität optimieren und Kosten senken wollen.

Unter PIUS (ProduktionsIntegrierter UmweltSchutz) werden sowohl organisatorische als auch technische Veränderungen von Produktionsabläufen und/oder Produktionsanlagen verstanden, durch die sich eine deutliche Verminderung von Umweltbelastungen erzielen lässt. Gleichzeitig soll die Qualität optimiert und durch höhere Material- und Energieeffizienz die Kosten gesenkt werden. Dabei wird durch PIUS das Entstehen von Umweltbelastungen nicht erst im Anschluss an den eigentlichen Produktionsprozess durch nachgeschaltete Schutzmaßnahmen vermindert, sondern dies erfolgt bereits innerhalb der einzelnen Produktionsschritte und Teilprozesse.

Dieser Leitfaden konzentriert sich auf PIUS-Maßnahmen durch Vermeiden, Vermindern und Verwerten gefährlicher Abfälle beim Spritzlackieren, das in KMU am häufigsten eingesetzte Lackierverfahren. Es werden Abfälle und PIUS-Maßnahmen für das Lackieren von Holz, Kunststoff und Metall und die zugehörigen Stufen Teilereinigung und Vorbehandlung beschrieben sowie alternative, abfallarme Auftragsverfahren benannt.

## 2 Lackierverfahren

Beim Lackieren wird ein meist flüssiger oder auch pulverförmiger Beschichtungsstoff dünn auf Gegenstände aufgetragen und durch chemische oder physikalische Vorgänge (zum Beispiel Verdampfen des Lösemittels oder UV-Härten) zu einem durchgehenden, festen Film aufgebaut.

Flüssige Lacke bestehen aus Farbpigmenten, Lösemittel (organisch oder wässrig), Binder (z.B. Zellulosenitrat, Alkydharz, Acrylharz) und Füllstoffen. Häufig werden zwei oder mehrere Lackschichten aufgetragen: Grundierung, Füllerschicht, Decklackierung.

*Abb.: Spritzlackieren in einer Schreinerei*



Lacke können durch Streichen, Walzen, Gießen, Fluten, Spritzen oder Tauchen aufgetragen werden, die letzten beiden Auftragsverfahren auch elektrostatisch unterstützt. Am weitesten verbreitet ist das Spritzlackieren. Dabei wird der Lack meist durch Druckluft (2-6 bar) beim Austritt aus einer Düse mit einer Spritzpistole fein zerstäubt. Es sorgt für eine sehr hohe Oberflächenqualität, hat jedoch den Nachteil, dass der Lackverlust (Overspray) relativ groß ist: meist gehen 30 – 80 % des teuer eingekauften Lackes verloren, bei feingliedrigen Teilen sind sogar 90 % Lackverlust möglich.

Die Spritzlackierung erfolgt in der Regel in Spritzkabinen. Dort wird der bei der Spritzlackierung entstehende Lacknebel abgesaugt und durch Nass- oder Trockenabscheidesysteme gereinigt. Bei der Trockenabscheidung wird der Lacknebel über Filtermatten aus Glasfaser oder anderen schwer entflammablen Materialien abgeschieden (z.B. Kartonfilter, Rotationsbürsten). Als Vorabscheider dienen bei kleineren Anlagen Prallbleche. Bei der häufigeren Nassabscheidung wird der Lacknebel in Nasswäschern abgeschieden und deren Schlammanteile meist der Lackschlammabscheidung zugeführt.

Das Aushärten des Lacks geschieht meist durch Konvektion (Wärme, Trockenluft zur Verdampfung des Lösemittels bzw. Wassers) oder Strahlung (z.B. IR- oder UV-Strahler).

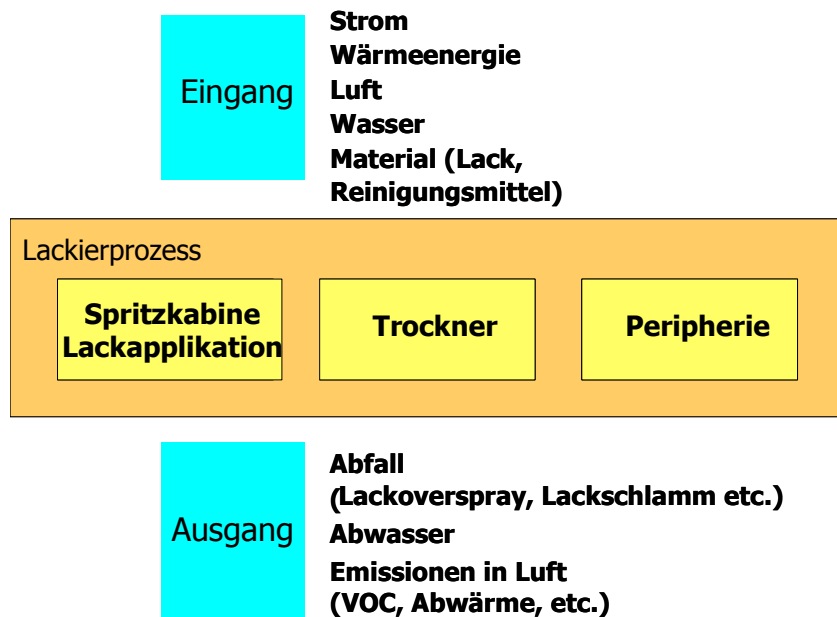
Bevor Werkstücke lackiert werden, müssen sie gründlich gereinigt und entfettet sowie ggf. geglättet/geschliffen werden. Werkstücke sollten möglichst wässrig gereinigt, organische Lösemittel nur noch bei Bedarf eingesetzt werden. Bei der Metalllackierung können für eine Verbesserung der Lackhaftung und des Korrosionsschutzes z. B. Eisen- und Zinkphosphatierungen (überwiegend für Stahlteile) oder Chromatierungen (für Leichtmetalle) sorgen. Zusätzliche Arbeitsschritte, z.B. ein Zwischenschliff zur Haftungsverbesserung, können notwendig sein.

### 3 Abfälle in Lackieranlagen

#### 3.1 Abfallentstehung beim Lackieren

Als wichtigste gefährliche Abfallart beim Spritzlackieren entstehen Lackschlämme aus der Nassabscheidung der Spritzkabinen. Des weiteren spielen auch die Abfälle aus der Teilereinigung und Vorbehandlung eine große Rolle.

Abb.: Stoffströme beim Lackieren



Tab.: Abfallarten beim Lackieren

Herkunft	EWC/EAK	Bezeichnung gemäß EAK
	0801	Abfälle aus HZVA und Entfernung von Farben und Lacken
Lackieren	<b>080111*</b>	<b>Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten</b>
Lackieren	080112	Farb- und Lackabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 080111 fallen
Lackieren	<b>080113*</b>	<b>Farb- und Lackschlämme, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten</b>
Lackieren	080114	Farb- und Lackschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 080113 fallen
Lackieren	080115*	wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten
Lackieren	080116	wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke enthalten, mit Ausnahme derjenigen, die unter 080115 fallen
Lackentfernung	<b>080117*</b>	<b>Abfälle aus der Farb- oder Lackentfernung, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten</b>
Lackentfernung	080118	Abfälle aus der Farb- oder Lackentfernung mit Ausnahme derjenigen, die unter 080117 fallen

Lackentfernung	080119*	wässrige Suspensionen, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten
Lackentfernung	080120	wässrige Suspensionen, die Farben oder Lacke enthalten, mit Ausnahme derjenigen, die unter 080119 fallen
Lackentfernung	080121*	Farb- oder Lackentfernerabfälle
Sonstiges	080199	Abfälle anders nicht genannt
Vorbehandlung	110108*	Phosphatierschlämme
Reinigung	<b>110113*</b>	<b>Abfälle aus der Entfettung, die gefährliche Stoffe enthalten</b>
Reinigung	<b>140601-05*</b>	<b>Abfälle aus organischen Lösemitteln</b>
Sonstiges	150202*	Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfilter a. n. g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind

Hinweise: \* bei Abfall-Code: gefährlicher Abfall  
 fett formatierte Abfallart: mengenrelevante, gefährliche Abfälle

Die Lackkosten bei der manuellen Spritzlackierung liegen im Bereich von 30 - 50 % der Gesamtkosten für den Lackierprozess, bei der automatisierten Lackierung mit Spritzrobotern bei 15 - 30 %. Daher sind Maßnahmen, die zu einem geringeren Lackverbrauch, d.h. einer Erhöhung des Auftragswirkungsgrades - und damit auch zu einer Reduzierung der Abfallmengen - führen, aufgrund der niedrigeren Einkaufskosten meist sehr wirtschaftlich.

### 3.2 Abfallvermeidung beim Spritzlackieren

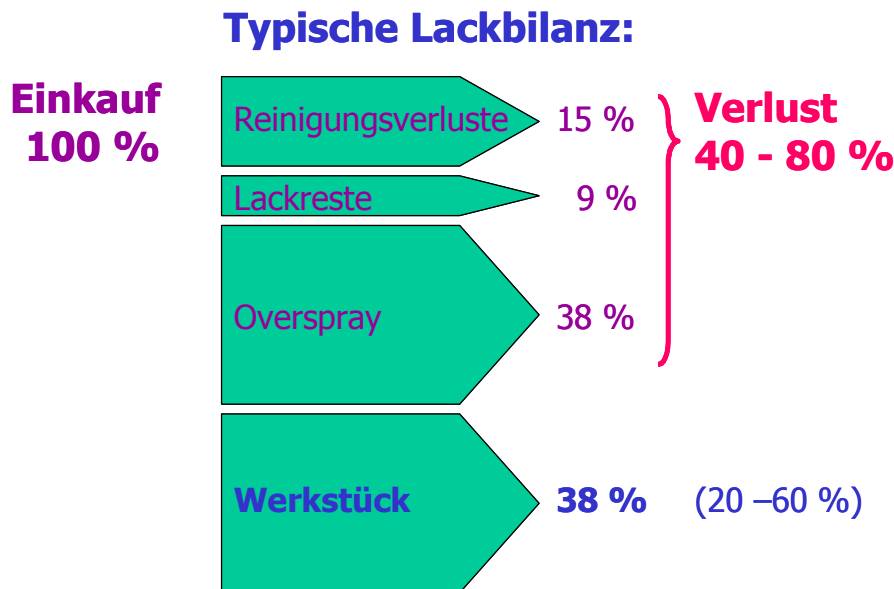


Abb.: Typische Lackbilanz

Das Spritzlackieren ermöglicht bei fachgerechter Handhabung eine gleichmäßige Beschichtung mit hoher Oberflächenqualität. Bei diesem Auftragsverfahren ist ein Verlust von Lack durch Overspray unvermeidlich. Overspray wird durch direktes Vorbeispritzen am Werkstück sowie durch seitlich abströmende, feine Lacktröpfchen vor der Werkstückoberfläche verursacht. Zusätzlich gehen auch beim Handling (Lackwechsel, Reinigung der Leitung und Spritzpistolen, überlagerte Lacke) Lacke verloren.

Dies verursacht entsprechend hohe Kosten bei der Anschaffung der meist teuren Lacke. Die Lackschlamm-Entsorgungskosten spielen dagegen nur eine untergeordnete Rolle bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Abfallvermeidung.

### 3.2.1 Organisatorische Maßnahmen

Prüfen Sie immer zuerst, ob das Werkstück überhaupt lackiert werden muss. Nicht sichtbare Teile benötigen keine aufwändige dekorative Beschichtung, z.B. Lüfterräder in elektrischen Geräten. Edelstahlteile brauchen funktionell keinen Korrosionsschutz, etc.

Prüfen Sie auch, ob Ihre Beschichtungsaufgabe unter den Gesichtspunkten der Lackeinsparung und des Umweltschutzes nicht auch mit anderen Techniken wie Tauchen, Gießen oder Walzen erfüllt werden kann. Auf das Spritzlackieren kann meist dann verzichtet werden, wenn z.B. flache Werkstücke zu lackieren sind, nur 1 Farbton gefordert ist, keine höchsten Ansprüche an die Oberflächenqualität bestehen, etc.

Weitere organisatorische Maßnahmen zur Abfallvermeidung, die Sie sofort umsetzen können und die direkt zu Kosteneinsparungen führen, sind:

- Prüfen Sie, ob eine Lackschicht ausreicht
- Vereinheitlichen Sie die Lacke (so wenig Lackarten wie möglich)
- Beschaffen Sie die Lacke möglichst in Groß-/Mehrweggebinden
- Kaufen Sie nur so viel Lack, wie Sie benötigen
- Entleeren Sie die Gebinde sorgfältig
- Prüfen Sie, ob Sie Rückstände (Reste, Überlagertes, Proben) an Ihre Lieferanten zurückgeben können.
- Beschaffen Sie spritzfertig eingestellte Lackmischungen
- Setzen Sie nur bedarfsgerechte Mengen an
- Prüfen Sie, ob eine Farbmischanlage wirtschaftlich ist
- Organisieren Sie Ihre Lackaufträge so, dass Sie so selten wie möglich Lacke und Farben wechseln müssen
- Optimieren Sie die Anordnung der Werkstücke
- Optimieren Sie die Reinheit und Glätte des Untergrundes
- Optimieren Sie die Schichtdicke des Lacks (so dünn wie möglich, so dick wie nötig)
- Wichtig: Schulen Sie deshalb Ihre Mitarbeiter regelmäßig und intensiv und fördern Sie Verbesserungsvorschläge
- Verwenden Sie Lackreste weiter (z.B. zum Vorlackieren oder für betriebsinterne Lackierarbeiten), ggf. an Kunden oder Mitarbeiter verschenken

### 3.2.2 Maßnahmen zur Reduzierung des Oversprays

Solche Maßnahmen rechnen sich in vielen Fällen allein auf Grund des hohen Preises der vorbeigespritzten Lackmaterialien.

Verbesserungsmöglichkeiten des **Auftragwirkungsgrades** beim Spritzlackieren (am Beispiel Hochdruckspritzen mit Breitstrahl) durch:

- Verringerung des Lack-Volumenstroms
- Senkung des Spritzluftdrucks
- Verringerung des Spritzabstands
- möglichst senkrechten Spritzwinkel

- Anpassung des Spritzstrahls an die Werkstückgeometrie
  - Erhöhung der Hochspannung beim elektrostatischen Spritzen
- Wichtig ist dabei eine regelmäßige und intensive Mitarbeiterschulung.

Durch Umstellung auf lösemittelärmere und festkörperreiche Lacksysteme (z.B. High Solid Lacke mit hohem Festkörperanteil >70 %) fällt deutlich weniger Overspray an. Ggf. wird dabei das Lackmaterial zur Viskositätserniedrigung erwärmt (Heißspritzen).



Abb.: Spritzpistolen (Quelle: Graco Verfahrenstechnik)

Als nächstes sollten Sie den Einsatz **Overspray-ärmerer Spritzverfahren** prüfen:

Tab.: Einsatzbereiche und Auftragwirkungsgrade erprobter Spritzverfahren

Verfahren	Auftragswirkungsgrad	Einschränkungen / Bemerkungen / Kosten
Hochdruckspritzen	20 - 60 %	universell einsetzbar, preiswert, hohe Overspray-Verluste, ca. 150 – 200 € für Spritzpistole
Niederdruckspritzen (HVLP/LVLP)	40 - 70 %	universell einsetzbar, preiswert, lärm- und emissionsarm, auch für Kfz-Reparatur-Lackierung geeignet, ca. 150 – 250 € für Spritzpistole mit integrierter Druckminderung
Heißspritzen	25 - 65 %	für viele Lackarten geeignet, eventuell höherer Ex-Schutz nötig
Airless (= ohne Druckluft)	30 - 70 %	grobe Zerstäubung, hoher Lackdurchsatz, für Werkstücke mit einfacher Geometrie, bei häufigen Farbwechseln ungünstig, ca. 3.000 € inklusive Hochdruckpumpe
Airless mit Luftunterstützung	30 - 70 %	wie Airless, aber bessere Oberfläche, ca. 3.000 € inklusive Hochdruckpumpe
Druckluftspritzen, elektrostatisch unterstützt	50 - 70 %	für einheitliche Farben auf leitenden Teilen, ab 5.000 €
Airlessspritzen, elektrostatisch unterstützt	60 - 75 %	für große Lackdurchsätze
Zerstäuberscheibe (elektrostatisch)	bis 85 %	für automatisierte Lackierung großer Flächen, hohe Investitionskosten

Beschreibung von 2 abfallarmen Sprühverfahren (Beispiele):

#### High-Volume-Low-Pressure Technik (HVLP):

Bei der HVLP-Technik wird der übliche Spritzluftdruck beim Druckluftzerstäuben von ca. 3 bis 6 bar auf 0,2 - 0,7 bar reduziert. Damit kann der Auftragswirkungsgrad gegenüber dem üblichen Hochdruckspritzen deutlich erhöht werden: bis zu 25 % geringerer Lackverbrauch und damit auch Lösemittlemissionen sind möglich. Für die HVLP-Technik sind spezielle Spritzpistolen (kaum teurer als Standard-Spritzpistolen), angepasste Lacke und leicht geänderte Handhabung und deshalb Mitarbeiterschulung erforderlich (z.B. geringerer Spritzabstand). Die Technologie ist ausgereift und genügt höchsten Qualitätsansprüchen. Sie kann selbst bei der sehr anspruchsvollen Autoreparaturlackierung eingesetzt werden.

Am Beispiel eines Autoreparaturbetriebes, der mit dem herkömmlichen Hochdruckspritzverfahren arbeitet, soll gezeigt werden, welche Kosteneinsparung durch den Einsatz des HVLP-Spritzens möglich sind.

Die Angaben beziehen sich auf einen Lackverbrauch von 1000 l. Hierbei wurde ein Einkaufspreis von 12,50 €/l für den Lack zugrunde gelegt. Wie man sieht, spielen die Entsorgungskosten nur eine untergeordnete Rolle.

*Tab.: Beispielrechnung HVLP*

<b>Spritzverfahren für:</b> Grundierung und Füller Basis- und Decklack	Druckluft Druckluft	HVLP Druckluft	HVLP HVLP
<b>Auftragwirkungsgrad:</b>	35 % / 35 %	50 % / 35 %	50 % / 50 %
<b>Kosten für:</b>			
Lackverbrauch	12.500 € (100 %)	11.250 € (90 %)	8.750 € (70 %)
bei Trockenabscheidung: Filtermatten (Anschaffung / Entsorgung)	150 € (100 %)	125 € (73 %)	80 € (54 %)
bei Nassabscheidung: Lackschlamm (Entsorgung)	813 € (100 %)	583 € (73 %)	438 € (54 %)
<b>Gesamtkosten:</b>			
bei Trockenabscheidung	12.650 € (100 %)	11.375 € (90 %)	8.830 € (70 %)
bei Naßabscheidung	13.313 € (100 %)	11.833 € (89 %)	9.188 € (69 %)
<b>Einsparpotential je 1000 l Lackverbrauch*:</b>	-	<b>1.275 – 1.480 €</b>	<b>3.820 – 4.125 €</b>

\* ≈ 350 l Lackauftrag

Bei der LVLP-Technik (Low-Volume-Low-Pressure) handelt es sich um eine aktuelle Fortentwicklung der HVLP-Technik, mit verbessertem Spritzbild, weiter reduziertem Lackverbrauch und 40 % weniger Druckluftverbrauch.

#### Druckluftspritzen, elektrostatisch unterstützt:

Beim elektrostatisch unterstützten Spritzen wird zwischen dem an Erdpotenzial liegenden Werkstück und der hochspannungsführenden Spritzpistole ein elektrisches Feld erzeugt. Die Lackpartikel werden elektrostatisch aufgeladen und folgen den Feldlinien, die sich zwischen Werkstück und Spritzpistole aufbauen. Die Zerstäubung erfolgt meistens über Druckluft- und Airlessverfahren sowie über schnell laufende Rotationsglocken oder -scheiben (Hochgeschwindigkeitsrotation). Diese Technik eignet sich auch für kompliziert geformte Werkstücke;



größere Vertiefungen, sogen. Faradaysche Käfige können dabei den Lackauftrag behindern. Es können je nach Beschichtungsaufgabe Auftragswirkungsgrade bis ca. 85 % realisiert werden, bei Zerstäuberscheiben sind bis über 90 % erreichbar.

### 3.2.3 Maßnahmen bei der Overspray-Abscheidung

Die bisher genannten Maßnahmen zur Optimierung der Lackierung führen zu einer Verbesserung des Auftragwirkungsgrades bei gleichzeitiger Verminderung des Oversprays. Beim Spritzlackieren kann aber verfahrensbedingt das Overspray nicht gänzlich vermieden werden, so dass er aus der Kabinenabluft abgeschieden werden muss.

Für die Oversprayabscheidung stehen eine Reihe von Techniken zur Verfügung. Die Verfahren, bei denen Overspray durch betriebsinterne Rückgewinnungsverfahren als Lack im Betrieb wieder eingesetzt werden, sind dabei unter dem Aspekt der Abfallvermeidung als besonders hochwertig einzustufen. Diese Verfahren, mit denen meist 60 – 97 % des Oversprays zurückgewonnen werden können, kommen jedoch hauptsächlich bei der Verarbeitung sehr großer Mengen aufarbeitbarer 1K-Lacke mit einheitlichen Farbtönen in Frage. Bei Altanlagen sind dazu entsprechende Umbauten erforderlich. Verfahrensbeispiele:

- Abscheidung in flüssigem Lackmaterial, "Lack in Lack"-Spritzkabine
- Abscheidung an – gekühlten - Auffangflächen, z.B. schnellumlaufendes Band, rotierender Zylinder
- Abscheidung im Spritzkabinenauswaschwasser mit Aufkonzentration, z. B. Ultrafiltrationstechnologie (bei Wasserlack)

In den meisten Anwendungsfällen werden zur Oversprayabscheidung beim Spritzlackieren derzeit Trocken- und Nassabscheider eingesetzt.

*Tab.: Vergleich Trocken- / Nassabscheidung*

	<b>Trockenabscheidung</b>	<b>Nassauswaschung</b>
Partikelabscheidungsgrad	ca. 85-95 %	ca. 95-99,9 %
Abfallart	Glasfasergewebe mit ca. 90 % ausgehärteten Lackpartikeln	Lackkoagulat-Wasser-Gemisch
Abfallart und –menge (bei gleichem Anfall an Lackfestkörpern)	Filtermatten mit ausgehärtetem Lack	Lackschlamm (wegen Koaguliermittel und Wassergehalt etwa doppelt soviel wie bei Trockenabscheidung)
Verwertbarkeit der Abfälle	derzeit nicht vorhanden	Verwertung bedingt möglich, siehe auch Kapitel 4.5
Entsorgung	in der Regel als hausmüllähnlicher Gewerbeabfall entsorgbar	als gefährlicher Abfall
Abwasser	kein Abwasseranfall	Abwasser bei Reinigung des Klärbeckens und der Lack-schlammmentwässerung

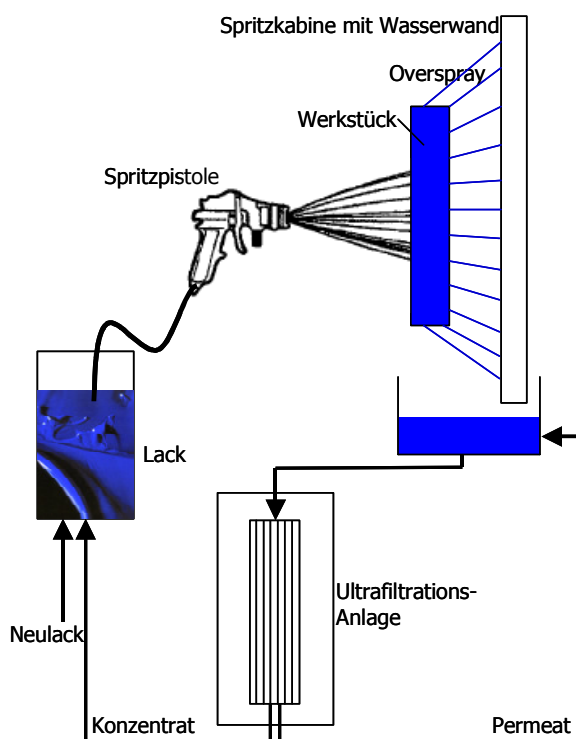
Unter dem Aspekt der Vermeidung und Verwertung von Lackierabfällen ist für die Abscheidung von geringen Lackmengen die Trockenabscheidung zu bevorzugen. Kostensenkend wirkt sich dabei aus, dass die beladenen Filtermatten im Gegensatz zu Lackschlämmen bei der Nassauswaschung keine gefährlichen Abfälle darstellen und in der Regel als hausmüll-ähnlicher Gewerbemüll entsorgt werden können.

Bei einigen Verfahren (z.B. rotierende Bürsten oder teflonbeschichtete Flächen) kann der abgeschiedene, getrocknete Lack vom Auffangmedium entfernt und einzeln entsorgt werden, was für erheblich geringere Abfallmengen sorgt.

Beim Verarbeiten größerer Lackmengen hat sich dagegen die Nassauswaschung bewährt. Sie ermöglicht einen höheren Partikelabscheidegrad und eine größere Reinheit im Spritzbereich und erlaubt darüber hinaus längere Reinigungsintervalle. Durch verbesserte Koagulierungsmittel und durch eine optimierte Dosierung lässt sich deren Verbrauch bei der Nassauswaschung senken. Eine kontinuierliche Koagulierungsmitteldosierung und ein regelmäßiger Lackschlamm-austrag verlängern außerdem die Standzeit des Spritzkabinenwassers und wirken sich damit abfallvermindernd aus.

Die Lackschlämme bestehen zu einem großen Teil aus Wasser und können bereits mit geringem Aufwand entwässert werden - je geringer der Wassergehalt, desto günstiger die Entsorgung. Je nach vorhandener Abscheideeinrichtung kommen dafür Filtersäcke oder -körbe, Korbpressen, Bandfilter oder Kammerfilterpressen in Frage. Bei einer thermischen Nach-trocknung sind dabei entstehende Lösemittlemissionen zu beachten.

### 3.2.4 Einsatz von Wasserlacken



Für die meisten Anwendungsbereiche können inzwischen lösemittelarme und im Betrieb aufarbeitbare Lacksysteme eingesetzt werden.

Wasserlacke haben den Vorteil, dass sie sehr geringe Lösemittlemissionen verursachen und dass, große einheitliche Mengen vorausgesetzt, Lack und Overspray in internen Kreisläufen gehalten werden können. Wasserlacke erfordern jedoch auch einige anlagen- und anwendungstechnische Veränderungen, besonders im Bereich des Korrosionsschutzes und der Trocknung.

Abb.: Wasserlack-Kreislaufführung über Ultrafiltration (vereinfachtes Schema)

Tab.: Vor- und Nachteile von Wasserlacken

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr geringer Lösemittelgehalt</li> <li>• sehr geringe Lösemittellemissionen</li> <li>• mit üblichen Verfahren zu verarbeiten</li> <li>• Overspray ist innerbetrieblich recycelbar</li> <li>• geringere Sicherheitsanforderungen an Brandschutz und Lagerung</li> <li>• zur Reinigung genügt Wasser</li> <li>• Wasserlacke haben positives, umweltfreundliches Image (Marketing)</li> <li>• Bearbeitung in bestehenden Kabinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konservierungsstoffe nötig</li> <li>• ggf. höherer Zeit- und Energiebedarf für Trocknung</li> <li>• Gesamtanlage muss korrosionsbeständig sein</li> <li>• höhere Anforderungen an Werkstückreinheit</li> <li>• höhere Spritzdrücke</li> <li>• elektrostatisch von Hand schwerer zu verarbeiten</li> <li>• zum Verdünnen ist entsalztes Wasser nötig</li> </ul>

Die Lackindustrie hat die Entwicklung von Wasserlacken in den letzten Jahren stark vorangetrieben, so dass inzwischen für die meisten Anwendungsbereiche hochwertige Produkte auf Wasserlackbasis zur Verfügung stehen. Eine Umstellung auf Wasserlacke ist daher für viele Anwendungen möglich. Ist dies auf Grund früherer schlechter Erfahrungen beim Einsatz von Wasserlacken noch nicht geschehen, empfiehlt es sich auf alle Fälle, beim jeweiligen Lacklieferanten nach geeigneten neuen Produkten nachzufragen.

Für Lackierkabinen ist die Umstellung von Lösemittellacken auf Wasserlacke mit anlagentechnischen Änderungen verbunden. Sie erfordert in Kooperation mit den Lieferanten eine sorgfältige Planung und Anpassung der Lackieranlage. Die eigentliche Lackapplikation kann meist mit den vorhandenen Techniken durchgeführt werden. Größere Umstellungen sind jedoch bei der Lacktrocknung erforderlich, da die Verdunstung des Wassers mehr Zeit und Energie benötigt.

Die Kosten für die Umstellung hängen davon ab, welche Umbauten im Betrieb konkret erforderlich sind und ob ein internes Lackrecycling angestrebt wird. Wirtschaftliche Grenzkosten oder -mengen können daher nicht pauschal angegeben werden. Ein Wasserlack-Recyclingssystem erfordert in jedem Fall sehr sorgfältige Planungen und Abstimmungen von Werkstück, Lackiertechnik, Trocknungsanlage und Lacksystem.

### 3.2.5 Alternative Auftragsverfahren

Neben der Spritzlackierung bestehen auch noch weitere Möglichkeiten für den Lackauftrag. Zunächst sollte auch hier geprüft werden, ob die Spritzlackierung notwendig und optimal ist.

Falls nur einzelne Werkstücke oder Maschinenteile, z.B. im Sondermaschinenbau oder im Reparatur- und Servicebereich im eigenen Betrieb lackiert werden müssen, ist die **manuelle Verarbeitung**, d.h. Lackierung mit Pinsel und Rolle, die einfachste Methode. Bei diesen Verfahren entsteht kein Overspray. Reinigungslösemittel sind ebenso wie beim Spritzlackieren aufzubereiten. Bei Berücksichtigung aller beim Spritzlackieren nötigen Nebenarbeiten und Kosten (Spritzgeräte, Reinigung, Filtermatten, Entsorgung etc.) ist eine Umstellung auf konventionelle Handarbeit deshalb eine bewährte und äußerst kostensparende Alternative.

Für die Serienlackierung sind dagegen Verfahren wie **Tauchen, Trommeln, Gießen oder Walzen** überlegenswert. Bei großen Durchsätzen und geeigneter Werkstückgeometrie haben diese Verfahren einen nahezu 100 %igen Wirkungsgrad, kommen aber mit Ausnahme

des Walzens nur für 1K-Lacke und Wasserlacke in Frage. Solche Verfahren erfordern komplett neue Lackieranlagen, die umfassend geplant werden müssen.

Mit der **Pulverlackierung** steht für eine Reihe von Anwendungen ein erprobtes und sicheres Verfahren als Alternative zu Flüssiglacken zur Verfügung. Das Verfahren ist für alle Anwendungen geeignet, bei denen temperaturunempfindliche Werkstücke (Metalle) flächenhaft mit einheitlichen Farben beschichtet werden. Die Anwendungsbereiche reichen von Einrichtungsgegenständen über Baustoffe bis zu Maschinenteilen.

Das Lackmaterial besteht dabei aus einem trockenen lösemittelfreien Pulver. Beim elektrostatischen Pulversprühen (EPS) werden die elektrostatisch aufgeladenen Pulverteilchen mit speziellen Pulversprühpistolen aufgebracht, der Overspray wird durch trockene Abscheidung zurückgewonnen. Beim elektrostatischen Wirbelbadverfahren können einfach geformte Kleinteile auch rein elektrostatisch (ohne Sprüheinrichtung und Pulververluste) beschichtet werden.



Abb.: Pulverlackierung

Die eigentliche Schichtbildung erfolgt in einem Einbrennofen durch Aufschmelzen bzw. durch thermische Härtung des Lackpulvers bei etwa 140 – 200° C. Temperaturempfindliche Teile (z.B. Kunststoffe) oder sehr große Teile mit hoher Wärmekapazität sind für die Pulverbeschichtung wenig geeignet.

Bei der Entscheidung über Pulverbeschichtungen sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen:

<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• emissions- und abfallarm bzw. -frei</li> <li>• keine gefährlichen Abfälle</li> <li>• lösemittelfreies Material</li> <li>• abwasserfreies Verfahren</li> <li>• hoher Auftragwirkungsgrad</li> <li>• Pulver-Rückgewinnung möglich</li> <li>• Schichtdicken bis 600 µm, daher Vorteile gegenüber Mehrschichtlackierung</li> <li>• hohe mechanische Beständigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringere Oberflächenqualität</li> <li>• geringere Farbton- und Effektvelfalt</li> <li>• Schichten unter 40 µm noch problematisch</li> <li>• nur für leitende Materialien (wegen elektrostatischer Aufbringung)</li> <li>• nicht für temperaturempfindliche Werkstücke</li> <li>• bei sehr großen Teilen kaum praktikabel</li> <li>• größerer Aufwand bei Farbwechseln</li> <li>• stark zerklüftete Werkstücke sind ungünstig</li> </ul>

### **3.3 Abfallvermeidung bei der Teilereinigung mit Lösemitteln**

Achten Sie schon bei der Anlieferung der zu lackierenden Werkstücke darauf, dass diese mit möglichst wenig Verunreinigungen behaftet sein sollten. Zum Korrosionsschutz unbeschichteter Metallteile genügt häufig ein dünner Ölfilm, der im anschließenden Reinigungsschritt leicht entfernt werden kann. Sprechen Sie diesbezüglich mit Ihrem Zulieferer.

Die sorgfältige Reinigung der Arbeitsgeräte ist ebenso wie die Werkstückvorbehandlung Voraussetzung für gute Lackiererergebnisse. Ein sparsamer Einsatz von Reinigungsmitteln spart Kosten und vermindert gleichzeitig die Lösemittlemissionen. Der einfachste und völlig kostenlose Weg besteht zunächst in der Mehrfachnutzung der Reinigungsverdünner.

Mehrfachnutzung für Reinigungsverdünner

1. Pistolenendreinigung mit Frischverdünnung
2. Pistolen-, Leitungs-, Pinselvorreinigung mit leicht verschmutztem Verdünner
3. Einsatz von Schmutzlösemitteln zur Gebindereinigung/-restentleerung
4. Recycling durch Redestillation (intern/extern) und Wiedereinsatz

Nach der Endreinigung der Spritzpistolen mit Frischverdünnung sind die verwendeten Verdünner nur leicht verunreinigt und können für die Vorreinigung von Pistolen, Leitungen oder auch Pinsel weiterverwendet werden. Danach sind die verschmutzten Verdünner noch immer für die Reinigung von Farbgebinden zu gebrauchen.

Sind die Reinigungsverdünner so stark mit Lack verschmutzt, dass sie keine Reinigungswirkung mehr besitzen, können sie betriebsintern wiederaufbereitet werden. Bei einem Reinigungsmittelverbrauch von etwa 1.000 l im Jahr kann eine eigene Destillationsanlage (ab 3 l/h bzw. ab 3.000 €) bereits wirtschaftlich betrieben werden. Das zurückgewonnene Destillat kann dann erneut für Reinigungszwecke eingesetzt werden. Auftretende Verdunstungsverluste müssen durch Nachfüllen von frischem Reinigungsmittel ausgeglichen werden. Je nach Verschmutzungsgrad bleiben noch geringe Mengen Destillationsrückstände übrig, die als gefährlicher Abfall zu entsorgen sind. Die Aufstellung des Destillationsgerätes muss im Exgeschützten Raum und getrennt vom Lacklager erfolgen.

Bei Lösemittelgemischen (Verdünner aus verschiedenen Lösemitteln), wie z.B. Nitroverdünnungen, ändern sich bei einfachen Destillationsverfahren die Mischungsverhältnisse. Unter Umständen lässt dadurch die Reinigungsleistung nach. Durch Nachschärfen des zurückgewonnenen Destillates kann dies jedoch ausgeglichen werden.

Bei kleineren Mengen Verdünnung oder Verwendung sonstiger Lösemittel ist eine betriebseigene Destillationsanlage oftmals nicht wirtschaftlich zu betreiben. Hier empfiehlt sich die externe Verwertung mit der Rückgabe an Hersteller bzw. Lieferanten oder an einen Lohndestillierer, die die gebrauchten Verdünner und Lösemittel zu neuen Produkten aufarbeiten.

Im folgenden werden die wichtigsten gefährlichen Abfälle beschrieben, die beim Lackieren entstehen können. Zusätzlich werden Möglichkeiten für deren Verwertung und Beseitigungswege aufgeführt.

### **3.4 Farb- und Lackabfälle**

#### Typische Bezeichnungen:

Farb- und Lackabfälle (nicht ausgehärtet), die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten

#### Abfallcode und Bezeichnung:

080111\* Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten

#### Anfallstelle / Herkunft:

Herstellung, Vertrieb und Verwendung von Lacken und Farben, Lackier- und Malerbetriebe, Betriebe mit Lackieranlagen; überlagerte Farb- und Lackgebinde bzw. Farb- und Lackreste.

#### Abfallbeschreibung:

Inhaltstoffe: nicht ausgehärtete Farben und Lacke enthalten neben Farbpigmenten (teilweise Schwermetall-haltig), Bindemitteln und Füllstoffen auch Löse- und Dispergiermittel (bis zu 90 %).

Konsistenz: flüssig bis pastös, teilweise in Gebinden

Dichte: etwa 0,7 t/m<sup>3</sup>

GG-Kl. 3, meist WGK 2

#### Lager-/Transportbehältnis:

Lagerung in einem Spezialbehältnis (z. B. ASB / ASF / ASP mit 250 - 1.000 l) oder vergleichbar

#### Externe Verwertung:

Verfahren: R 1, R 3

thermische Verwertung, bei großen Mengen sortenreiner Altlacke/Altfarben auch Aufarbeitung zu Neulacken möglich.

#### Beseitigung:

Verfahren: D 10 (SAV)

### **3.5 Farb- und Lackschlämme**

#### Typische Bezeichnungen:

Lackschlämme, Farbschlämme bzw. Schlämme, die Farben und Lacke mit Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten

#### Abfallcode und Bezeichnung:

080113\* Farb- und Lackschlämme, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten

080115\* wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten

#### Anfallstelle / Herkunft:

Lackierereien und Betriebe mit Lackieranlagen; Entlackung

Abfallbeschreibung:

Inhaltstoffe: Lacke und Farben (Farbpigmente, Bindemittel, Harze, Füllstoffe und Löse- und Dispergiermittel), Wasser, Koaguliermittel.

Konsistenz: flüssig, schlammig bis stichfest

Dichte: etwa 1,2 t/m<sup>3</sup>

GG-Kl. 3, meist WGK 2

Typische Kennzahlen:

Beim Spritzlackieren wird bei einem Auftragswirkungsgrad von 50 % pro Tonne aufgetragenen Lackfestkörpern, d.h. 4 t Lackverbrauch, etwa 2 t Lackschlamm erzeugt (bei 50 % Wassergehalt). Weitere Zahlenbeispiele in Tabelle.

Tab.: Lackschlammmenge in Abhängigkeit vom Auftragswirkungsgrad

Auftragswirkungsgrad [%]	30	40	50	60
Lackverbrauch [t] (halb Lösemittel / halb Festkörper)	6,7	5	4	3,2
Lackauftrag Festkörper [t]	1	1	1	1
Abfallmenge [t] bei Wassergehalt im Lackschlamm 50 %	4,6	3	2	1,4
Abfallmenge [t] bei Wassergehalt im Lackschlamm 80 %	11,5	7,5	5	3,5

(typisches Beispiel, starke Abweichungen je nach Festkörper-/Lösemittelgehalt des Lackes und Koaguliermittel möglich)

Lager-/Transportbehältnis:

Lagerung in einem Spezialbehältnis (z. B. ASF / ASP mit 250 - 1.000 l) oder vergleichbar

Innerbetriebliche Behandlung / Kreislaufführung:

Lackschlämme soweit wie möglich entwässern: mittels Filtersäcken, Korbpressen, Bandfilter oder gar Kammerfilterpressen (siehe Kap. 4.2.3).

Externe Verwertung:

Verfahren: R 1, R 3, R 5

bei Sortenreinheit stoffliche Verwertung der Bindemittel und Pigmente zur Neulackherstellung, Hydrierung, Vergasung, thermische Verwertung

Beseitigung:

Verfahren: D 10 (SAV), ggf. vorab entwässern (D 9)

### ***3.6 Abfälle aus der Entfettung***

#### **3.6.1 Abfälle aus der wässrigen Entfettung, die gefährliche Stoffe enthalten**

Typische Bezeichnungen:

(wässrige) Entfettungsbäder (anorganisch), Entfettungsbäder mit anorganischen Chemikalien

Abfallcode und Bezeichnung:

110113\* Abfälle aus der Entfettung, die gefährliche Stoffe enthalten

Anfallstelle / Herkunft:

Reinigung vor dem Lackieren, insbesondere Entfettung / Entfernung von Mineralölanhaftungen

Abfallbeschreibung:

Inhaltsstoffe: anorganische, fettemulgierende Stoffe wie Laugen (NaOH, KOH) und Lösungen von Soda, Phosphaten, Tensiden; verunreinigt mit Mineralölen, Fetten, Wachsen, Rost und Schmutzpartikeln

Konsistenz: flüssig bis schlammig

Dichte: etwa 1 t/m<sup>3</sup>

GG-Kl. 8 möglich; meist WGK 1

Lager-/Transportbehältnis:

zugelassene Tanks/Tankfahrzeuge oder Flüssigkeitsverpackungen wie Fässer, Kanister

Innerbetriebliche Behandlung / Kreislaufführung:

Abtrennung der Feststoffe (Filter) und Ölanteile (Skimmer, Dekanter, Ultrafiltration).

Externe Verwertung:

Verfahren: R 1

Eine hochkonzentrierte Ölphase kann energetisch verwertet werden.

Beseitigung:

Verfahren: D 9 (CPB), D 10 (SAV)

### 3.6.2 Abfälle aus organischen Lösemitteln (nicht halogeniert)

Typische Bezeichnungen:

Lösemittel; Lösemittelgemische; Waschflüssigkeiten, organisch; Entfettungsbäder, organisch; organische Lösemittel enthaltende Entfettungsbäder (nicht halogeniert)

Abfallcode und Bezeichnung:

140603\* andere Lösemittel und Lösemittelgemische

140605\* Schlämme oder feste Abfälle, die andere Lösemittel enthalten

Anfallstelle / Herkunft:

Reinigung vor dem Lackieren, insbesondere Entfettung / Entfernung von Mineralölanhaftungen

Abfallbeschreibung:

Inhaltsstoffe: Organische Lösemittel(gemische) wie Benzine, Petrolether, Petroleum, Spiritus, Cyclohexanon, Kaltreiniger sowie Emulgatoren bzw. Dispergiemittel wie Fettalkohol-, Fettamin-, Fettsäure-, Fettsäureamid- und Alkylaryl-Polyglykoether; verunreinigt mit Mineralölen, Fetten, Wachsen, Rost und Schmutzpartikeln

Konsistenz: flüssig bis schlammig

Dichte: 0,8-1,2 t/m<sup>3</sup>

Je nach Art des Lösemittels GG-Kl. 3, 6.1 oder 8 möglich; wassergefährdend (WGK 1-2, je nach Art); evtl. Brand- und Explosionsschutz erforderlich



Lager-/Transportbehältnis:

zugelassene Tanks/Tankfahrzeuge oder Flüssigkeitsverpackungen wie Metall- oder Kunststoff-Spundlochfass (bis 200 l bzw. 60 l), Spezialbehältnis (z. B. ASF mit 250 - 1.000 l); Lagerung auf abgedichtetem Untergrund

Innerbetriebliche Behandlung / Kreislaufführung:

Destillation und Abtrennung der Feststoffe zum innerbetrieblichen Wiedereinsatz

Externe Verwertung:

Verfahren: R 1, R 2

Destillation und Abtrennung der Feststoffe zum Wiedereinsatz (siehe Kap. 4.3), thermische Verwertung

Beseitigung:

Verfahren: D 10 (SAV)

### 3.6.3 Abfälle aus organischen Lösemitteln (halogeniert)

Typische Bezeichnungen:

halogenierte Lösemittel, Lösemittelgemische, Waschflüssigkeiten, Entfettungsbäder

Abfallcode und Bezeichnung:

140601*	Fluorchlorkohlenwasserstoffe, H-FCKW, H-FKW
140602*	andere halogenierte Lösemittel und Lösemittelgemische
140604*	Schlämme oder feste Abfälle, die halogenierte Lösemittel enthalten

Anfallstelle / Herkunft:

Reinigung vor dem Lackieren, insbesondere Entfettung / Entfernung von Mineralölanhaftungen

Abfallbeschreibung:

Inhaltsstoffe: halogenierte organische Lösemittel, auch im Gemisch, sowie Rückstände aus der Anwendung (Fette, Öle, Schmutz, Wasser)

Konsistenz: flüssig

Dichte: 0,9 - 1,5 t/m<sup>3</sup>

Meist GG-Kl. 3, je nach Zusammensetzung auch 6.1 oder 8; wassergefährdend (WGK 2 – 3)

Lager-/Transportbehältnis:

zugelassene Tanks/Tankfahrzeuge oder Flüssigkeitsverpackungen wie Metall- oder Kunststoff-Spundlochfass (bis 200 l bzw. 60 l), Spezialbehältnis (z. B. ASF mit 250 - 1.000 l); Lagerung auf abgedichtetem Untergrund.

Innerbetriebliche Behandlung / Kreislaufführung:

Abtrennung der Fest- und Schmutzstoffe zum innerbetrieblichen Wiedereinsatz. Innerbetriebliche Aufbereitung in einer Lösemittel-Recyclingsanlage (Destillation) lohnt sich erst ab großen Mengen.

Externe Verwertung:

Verfahren: R 2

Aufbereitung in einer Lösemittel-Recyclingsanlage (Destillation) zur Abtrennung der Störstoffe und Gewinnung von wiederverwendbaren Lösemitteln.

Auch thermische Spaltung mit Halogen-Rückgewinnung möglich.

Beseitigung:

Verfahren: D 10 (SAV)

### ***3.7 Abfälle aus der Farb- oder Lackentfernung***

Typische Bezeichnungen:

Farb- und Lackentferner (nicht halogeniert), Lösemittel zur Lackentfernung

Abfallcode und Bezeichnung:

080121\* Farb- oder Lackentfernerabfälle

Anfallstelle / Herkunft:

Entfernung von Lackschichten von Oberflächen oder Lackresten vom Auftragssystem

Abfallbeschreibung:

Inhaltsstoffe: halogenfreie Lösemittel, meist im Gemisch, sowie Rückstände aus der Anwendung (Altlacke, Altfarben)

Konsistenz: flüssig

Dichte: 0,8 – 1,2 t/m<sup>3</sup>

meist GG-Kl. 3, auch 6.1 oder 8, je nach Zusammensetzung; meist WGK 2

Lager-/Transportbehältnis:

Lagerung in einem Metall- oder Kunststoff-Spundlochfass (bis 200 l bzw. 60 l), Spezialbehältnis (z. B. ASF mit 250 - 1.000 l) oder vergleichbar

Innerbetriebliche Behandlung / Kreislaufführung:

Bei größeren Mengen an Lösemitteln: haben Sie eine betriebsinterne Aufbereitung mittels Destilliergerät geprüft (siehe Kap. 4.3)

Externe Verwertung:

Verfahren: R 1, R 2

thermische Verwertung, Lösemittel-Destillation

Beseitigung:

Verfahren: D 10 (SAV)

### **3.8 Weitere Abfälle**

Des Weiteren entstehen in Lackier-Betrieben noch eine ganze Reihe an weiteren gefährlichen Abfällen, die aber nicht direkt aus dem Lackier-Prozess stammen. Beispiele sind

- Nebenprozesse: Kompressorkondensate aus der Druckluftherzeugung oder Hydrauliköle
- Bearbeitungsprozesse: Kühlschmierstoff-Emulsionen und Schleifschlämme aus der spanenden Metallbearbeitung
- Haustechnik: Leuchtstoffröhren, Batterien und Rückstände aus der Wärmeerzeugung / Heizanlagen.

## **4 Weiterführende Informationen**

Viele PIUS-Infoschriften zum Lackier-Prozess finden Sie bei [www.pius-info.de](http://www.pius-info.de): dort unter <Suche> - <Stichwort-Suche> in der <Profilliste> die Begriffe „Lackherstellung / Lackanwendung“ auswählen. Auch auf meiner Homepage gibt es noch viele weitere Infos zur Optimierung des Lackier-Prozesses und zum betrieblichen Umweltschutz allgemein: [www.denz-umweltberatung.de/download-infoschriften/](http://www.denz-umweltberatung.de/download-infoschriften/)