

---

Fachtagung am 18. Januar 2005

# Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

---

Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz



**Augsburg, 2004 – ISBN 3-936385-67-X**

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg  
Tel.: (0821) 90 71 - 0  
Fax: (0821) 90 71 - 55 56  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: <http://www.bayern.de/lfu>

Zitiervorschlag:

Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.):

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten (Augsburg 18.01.2005), Augsburg, 2005

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV).

© Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 2005

Gedruckt auf Recyclingpapier

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b>	2
Dr. Nadja Sedlmaier, LfU	
<b>Grundlagen der 31. BImSchV</b>	4
Dr. Richard Schlachta, LfU	
<b>CLEANTOOL – Europaweite Datenbank für die Metallreinigung</b>	44
<b>Beste verfügbare Techniken bei der Oberflächenreinigung von Metallteilen</b>	
Klaus Kuhl, Kooperationsstelle Hamburg	
<b>Metallreinigung mit Pflanzenölester</b>	69
Dipl. Sozialökonom, Dipl. Volkswirt Mario K. Dobernowsky, Kooperationsstelle Hamburg	
<b>Reinigung von Geräten mit Trockeneis</b>	105
Andreas Thomas, Ice-Clean-Thomas GmbH, VS-Villingen	
<b>Ersatz von Problemlösemittel</b>	120
Felix Schmid, Fa. Schmid & Färber AG, CH-Dietikon	
<b>Emissionsarme Reinigungsapparate</b>	132
Dipl.-Ing. (FH) Ralf Dienel, Dürr Ecoclean GmbH, Filderstadt	
Textbeitrag der Fa. Pero AG, Königsbrunn:	158
<b>Metall-Reinigungs-Anlagen für die auf dem Markt befindlichen Lösemittel KW und CKW</b>	
<b>Tagungsleitung/Referenten</b>	160

## Einführung

### Dr. Nadja Sedlmaier, LfU

Verehrte Kolleginnen und Kollegen aus den Behörden,  
geschätzte Partner aus Industrie, Wirtschaft und Handwerk  
meine sehr geehrten Damen und Herren,

ich begrüße Sie alle sehr herzlich zu unserer Fachtagung „Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten“ und darf an dieser Stelle auch die Grüße von unserem Abteilungsleiter und Vizepräsidenten des LfU Herrn Dr. Wunderlich an Sie weitergeben, der uns einen guten Verlauf der Veranstaltung wünscht. Ich freue mich, dass Sie in so großer Zahl unserer Einladung zur heutigen Veranstaltung gefolgt sind.

Die Reinigung der Oberfläche von Produkten mit flüchtigen organischen Stoffen ist eine von 19 verschiedenen Tätigkeiten, für die in der 31. BImSchV Anforderungen festgelegt sind (Anhang II, Nr. 2). Nach Anhang II der 31. BImSchV zählt des Weiteren der Lösemittelverbrauch bei der Reinigung von Geräten und bei der Instandhaltung zu dem Lösemittelverbrauch der jeweiligen im Anhang II genannten Tätigkeit. Immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig werden Anlagen zur Oberflächenreinigung, wenn ein Lösemittelverbrauch von 25 Kilogramm je Stunde oder 15 Tonnen je Jahr überschritten wird.

Nachdem die Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten in der Praxis eine große Bedeutung besitzt, haben wir uns entschlossen, dem Thema Oberflächenreinigung eine eigene Tagung zu widmen.

Die heutige Veranstaltung ist – nach der Fachtagung zur Autoreparaturlackierung am 23.04.02 und zu den Druckereien am 10.12.2002 – die dritte in einer Reihe von LfU-Veranstaltungen zum Vollzug der 31. BImSchV. Wir möchten in diesem Zusammenhang auf unser Internet-Angebot unter folgender Adresse hinweisen: <http://www.bayern.de/lfu/luft/index.html>. Dort finden Sie neben den Tagungsbänden eine Einführung zur 31. BImSchV, einen Leitfaden für Reduzierungspläne sowie verschiedene Musterschreiben und Formulare. Wir selbst planen noch weitere Veranstaltungen für Anlagen zur Beschichtung von Metall, Kunststoffen und Holz. Bei weiterem Informationsbedarf bitten wir Sie, von den Fragebögen, die den Tagungsunterlagen beiliegen, regen Gebrauch zu machen.

Für die heutige Veranstaltung freue ich mich, dass es uns gelungen ist, als Referenten namhafte Vertreter aus dem Bereich der Oberflächenreinigung zu gewinnen und dass auch das Teilnehmerpektrum neben vielen Kollegen von den bayerischen Immissionsschutzbehörden auch Kollegen aus anderen Bundesländern, Gutachter, Anlagenbetreiber sowie Vertreter der Industrie- und Handelskammern umfasst.

Die Vortragsreihe eröffnen wird Herr Dr. Schlachta vom LfU mit grundsätzlichen Ausführungen zu den Anforderungen der 31. BImSchV. Anschließend wird Herr Kuhl von der Kooperationsstelle Hamburg die Besten Verfügbaren Techniken (BAT) bei der Oberflächenreinigung von Metallteilen vorstellen. Schwerpunkt ist dabei die Präsentation der Datenbank „CLEANTOOL“. Herr Dobernowsky, ebenfalls von der Kooperationsstelle Hamburg, wird in diesem Zusammenhang die Einsatzmöglichkeiten von Pflanzenölestern als alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie

beschreiben. Eine innovative Technik, die erfolgreich bei der Gerätereinigung von Druckanlagen im Rahmen der Instandhaltung eingesetzt wird, ist die Reinigung der Druckmaschinen mit Trockeneis. Herr Thomas von der Fa. Ice-Clean-Thomas GmbH wird die Grundzüge des Verfahrens präsentieren. In der anschließenden Pause sind die Teilnehmer eingeladen, in dem vor dem LfU-Gebäude aufgestellten Zelt die Reinigung mittels Trockeneis „live“ zu erleben.

Die Firma Schmid & Färber AG aus der Schweiz hat sich spezialisiert auf den Einsatz emissionsarmer Lösemittel, insbesondere auf den Ersatz von Problemlösemitteln. Herr Schmid wird hierbei insbesondere über organische Spezialreiniger, wässrige Hochleistungsentfetter, Entlacker und Kunststoff-, Wachs- und Harzlöser berichten. Zum Schluss erhalten wir einen Überblick über moderne, emissionsarme Reinigungsmaschinen der Fa. Ecoclean GmbH. Herr Dienel wird dabei die Funktionsweise und den Anwendungsbereich der verschiedenen Reinigungsmaschinen erläutern und anhand von Beispielen veranschaulichen.

Ich bedanke mich sehr bei allen Referenten für ihre Bereitschaft an der heutigen Veranstaltung mitzuwirken. Damit wir auch alle Programmpunkte ausreichend behandeln können, möchte ich die Vortragenden bitten, sich an die vorgesehenen Zeiten zu halten. Wir wollen uns bemühen, alle ausreichend zu Wort kommen zu lassen.

Damit wünsche ich Ihnen allen einen interessanten und ergiebigen Tag, bedanke mich für Ihr Kommen und möchte alle Teilnehmer ermuntern, sich an den Diskussionen und am Erfahrungsaustausch lebhaft zu beteiligen. Die Referenten werden Ihnen nach Möglichkeit auch in den Pausen für Fragen zur Verfügung stehen.

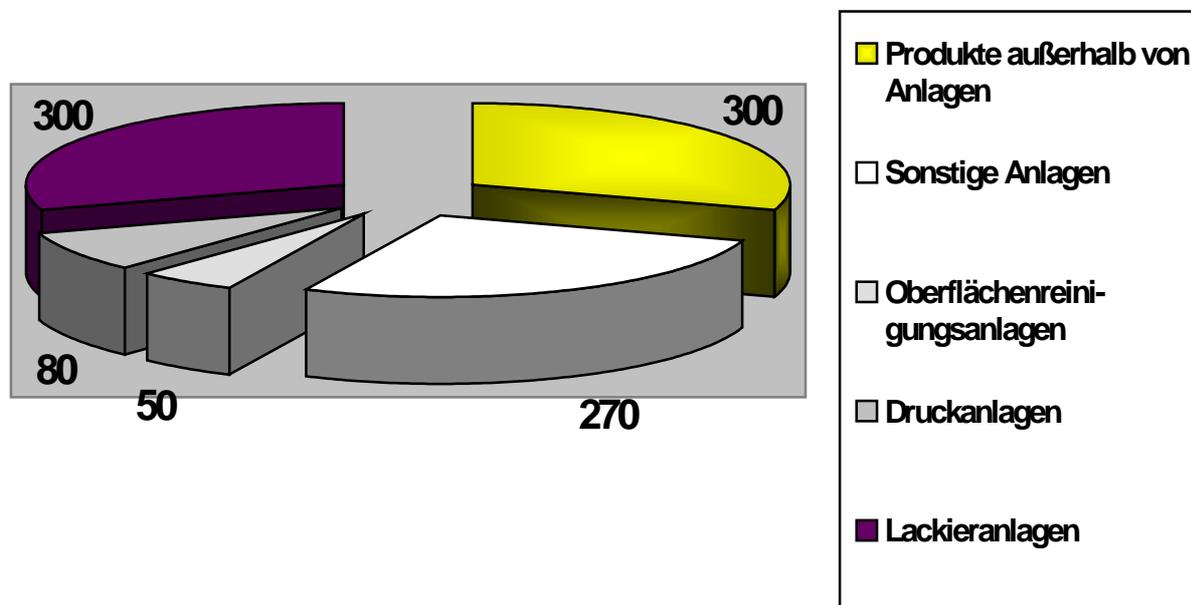
# Grundlagen der 31. BImSchV

Dr. Richard Schlachta, LfU

## 1 Hintergründe

Organische Lösemittel werden bei zahlreichen technischen Verfahren und Tätigkeiten eingesetzt (z.B. beim Lackieren, Drucken) [1–11]. In Deutschland werden zurzeit nach Angaben des Umweltbundesamtes ca. 1.650 Kilotonnen flüchtige organische Verbindungen aus anthropogenen Quellen emittiert. Der Bereich der Lösemittelverwendung ist daran mit ca. 1.000 Kilotonnen, also mit ca. 60 % beteiligt [13].

Geschätzte Anteile der VOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung für das Jahr 1999 (Angaben in kt/a)



Aufgrund ihrer Flüchtigkeit gelangen diese Verbindungen leicht in die Atmosphäre (VOC = **V**olatile **O**rganic **C**ompounds). Diese Stoffe können einerseits direkt die Gesundheit des Menschen schädigen, andererseits sind sie zusammen mit den Stickstoffoxiden Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon, das bei hoher Sonneneinstrahlung gebildet wird – „Sommersmog“. Ozon wirkt sich sowohl schädigend auf Pflanzen als auch auf die menschliche Gesundheit aus. Aus den genannten Gründen wurde von der Europäischen Gemeinschaft die Richtlinie 1999/13/EG vom 11.03.1999 über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei der Verwendung von organischen Lösemitteln entstehen (EU-VOC-RL), erlassen.

Die VOC-RL ist am 11.03.1999 in Kraft getreten und hätte bis zum 01.04.2001 in nationales Recht umgesetzt sein müssen. Bei der nationalen Umsetzung sollte das Ende 1999 in Göteborg angenommene Multischadstoffprotokoll zur Bekämpfung der Versauerung, der Eutrophierung und des bodennahen Ozons im Rahmen der Konvention über den weiträumigen Transport von Luftschadstoffen der UN/ECE (Convention on Long Range Transport of Air Pollutants – CLTRAP, 1999) berücksichtigt werden, das u.a. eine Minderung der VOC-Emissionen um 69 % bis 2010 gegenüber

dem Stand 1990 vorsieht. Aus diesem Grund wurde bei der Umsetzung in deutsches Recht eine Absenkung der Erfassungsschwellenwerte für besonders emissionsrelevante Tätigkeiten mit zahlreichen Betrieben (z.B. Autoreparaturlackierung) vorgenommen.

Mit Sitzung vom 15.08.2001 wurde im Bundeskabinett die EU-VOC-Richtlinie als 31. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in deutsches Recht umgesetzt: 31. BImSchV – Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen – VOC-Verordnung vom 21. August 2001 (BGBl. I Nr. 44 vom 24.08.2001 S. 2180). Die Verordnung ist über die Internetadresse <http://www.bundesanzeiger.de/bgbl1f/findex01.htm> zugänglich.

## **2 Anwendungsbereich und Anforderungen**

### **2.1 Aufbau der VOC-Verordnung**

Die VOC-Verordnung ist wie folgt gegliedert:

- Erster Teil: Anwendungsbereich, Begriffsbestimmungen
  - § 1 Anwendungsbereich
  - § 2 Begriffsbestimmungen
- Zweiter Teil: Begrenzung der Emissionen
  - § 3 Allgemeine Anforderungen
  - § 4 Spezielle Anforderungen
- Dritter Teil: Messung und Überwachung
  - § 5 Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen
  - § 6 Genehmigungsbedürftige Anlagen
- Vierter Teil: Gemeinsame Vorschriften
  - § 7 Ableitbedingungen für Abgase
  - § 8 Berichterstattung an die Europäische Kommission
  - § 9 Unterrichtung der Öffentlichkeit
  - § 10 Andere oder weitergehende Anforderungen
  - § 11 Zulassung von Ausnahmen
  - § 12 Ordnungswidrigkeiten
- Fünfter Teil: Schlussvorschriften
  - § 13 Übergangsregelung
- Anhang I: Liste der Anlagen
- Anhang II: Liste der Tätigkeiten
- Anhang III: Spezielle Anforderungen
- Anhang IV: Reduzierungsplan
- Anhang V: Lösemittelbilanz
- Anhang VI: Anforderungen an die Durchführung der Überwachung

### **2.2 Anforderungen der VOC-Richtlinie (Übersicht siehe Anlage 1)**

Ziel der EU-Richtlinie bzw. der Verordnung ist es, die Emissionen an flüchtigen organischen Stoffen (§ 2 Nr. 11; = organische Verbindungen mit einem Dampfdruck von  $\geq 0,01$  kPa bei 293,15 K oder bei den jeweiligen Verwendungsbedingungen!), insbesondere Lösemittel, durch Ersatz mit emissionsärmeren Stoffen oder durch Abgasreinigungsmaßnahmen zu vermeiden bzw. zu redu-

zieren. Für im Anhang I der Verordnung genannte Anlagen in Verbindung mit den aufgeführten Tätigkeiten nach Anhang II sind hierzu Emissionsgrenzwerte aufgeführt (Anhang III), sofern ein bestimmter Schwellenwert für den Lösemittelverbrauch überschritten wird (siehe Anlage 2 dieses Artikels).

Unter dem Lösemittelverbrauch (§ 2 Nr. 19) ist „die Gesamtmenge an organischen Lösemitteln, die in einer Anlage je Kalenderjahr oder innerhalb eines beliebigen Zwölfmonatszeitraums eingesetzt wird, abzüglich aller flüchtiger organischer Verbindungen, die zur Wiederverwertung zurückgewonnen werden“ zu verstehen. Der Begriff Lösemittel umfasst nicht nur „reine Lösemittel“ (d.h. organische Verbindungen, in denen andere Stoffe sich auflösen), sondern auch Reinigungsmittel, Dispersionsmittel, Konservierungsmittel, Weichmacher oder Mittel zur Einstellung der Viskosität oder der Oberflächenspannung.

Im Anhang II wird die Tätigkeit der Oberflächenreinigung unter Nr. 2 definiert:

Nr.	Bezeichnung der Anlage	Tätigkeitsbeschreibung	Schwellenwert für den LMV (t/a)
2	Reinigung von Oberflächen von Materialien oder Produkten	Jede Tätigkeit mit Ausnahme der Textilreinigung, bei der mit Hilfe von organischen Lösemitteln Oberflächenverschmutzungen von Materialien entfernt werden einschließlich durch Entfetten oder Entlacken. Hierzu zählt auch die Reinigung von Fässern und Behältern. Eine Tätigkeit, die mehrere Reinigungsschritte vor oder nach einer anderen Tätigkeit umfasst, gilt als eine Oberflächenreinigungstätigkeit. Diese Tätigkeit bezieht sich nicht auf die Reinigung der Geräte, sondern auf die Reinigung der Oberfläche der Produkte.	1

Hinweise:

- Für Oberflächenbehandlungsanlagen unter Verwendung organischer Lösemittel, die leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (Siedepunkt bei 1013 mbar von bis zu 423 Kelvin = 150°C) enthalten, gilt nicht die 31. BImSchV, sondern die 2. BImSchV!
- Gemäß Anhang II Nr. 0.1 zählt der Lösemittelverbrauch bei der Reinigung der eingesetzten Geräte und Apparate sowie bei der Instandhaltung zur jeweiligen im Anhang II genannten Tätigkeit.

Für Anlagen zur Oberflächenreinigung von Produkten werden in der Nr. 2 des Anhangs III der Verordnung folgende Emissionsgrenzwerte genannt:

Lösemittelverbrauchs-schwelle [t/a]	Gefasste Abgase [mg/m <sup>3</sup> ]	Diffuse Emissionen [%]	Besondere Anforderungen
>1 – 10	75 <sup>1</sup>	20 <sup>1,2</sup>	Die Oberflächenreinigung ist nach dem Stand der Technik in weitestgehend geschlossenen Anlagen durchzuführen
>10	75 <sup>1</sup>	15 <sup>1,2</sup>	

- 1) Die Grenzwerte gelten nicht für Reinigungsmittel mit einem Gehalt an organischen Lösungsmittel von weniger als 20 vom Hundert, soweit die Reinigungsmittel keine flüchtigen organischen Verbindungen nach § 3 Abs. 2 oder 3 enthalten.
- 2) Abweichend gilt für flüchtige organische Verbindungen nach § 3 Abs. 2 und 3 ein Grenzwert von 10 vom Hundert, für Verbindungen nach § 3 Abs. 2 nur, solange diese Verbindungen nicht durch weniger schädliche Stoffe oder Zubereitungen ersetzt werden können.

In der Verordnung werden die Emissionen der gefassten Abgase sowie die diffusen Emissionen begrenzt (§ 4 Satz 1 in Verbindung mit Anhang III).

Darüber hinaus sieht die Verordnung in den allgemeinen Anforderungen (§ 3) einen besonderen Schutz vor gesundheitsschädigenden Lösemitteln vor. So sind krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe „in kürzest möglicher Frist soweit wie möglich“ zu substituieren (gilt auch für Altanlagen!); als Emissionsbegrenzung ist ein Massenstrom von 2,5 g/h (zum Vergleich EU-VOC-RL: 10 g/h) bzw. im gefassten Abgas von 1 mg/m<sup>3</sup> (EU-VOC-RL: 2 mg/m<sup>3</sup> bei einem Massenstrom > 10 g/h) geplant. Stoffe, denen der R-Satz R 40 („Irreversibler Schaden möglich“) zugeordnet ist und Stoffe, die in Nr. 3.1.7 Kl. I der TA Luft einzustufen sind, dürfen einen Massenstrom von 100 g/h oder in gefassten Abgasen eine Massenkonzentration von 20 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten (EU-VOC-RL: Anforderung nur für halogenierte VOC's mit R-Satz R 40).

Des Weiteren hat der Betreiber einer Anlage alle geeigneten Maßnahmen zu treffen, um die Emissionen während des An- und Abfahrens so gering wie möglich zu halten. Außerdem sind beim Umfüllen von organischen Lösemitteln mit einem Siedepunkt bei 1013 mbar bis zu 150 °C besondere technische Maßnahmen zur Emissionsminderung zu treffen, wenn 100 Tonnen oder mehr jährlich umgefüllt werden.

Alternativ zur Einhaltung der Emissionsbegrenzungen nach Anhang III kann ein sog. Reduzierungsplan verwendet werden (§ 4 Satz 2 der Verordnung in Verbindung mit Anhang IV), mit dem sich der Betreiber verpflichtet, eine Emissionsminderung in mindestens gleicher Höhe zu erreichen. Dadurch sollen Primärmaßnahmen, wie z.B. Einsatz von lösemittelarmen Lacken, Farben, verstärkt gefördert werden.

Bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen finden für die Messung und Überwachung die Anforderungen der TA Luft Anwendung (§ 6 der Verordnung). Bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen sind die Messungen und Überwachung im § 5 der Verordnung geregelt. So sind erstmalige Messungen und wiederkehrende Emissionsmessungen (im 3-jährigen Turnus) zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen durch eine nach § 26 des BImSchG bekanntgegebene Messstelle bei Alt- und Neuanlagen vorzunehmen. Die Messungen können jedoch entfallen, wenn zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für gefasste Abgase eine Abgasreinigung nicht erforderlich ist. Sofern der Massenstrom im gefassten Abgas 10 kg/h, angegeben als Gesamtkohlenstoff, überschreitet, ist eine kontinuierliche Messung bzw. eine vergleichbare kontinuierliche Überwachung vor der Inbetriebnahme (oder bis zum 31.10.2007 bei Altanlagen) zu installieren. Im Anhang VI der Verordnung sind die Anforderungen zu Einzelmessungen und kontinuierlicher Überwachung dargestellt.

Hervorzuheben ist, dass, unabhängig von der Genehmigungsbedürftigkeit einer Anlage in der Regel mindestens einmal jährlich durch eine Lösemittelbilanz nach Anhang V die Einhaltung der Grenzwerte für diffuse Emissionen (§ 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder des Reduzierungsplans (§ 4 Satz 2) vom Betreiber nachzuweisen ist (§ 5 Abs. 6).

In § 7 der Verordnung sind im Übrigen Anforderungen an die Ableitbedingungen der Abgase aufgeführt:

- genehmigungsbedürftige Anlagen: Ableitung nach Nr. 2.4 TA Luft
- nicht genehmigungsbedürftige Anlagen: Abtransport in die freie Luftströmung muss gewährleistet sein. Aus fachtechnischer Sicht des LfU sind hierzu die Anforderungen der mittlerweile zurückgezogenen VDI-Richtlinie 2280 heranzuziehen.

Im § 13 sind Übergangsregelungen zur Einhaltung der Anforderungen der VOC-Verordnung genannt. Altanlagen (siehe § 2 Begriffsbestimmungen Nr. 3.) haben im Regelfall spätestens bis zum 31.10.2007 die Anforderungen (Ausnahme: Substitution krebserzeugender, erbgutverändernder

oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe nach § 3 Abs. 2 Satz 1 in kürzest möglicher Frist) zu erfüllen. Bei Altanlagen, bei denen eine wesentliche Änderung vorgenommen wird oder die infolge einer wesentlichen Änderung erstmals unter die Verordnung fallen, sind die Anforderungen der VOC-Verordnung ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der wesentlich geänderten Anlage einzuhalten. In Anlage 3 des Artikels sind die wichtigsten Fristen zusammengefasst.

## 2.3 Anhang IV Reduzierungsplan

Es ist eine Emissionsminderung in mindestens gleicher Höhe zu erreichen, wie bei Einhaltung der im Anhang III genannten Emissionsbegrenzungen. Der Reduzierungsplan kann spezifisch für die jeweilige Anlage erstellt werden (Typ A). Der Reduzierungsplan ist rechtzeitig vor Inbetriebnahme der Anlage der Behörde vorzulegen. Bei Altanlagen ist die Aufstellung eines Reduzierungsplans bis spät. 31.10.2004 der Behörde mitzuteilen (§ 5 Abs. 7 und § 6 Satz 3). Der Betreiber hat damit die freie Wahl, ob er die Anforderungen der VOC-Verordnung durch eine „end of pipe“-Technologie (Abgasreinigung) oder durch den Ersatz lösemittelreicher durch lösemittelarme Einsatzstoffe (Ziel: Emissionsminderung durch Primärmaßnahmen) einhalten will.

Der Trend bei der Metallentfettung geht neben der im Beispiel gezeigten Vakuumentfettung mittels Kohlenwasserstoffen (KW) in nahezu geschlossenen Anlagen (einzig verbleibende Emissionsquelle in die Luft sind geringe Mengen Abgas der Vakuumpumpe) immer mehr zu wässrigen alkalischen Reinigern [14, 15]. Beide Alternativen, v.a. natürlich der Einsatz von wässrigen alkalischen Reinigern, bieten dem Betreiber die Möglichkeit, dass mit zunehmendem Ersatz alter, VOC-relevanter Waschmaschinen durch Maschinen des neuen Typs die VOC-Verbrauchsschwellen unterschritten werden können und die Anlage ggf. aus dem Anwendungsbereich der Verordnung herausfällt.

**Für die Oberflächenreinigung ist kein Reduzierungsplan nach Anhangs IV B möglich! Es bleibt den Betreibern nur die Möglichkeit der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte nach Anhang III oder ein anlagenspezifischer Reduzierungsplan nach Anhang IV A. Bei Anwendung des anlagenspezifischen Reduzierungsplans müssen die Betreiber die Gleichwertigkeit zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte nach Anhang III nachweisen.**

### Beispiel

**Ausgangssituation: Anlage mit 5 KW-Waschmaschinen herkömmlicher Bauart;  
keine Abgasreinigung**

I1		82.000 kg
I2	Lösemittel, destillativ zurückgewonnen und in der Anlage wieder eingesetzt:	200.000 kg
O1	Emissionen im gefassten Abgas: Abgasvolumenstrom: 3.000 m <sup>3</sup> /h Emissionsmassenkonzentration: 5000 mg/m <sup>3</sup> Betriebsdauer: 4.700 Stunden/Jahr	→ O1 = 70.500 kg
O2	Lösemittel im Abwasser:	vernachlässigbar
O3	Lösemittel im Endprodukt:	vernachlässigbar
O4	Diffuse Emissionen (Berechnung siehe unten)	
O5	Lösemittel, in Abgas- oder Abwasserreinigungsanlage vernichtet:	entfällt
O6	Lösemittel im Abfall:	6.500 kg
O7	Lösemittel, die in Verkaufsprodukten enthalten sind:	entfällt
O8	Lösemittel, zurückgewonnen und nicht wieder eingesetzt:	entfällt
O9	Lösemittel, auf sonstigem Weg freigesetzt:	entfällt

**Der Grenzwert für gefasste Abgase von 75 mg C/m<sup>3</sup> wird hier weit überschritten!**

Lösemittelverbrauch:  $C = I/1 - O/8 = 82.000 \text{ kg}$

Grenzwert für diffuse Emissionen: 15 % der eingesetzten Lösemittel

$0,15 \cdot (I/1 + I/2) = 0,15 \cdot (82.000 \text{ kg} + 200.000 \text{ kg}) = 42.300 \text{ kg}$

Zulässige Gesamtemissionen

$E = 0,15 \cdot (I/1 + I/2) + O/1$  (bei Abgasreinigung)

$= 42.300 \text{ kg} + (3.000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 75 \text{ mg}/\text{m}^3 \cdot 4.700 \text{ h}) = 43.358 \text{ kg}$

Annahme: Die Emissionen von 75 mg C/m<sup>3</sup> (Emissionsgrenzwert nach Anhang III Nr. 2.1.1) entsprechen hier 75 mg VOC/m<sup>3</sup>

Diffuse Emissionen

$F = I/1 - O/1 - O/5 - O/6 - O/7 - O/8$

$= 82.000 \text{ kg} - 70.500 \text{ kg} - 0 - 6.500 \text{ kg} - 0 - 0 = 4.500 \text{ kg}$

Gesamtemissionen

$E = 4.500 \text{ kg} + 70.500 \text{ kg} = 75.000 \text{ kg}$

Der Betreiber hat hier grundsätzlich folgende Möglichkeiten, die Anforderungen der 31. BImSchV einzuhalten:

- Errichtung einer Abgasreinigung (z.B. Adsorption mit Aktivkohle)
- Umstellung auf nicht oder weniger VOC-relevante Reinigungsmittel (z.B. Reinigungsmittel mit einem VOC-Gehalt von weniger als 20 %).
- Bedingung: Die Reinigungsmittel dürfen keine VOC nach § 3 Abs. 2 enthalten!
- Umstellung auf einen neuen, nahezu vollständig gekapselten Waschmaschinentyp unter Anwendung eines anlagenspezifischen Reduzierungsplans nach Anhang IV Abschnitt A.

Der Betreiber in unserem Beispiel hat sich für die dritte Alternative entschieden, die Umstellung auf effizient gekapselte Waschmaschinen. In diesem Fall ist ein Einzelnachweis erforderlich, dass eine Emissionsminderung in der gleichen Höhe erzielt wird, wie dies bei Anwendung der Emissionsgrenzwerte nach Anhang III Nr. 2 der Fall wäre.

**Verbesserung der Anlage: Ersatz der alten Waschmaschine durch neue, geschlossene Waschmaschinen:**

In/Outputströme nach der Verbesserung:

I1 = 9.000 kg

I2 = 273.000 kg

O5 = 0 kg

O8 = 0 kg

O6 = 6.500 kg

O3 = 500 kg

O7 = 0 kg

O1: Bei einer Emissionsmassenkonzentration von 5000 mg/m<sup>3</sup> und einem Abgasvolumenstrom von 50 m<sup>3</sup>/h: 1.175 kg

Lösemittelverbrauch:  $C = I/1 - O/8 = 9.000 \text{ kg}$

Grenzwert für diffuse Emissionen: 20 % der eingesetzten Lösemittel

$$0,20 \cdot (I/1 + I/2) = 0,20 \cdot (9.000 \text{ kg} + 273.000 \text{ kg}) = \underline{56.400 \text{ kg}}$$

Grenzwert für gefasste Emissionen

$$O/1_{\text{zulässig}} = (50 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 75 \text{ mg}/\text{m}^3 \cdot 4.700 \text{ h}) = \underline{18 \text{ kg}}$$

**Grenzwert für Gesamtemissionen:                      56.400 kg + 18 kg = 56.418 kg**

Die Anforderungen für gefasste Emissionen nach Anhang III werden nicht eingehalten: Die zulässige Emissionsmassenkonzentration von 75 mg C/m<sup>3</sup> wird im gefassten Abgas überschritten. Bei Anwendung eines anlagenspezifischen Reduzierungsplans nach Anhang IV A ist jedoch eine Kompensation der Emissionsfracht aus dem gefassten Abgas mit den Minderemissionen aus den diffusen Quellen möglich!

Diffuse Emissionen

$$F = I/1 - O/1 - O/5 - O/6 - O/7 - O/8 \\ = 9.000 \text{ kg} - 1.175 \text{ kg} - 0 - 6.500 \text{ kg} - 0 - 0 = \underline{825 \text{ kg}}$$

Gefasste Emissionen

$$O/1 = (50 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 5000 \text{ mg}/\text{m}^3 \cdot 4.700 \text{ h}) = \underline{1.175 \text{ kg}}$$

Gesamtemissionen

$$E = F + O/1 = 825 \text{ kg} + 1.175 \text{ kg} = \underline{2.000 \text{ kg}}$$

*Zum Vergleich:*

Grenzwert für Gesamtemissionen:                      56.400 kg + 18 kg = 56.418 kg

### **Ergebnis:**

Eine Kompensation ist aus fachtechnischer Sicht zulässig. Die Gesamtemissionen der Anlage liegen weit unter den zulässigen Gesamtemissionen! Durch den Ersatz der Waschmaschinen durch neue Apparate mit quasi geschlossenem System (bis auf Absaugung aus der Vakuumpumpe) wird eine entscheidende Verbesserung der Gesamtemissionen erreicht! Aufgrund der effizienten Kapselung werden die durch das eingesetzte Lösemittel anfallenden Abgase nahezu vollständig erfasst (hier Voraussetzung und Grundlage zur Zustimmung zum vorgelegten Reduzierungsplan; insbesondere zur Berechnung der gefassten Emissionen).

Hinweis:

Bei Überschreitung der zulässigen Emissionsmassenkonzentration ist jedoch zu prüfen, ob schädliche Umwelteinwirkungen ausgeschlossen werden können.

## **2.4 Anhang V Lösemittelbilanz**

Nach § 5 Abs. 6 und § 6 Satz 3 (Überprüfung der Einhaltung der Emissionsbegrenzungen für diffuse Emissionen, für die Gesamtemissionen und des Reduzierungsplans) ist **mindestens einmal im Kalenderjahr** eine Lösemittelbilanz nach dem Verfahren im Anhang V durchzuführen. Die Lösemittelbilanz dient auch zur Bestimmung des Lösemittelverbrauches und damit zur Ermittlung, ob die Anlage der VOC-Verordnung unterliegt. Der Lösemittelbilanz kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Im Übrigen ist zu erwarten, dass die Lösemittelbilanz als positive Begleiterscheinung für den Betrieb zukünftig als Controlling- und Managementsystem zur Betriebskostenreduzierung

verwendet wird. Die Betriebe erhalten durch die Lösemittelbilanz erstmalig einen Überblick über die von einem Lösemittelseinsatz betroffenen Betriebsbereiche und können somit Schwachstellen leichter erkennen.

Bei der Erstellung der Lösemittelbilanz können insbesondere Probleme bei der Datenbeschaffung auftreten, z.B.:

- Verfügbarkeit der Einkaufs- oder Verbrauchsmengen.
- Angaben zu den VOC-Gehalten sowie den Feststoffanteilen der Einsatzstoffe.
- Der Begriff Lösemittel der VOC-Verordnung umfasst nicht nur Lösemittel sondern auch andere flüchtige organische Hilfsstoffe (z.B. Weichmacher), die in der Bilanz zu berücksichtigen sind.
- Fehlende Daten über die Rückgewinnungsmenge bei innerbetrieblichen Lösemittelkreislauf-führungen.
- Unsicherheiten bezüglich des VOC-Gehaltes im Produkt, Abfall, Abwasser, in der Abluft (schwankende Abgasvolumenströme).

#### Übersicht der In/Outputströme (siehe auch Anlage 4)

Bezeichnung	Stoffstrom	Bemerkung
I 1	im Bilanzzeitraum eingesetzte Lösemittel	
I2	im Bilanzzeitraum im selben Prozess eingesetzte Lösemittel aus der betriebsinternen Aufbereitung	nur, wenn Aufbereitungsanlage vorhanden
O1.1	Emissionen im gefassten behandelten Abgas	nur, wenn Abgasreinigung vorhanden
O1.2	Emissionen im gefassten unbehandelten Abgas	
O2	Lösemittel im Abwasser	bei Nassabscheidern; ggf. unter Berücksichtigung der Abwasseraufbereitung bei der Berechnung von O5
O3	Rückstand oder Verunreinigung im Produkt	
O4	diffuse Emissionen durch Fenster, Türen, Lüftungsschächte usw.	
O5	Lösemittel, die chemisch oder physikalisch zerstört werden (z.B. Verbrennung, Aufbereitung von Abgasen, Abwasser)	nur, wenn Abluft- oder Abwasserreinigung
O6	Lösemittel im Abfall	
O7	Lösemittel zum Verkauf (z.B. bei der Herstellung von Lacken, Farben oder Klebstoffen)	
O8	gelagerte Menge aus der Aufbereitung	entfällt, wenn keine betriebsinterne Aufbereitung
O9	Freisetzung auf sonstigem Weg	Ausnahmefälle

Zur Überprüfung der Einhaltung des Gesamtemissionsgrenzwertes oder der Zielemission des Reduzierungsplans (Anhang IV Abschnitt B) lassen sich die Emissionen durch Addition der ermittelten diffusen Emissionen F (siehe 2.2 des Anhangs V) mit den Emissionen in den gefassten Abgasen berechnen.

### 3 Zweifelsfragen

#### Hinweis

Die nachstehenden Zweifelsfragen entstammen dem Auslegungsfragenkatalogs des Ad-hoc-Arbeitskreises zur 31. BImSchV und wurden vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) in seiner 108. Sitzung vom 21. bis 22.09.2004 als Orientierungshilfe zur Anwendung empfohlen.

#### zu § 2 Nr. 11

Fallen auch hochsiedende organische Lösemittel, die bei höheren Temperaturen eingesetzt werden, unter die 31. BImSchV?

#### Antwort:

Ja.

Auch hochsiedende organische Lösemittel (z.B. Weichmacheröle bei der Umwandlung von Kautschuk oder hochpastöse Druckfarben beim Heatset-Rollenoffsetdruck) können, wenn sie bei höheren Temperaturen verwendet werden, von der 31. BImSchV erfasst werden.

Gemäß § 2 Nr. 11 der 31. BImSchV ist eine flüchtige organische Verbindung definiert als eine Verbindung, die bei 293,15 Kelvin (20°C) einen Dampfdruck von 0,01 Kilopascal oder mehr hat (0,1 mbar) oder unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen eine entsprechende Flüchtigkeit aufweist.

Wichtig ist die Flüchtigkeit, d.h. der Dampfdruck der organischen Lösemittel bei der Einsatz- bzw. Betriebstemperatur

#### Beispiel:

Ein organisches Lösemittel, bei dem der Dampfdruck bei 293,15 Kelvin (20°C) Verwendungstemperatur unter 0,01 Kilopascal (0,1 mbar) liegt, ist keine flüchtige organische Verbindung im Sinne der 31. BImSchV.

Im Gegensatz dazu ist ein organisches Lösemittel, das bei 293,15 Kelvin (20°C) einen Dampfdruck unter 0,01 Kilopascal (0,1 mbar) hat und z.B. bei 493,15 Kelvin (220°C) Verwendungstemperatur einen Dampfdruck über 0,01 Kilopascal (0,1 mbar) besitzt, eine flüchtige organische Verbindung im Sinne der 31. BImSchV.

#### zu § 2 Nrn. 6 und 12

Eine von der 31. BImSchV erfasste Anlage steht in einem Raum. Die Raumluft wird durch eine Lüftungstechnische Anlage abgesaugt.

#### Frage:

Zählen die mit der Abluft aus einer Raumluftabsaugung freigesetzten Emissionen zu den diffusen Emissionen oder zu den in gefassten Abgasen enthaltenen Emissionen?

#### Antwort:

Wenn die Emissionen einer Anlage in die Raumluft gelangen und diese Raumluft (Hallenabluft) ins Freie abgeleitet wird, handelt es sich bei diesen Emissionen um diffuse Emissionen im Sinne des § 2 Nr. 6 ("alle nicht in gefassten Abgasen einer Anlage enthaltenen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen einschließlich der Emissionen, die durch Fenster, Türen, Entlüftungsschächte und ähnliche Öffnungen in die Umwelt gelangen ...").

**zu Anhang II Nr. 2**

Trifft es zu, dass genehmigungsbedürftige Anlagen nach Nr. 10.21 des Anhangs zur 4. BImSchV (Anlagen zur Innenreinigung von Eisenbahnkesselwagen, Straßentankfahrzeugen oder Tankcontainern sowie Anlagen zur automatischen Reinigung von Fässern), soweit die Behälter mit organischen Lösemitteln gereinigt werden, unter Nr. 2 des Anhangs I der 31. BImSchV fallen, weil die Aufzählung im Anhang II Nr. 2 nicht abschließend ist?

**Antwort:**

Ja.

Die Liste der Tätigkeiten (Anhang II) nennt unter Nr. 2 (Reinigung der Oberflächen von Materialien oder Produkten) auch speziell die Reinigung von Fässern und Behältern.

Die Anlagen nach 10.21 des Anhangs zur 4. BImSchV sind somit unter Nr. 2 Anhang II aufgeführt und unterliegen dem Anwendungsbereich der 31. BImSchV, sofern der Schwellenwert für den Lösemittelverbrauch von 1 t/a überschritten wird

**zu Anhang II Nr. 2**

Neben einer Anlage zur Lackherstellung nach Anhang I Nr. 16.1 wird auch eine Container- oder Fassreinigungsanlage (Tätigkeit nach Anhang II Nr. 2) für betriebseigene und betriebsfremde Behälter betrieben.

Die Reinigung der betriebseigenen Fässer/Tankcontainer könnte im Sinne von § 1 Abs. 1 i.V.m. Anhang II Nr. 0.1 der Anlage zur Lackherstellung zugeordnet werden, wodurch der Lösemittelverbrauch der o.g. Container- oder Fassreinigungsanlage u.U. die Mengenschwelle gemäß Anhang I Nr. 2.1 unterschreiten könnte.

**Frage:**

Ist bei einer Anlage zur Oberflächenreinigung (Fass- und Containerreinigung), in der betriebseigene und betriebsfremde Behälter gereinigt werden, die Herkunft der Behälter zu beachten?

**Antwort:**

Nein.

Die Herkunft der Fässer/Tankcontainer ist nicht relevant und hat z.B. keinen Einfluss hinsichtlich der Überschreitung der Schwellenwerte oder der emissionsbegrenzenden Anforderungen.

**Hinweis:**

Die Reinigung der „betriebseigenen“ Fässer/Tankcontainer einer Anlage zur Lackherstellung kann grundsätzlich nicht der Tätigkeit des Lackherstellens zugeordnet werden, weil nach Anhang II Nr. 0.1 nur die Reinigung der zur Herstellungstätigkeit eingesetzten Geräte und Aggregate gehören. Die als Transport- bzw. Verkaufsverpackung verwendeten Fässer/Tankcontainer gehören – im Gegensatz zu Rührwerken oder Mischkesseln – nicht zur Lackherstellung.

## **zu Anhang II Nr. 2**

Ist eine Anlage zur Reinigung von Gummiwalzen (Nebeneinrichtung einer Druckerei) eine Oberflächenreinigungsanlage im Sinne des Anhangs I der Nr. 2.1?

### **Antwort:**

Nein.

Gemäß Anhang II Nr. 0.1 gehört zu der jeweiligen Tätigkeit auch die Reinigung der hierfür eingesetzten Geräte und Aggregate, jedoch nicht die Reinigung des Produkts. Beim Reinigen von Gummiwalzen handelt es sich um eine Tätigkeit, die gemäß § 1 Abs. 1 in einer Teilanlage, Verfahrensschritt oder Nebeneinrichtung ausgeführt wird.

### **Hinweis:**

Die Walzenwaschanlagen dienen nicht der Erzeugung des Produktes „gereinigte Walze“, dieses Produkt wird am Markt nicht nachgefragt. Die Walzen sind lediglich zu reinigen, damit der Druckprozess ordnungsgemäß erfolgen kann und sind analog zu der Reinigung von Spritzanlagen bzw. Spritzpistolen zu bewerten (Reinigung des Arbeitsgerätes). Bei neueren Druckmaschinen ist die Reinigungsanlage in die Druckmaschine integriert und eine getrennte Emissionsbewertung kaum möglich. Soweit die Druckmaschinen unter die 31. BImSchV fällt, ist auch der Verbrauch an Lösemitteln beim Reinigen der Walzen in den Lösemittelverbrauch mit einzubeziehen.

## **zu Anhang II Nr. 2**

Bei Tiefdruckanlagen erfolgt die Korrektur des Druckzylinders in einem eigens hierfür konstruierten Korrekturstand. Die Korrektur dient der Vertiefung oder der Verflachung (Plus- / Minuskorrektur) von nicht ordnungsgemäß gravierten Nöpfchen auf der Zylinderoberfläche. Die manuell vorzunehmende Korrektur bezieht sich, entsprechend des Korrekturauftrages, immer nur auf partielle Flächen. Innerhalb der einzelnen Korrekturschritte ist es zwangsläufig notwendig, nicht betroffene Zylinderflächen mit einem Abdecklack zu schützen.

Die aufgebrauchte Schutzschicht muss anschließend mit Lösemitteln wieder entfernt werden.

### **Frage:**

Handelt es sich bei der Einrichtung zur „Zylinder-Reinigung“ um eine Anlage im Sinne des Anhangs I Nr. 2.1 der 31. BImSchV?

### **Antwort:**

Nein.

Die zu reinigenden Zylinder sind als Teile von Druckanlagen anzusehen. Soweit die Druckanlagen von der 31. BImSchV erfasst werden (Anlagen der Nrn. 1.2 oder Nr. 1.3.1 des Anhangs I) ist die Zylinderreinigung nach Anhang II Nr. 0.1 der von der jeweiligen Druckanlage ausgeführten Drucktätigkeit zuzuordnen.

**zu Anhang III Nr. 2.1**

Aus der Sicht von Anlagenbetreibern ist der Emissionsgrenzwert für gefasste Abgase nach Nr. 2.1.1 des Anhangs III von 75 mg C/m<sup>3</sup> auch bei weitestgehend geschlossenen Anlagen ohne Abgasreinigung nicht einhaltbar.

**Frage:**

Gilt die Emissionsbegrenzung auch für gefasste unbehandelte Abgase?

**Antwort:**

Ja.

Anlagen zur Oberflächenreinigung sind entsprechend Nr. 2.1.3 des Anhangs III nach dem Stand der Technik weitestgehend geschlossen auszuführen. Bei geschlossenen Anlagen ist der Lösemittelverbrauch in der Regel so gering, dass diese Anlagen den Schwellenwert nach Nr. 2.1 des Anhangs I von 1 t/a nicht erreichen. Die Anlagen unterliegen dann nicht dem Anwendungsbereich der 31. BImSchV.

Sollte die Mengenschwelle nach Nr. 2.1 des Anhangs I jedoch überschritten werden, sind die Anforderungen des Anhangs III zu erfüllen. Sofern der Emissionsgrenzwert bei gefassten Abgasen von 75 mg C/m<sup>3</sup> nicht eingehalten wird, ist die Anlage mit einer Abgasreinigungseinrichtung auszurüsten.

**zu Anhang III Nr. 2.1.1 und 2.1.2**

Trifft es zu, dass bei Oberflächenreinigungsanlagen im Sinne der Nr. 2.1 des Anhangs I bei der Verwendung von Reinigungsmitteln mit einem Gehalt an organischen Lösemitteln von < 20%, soweit die Reinigungsmittel keine flüchtigen organischen Verbindungen nach § 3 Abs. 2 oder 3 enthalten, die speziellen Anforderungen der Nr. 2.1.2 und 2.1.1 nicht gelten?

**Antwort:**

Ja.

**Hinweis:**

Anhang III Nr. 2.1.3, d.h. die Forderung, dass die Oberflächenreinigung nach dem Stand der Technik in weitestgehend geschlossenen Anlagen durchzuführen ist, gilt weiterhin.

**zu Anhang V Allgemein**

Wie sind die zu Reinigungszwecken eingesetzten Spraydosen mit dem Inhalt flüchtiger organischer Verbindungen bei der Lösemittelbilanz zu berücksichtigen, wenn sie im Prozess eingesetzt werden?

**Antwort:**

Nach Anhang II Nr. 0.1 sind die Reinigung der Geräte und Aggregate sowie die Wartung oder Instandhaltung grundsätzlich der jeweiligen Tätigkeit zuzurechnen. Das hat zur Folge, dass alle diesbezüglich eingesetzten organischen Lösemittel nach § 2 Nr. 25 in die Lösemittelbilanz eingehen. Im Einzelfall kann wegen geringer Häufigkeit, Umweltrelevanz oder Umfang der Reinigungsarbeiten mit dem Ziel einer Vereinfachung der Lösemittelbilanz in Abstimmung mit der zuständigen Behörde anders verfahren werden.

**Hinweis:**

Treibgase in Spraydosen sind keine organischen Lösemittel im Sinn der 31. BImSchV.

### **zu Anhang V Nr. 1.2; O8 in Verbindung mit Nr. 2.1.1**

In einer Lackieranlage werden Applikationsgeräte in einer geschlossenen Reinigungsanlage gereinigt, gegenüber der offenen Reinigung werden dadurch Lösemittlemissionen stark vermindert und gleichzeitig der Lösemittelbedarf für die Reinigung gesenkt. Die Reinigungslösemittel werden, wenn sie verunreinigt sind, in einer betriebsinternen Anlage regeneriert und wieder zur Reinigung eingesetzt.

#### **Frage:**

Können die Lösemittelströme als O8 identifiziert und von den eingesetzten Lösemitteln abgezogen werden?

#### **Antwort:**

Nein.

Es handelt sich um innerhalb der Anlage/Tätigkeit zurückgewonnene Lösemittel, die im Kreislauf geführt werden und deshalb nicht als O8 im Sinne des Anhangs V Nr. 1.2 zu werten sind.

Die betriebsinterne Lösemittelaufbereitung steht in einem direkten technischen Zusammenhang mit der Reinigung der Lackiergeräte. Diese Reinigung gehört gemäß Anhang II 0.1 zur Tätigkeit des Beschichtens. Damit ist die Lösemittelaufbereitung Bestandteil der Beschichtungsanlage und die zurückgewonnenen Lösemittel sind gemäß Nr. 1.2 des Anhangs V als Input I2 zu bilanzieren. Damit werden sie bei der Bestimmung des Lösemittelverbrauchs gemäß Anhang V Nr. 2.1.1 außer Betracht gelassen.

**Fristen zur Erstellung der jährlichen Lösemittelbilanz gemäß § 5 Abs. 6 und § 6 Satz 2:**

	<b>Termine für die Erstellung der Lösemittelbilanz</b>	<b>Funktion der Lösemittelbilanz</b>
<b>GENEHMIGUNGSBEDÜRFTIGE ANLAGEN</b>		
<b>Neuanlagen</b>		
	Erstmalig vor Inbetriebnahme	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1) sowie zur Prüfung der Plausibilität der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 (Abschätzung)
	Jährlich ab Inbetriebnahme	Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sowie der Ermittlung des Lösemittelverbrauchs
<b>Wesentliche Änderung von Anlagen</b>		
	Erstmalig vor Inbetriebnahme der wesentlich geänderten Anlage im Rahmen des Genehmigungsantrages	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1) sowie zur Prüfung der Plausibilität der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 (Abschätzung)
	Jährlich ab Inbetriebnahme der wesentlich geänderten Anlage	Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sowie der Ermittlung des Lösemittelverbrauchs
<b>Altanlagen</b>		
Bei Entscheidung für die Einhaltung der anlagenspezifischen Emissionsgrenzwerte des Anhangs III	Erster Bilanzierungszeitraum spätestens vom 01.11.2007 – 31.10.2008 und danach jährlich	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs sowie Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c)
Bei Entscheidung für einen Reduzierungsplan gemäß § 4 Satz 2	Spätestens bis zum 31.10.2004 im Rahmen der Mitteilung des Reduzierungsplanes an die Behörde Erster Bilanzierungszeitraum spätestens vom 01.11.2005 – 31.10.2006 und danach jährlich	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs sowie bei Anwendung eines Reduzierungsplans auch in der Regel als Grundlage für die Aufstellung und Prüfung seiner Plausibilität Nachweis der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sowie Ermittlung des Lösemittelverbrauchs

	<b>Termine für die Erstellung der Lösemittelbilanz</b>	<b>Funktion der Lösemittelbilanz</b>
<b><u>NICHT GENEHMIGUNGSBEDÜRFTIGE ANLAGEN</u></b>		
<b>Neuanlagen</b>		
	Erstmalig vor Inbetriebnahme im Rahmen der Anzeige nach § 5 Abs. 2 Satz 1	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1) sowie bei Anwendung eines Reduzierungsplans auch in der Regel als Grundlage für die Aufstellung und Prüfung seiner Plausibilität
	Jährlich ab Inbetriebnahme	Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sowie der Ermittlung des Lösemittelverbrauchs
<b>Wesentliche Änderung von Anlagen</b>		
Wesentliche Änderung einer in Betrieb befindlichen Anlage	Erstmalig <ul style="list-style-type: none"> <li>• vor Inbetriebnahme der wesentlich geänderten Anlage im Rahmen der Anzeige nach § 5 Abs. 2 Satz 4</li> <li>• im Rahmen der Anzeige nach § 5 Abs. 2 Satz 3</li> </ul>	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1) sowie bei Anwendung eines Reduzierungsplans auch in der Regel als Grundlage für die Aufstellung und Prüfung seiner Plausibilität
	Jährlich <ul style="list-style-type: none"> <li>• ab Inbetriebnahme der wesentlich geänderten Anlage</li> </ul>	Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) oder der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sowie der Ermittlung des Lösemittelverbrauchs
<b>Altanlagen</b>		
Im Rahmen der Anzeige nach § 5 Abs. 2 Satz 2 oder Satz 3	Erstmalig spätestens zum 25.08.2003 oder 6 Monate nach Überschreitung des Schwellenwertes	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs (Anhang V Nr. 2.1.1)
Bei Entscheidung für die Einhaltung der anlagenspezifischen Emissionsgrenzwerte des Anhangs III	Erster Bilanzierungszeitraum spätestens vom 01.11.2007 – 31.10.2008 und danach jährlich	Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach § 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe b) oder c) sowie Ermittlung des Lösemittelverbrauchs
Bei Entscheidung für einen Reduzierungsplan gemäß § 4 Satz 2	Spätestens bis zum 31.10.2004 im Rahmen der Mitteilung des Reduzierungsplanes an die Behörde gemäß § 5 Abs. 7 Satz 2	Ermittlung des Lösemittelverbrauchs sowie bei Anwendung eines Reduzierungsplans auch in der Regel als Grundlage für die Aufstellung und Prüfung seiner Plausibilität
	Erster Bilanzierungszeitraum spätestens vom 01.11.2005 – 31.10.2006 und danach jährlich	Nachweis der Einhaltung des Reduzierungsplans nach § 4 Satz 2 sowie Ermittlung des Lösemittelverbrauchs

**Literatur:**

- [1] C. Böttcher-Tiedemann, Nationale Umsetzung der EU-Lösemittelrichtlinie, Umwelt, Bd. 30, Nr. 4/5, 16 (2000).
- [2] D. Jepsen, Die Umsetzung der EG Lösemittel-Richtlinie als Herausforderung und Chance für kleine und mittlere Unternehmen, [www.oekopol.de/](http://www.oekopol.de/)
- [3] Lösemittel-Reduzierung bei der Möbelfertigung, Deutsches Lackinstitut, Dokumente zu Lacken und Farben 5, Frankfurt, 1998.
- [4] Wasserlack-Broschüre, Landesverband Holz + Kunststoff Baden-Württemberg, Stuttgart, [www.schreiner-bw.de/](http://www.schreiner-bw.de/)
- [5] W. Hansemann, M. Baums, Holz lösemittelarm lackieren – Praxis-Ratgeber zur Umsetzung der europäischen VOC-Richtlinie in der Holz- und Möbelindustrie, Hauptverband der Deutschen Holz und Kunststoffe verarbeitenden Industrie und verwandter Industriezweige e.V
- [6] Technische Richtlinie für Fahrzeugreparatur-Lackierungen, CEPE 1999.
- [7] Lösemittel-Reduzierung im Maler- und Lackierhandwerk, Deutsches Lackinstitut, Dokumente zu Lacken und Farben 7, Frankfurt 1999.
- [13] Umwelt, 6/2001, S. 402.

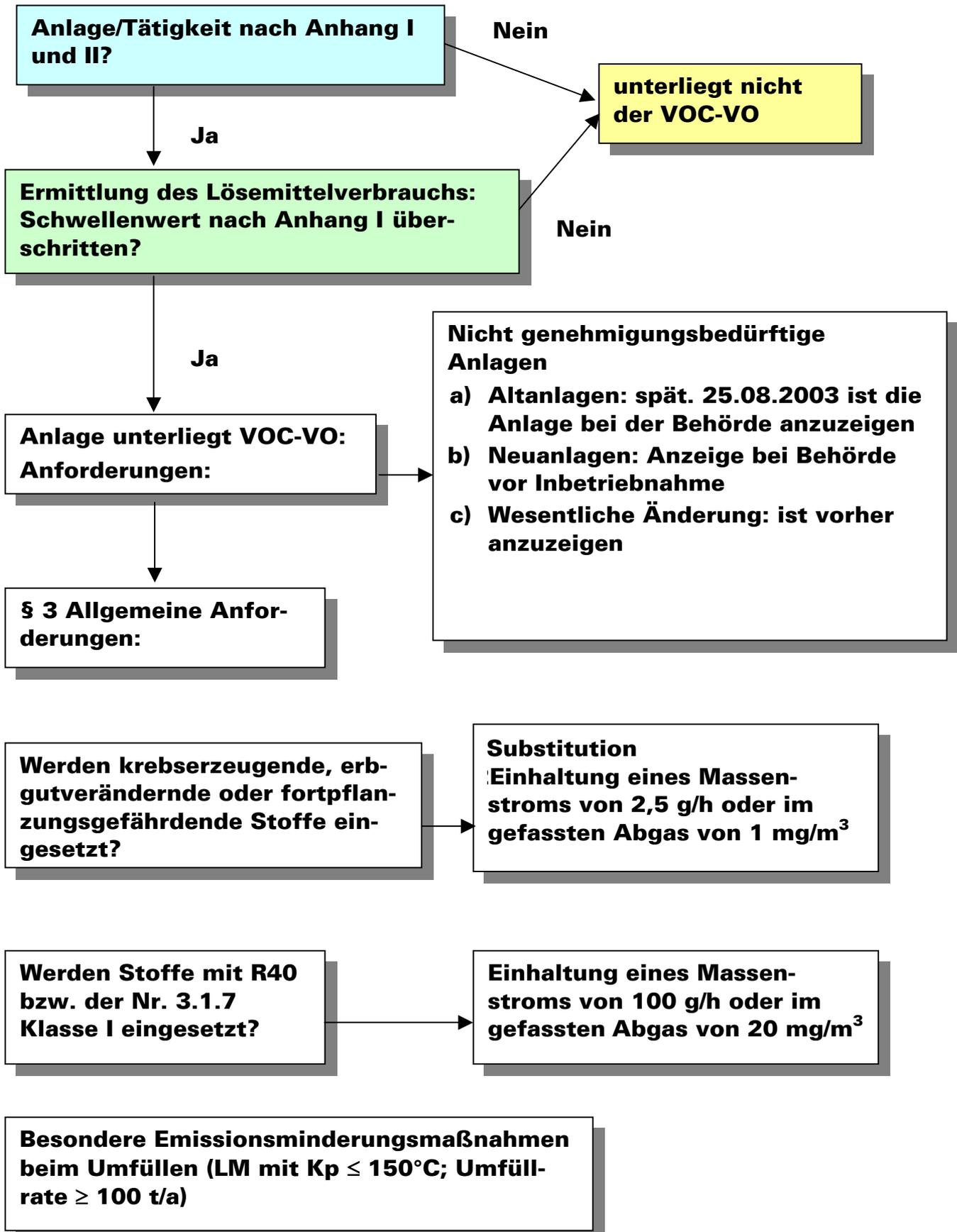
**Projekte**

- [8] Lösemittelbilanz und Reduzierungsplan für kleine und mittlere Unternehmen der Kfz-Reparaturlackierung, Projektträger: Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg, Projektnehmer: Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU), Universität Karlsruhe
- [9] Minderung der Emissionen an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC) in Schreinereien, Projektträger: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Projektnehmer: Umweltzentrum für Handwerk und Mittelstand e.V., Freiburg, Projektbericht unter [www.uvm.baden-wuerttemberg.de/](http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/)
- [10] Die Lösemittelverordnung – Einführung und Vorschläge zur Umsetzung in der Praxis, Ute Hackmack, Birgit Mahrwald, Umweltbundesamt, Forschungsbericht 500 44 301
- [11] Entwicklung eines praxisorientierten Leitfadens zum verbesserten Einsatz von Wasserbasislacken in kleinen und mittleren Unternehmen der Kfz-Reparaturlackierung, Projektträger: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Projektnehmer: Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung, Projektbericht unter [www.uvm.baden-wuerttemberg.de/](http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/)
- [12] Ermittlung des Standes der Technik und der Emissionsminderungspotenziale zur Senkung der VOC-Emissionen aus Druckereien, Projektträger: Umweltbundesamt, Projektnehmer: Ökopol, Projektbericht unter [www.oekopol.de/Druck/Refdruck.html](http://www.oekopol.de/Druck/Refdruck.html)
- [14] Stand der Technik und Potentiale zur Senkung der VOC-Emissionen aus Anlagen zur Reinigung von Oberflächen, Dr. Winfried Schwarz, Dr. Andre Leisewitz, Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Frankfurt/Main, im Auftrag des Umweltbundesamtes, 1999.
- [15] Datenbank „Clean Tool“; [www.cleantool.org/](http://www.cleantool.org/); Kooperationsstelle Hamburg, im Auftrag der EU-Kommission
- [16] Praxisleitfaden Lösemittelverordnung: [www.charlottenburg-wilmersdorf.de/umweltamt/loesmittel.htm](http://www.charlottenburg-wilmersdorf.de/umweltamt/loesmittel.htm)
- [17] Optimierung Wissenstransfer: Lösemittel in Ostwestfalen-Lippe: [www.owlquadrat.de/](http://www.owlquadrat.de/)

**Anlagen:**

1. Übersicht zu den Anforderungen der VOC-Verordnung
2. Von der VOC-Verordnung erfasste Anlagen
3. Übersicht wichtiger Fristen nach der VOC-Verordnung
4. Lösemittelbilanz: Übersicht der zu erfassenden Input/Outputströme

# 1. Übersicht zu den Anforderungen der VOC-Verordnung



**§ 4 Spezielle Anforderungen:**

- **Einhaltung von Emissionsbegrenzungen nach Anhang III oder**
- **Reduzierungsplan nach Anhang IV**

**§ 7 Einhaltung der Ableitbedingungen:**

- a) nicht genehmigungsbed.: in freie Luftströmung**
- b) genehmigungsbed.: nach TA Luft**

**Messungen und Überwachung:**

**Jährliche Lösemittelbilanz nach Anhang V zum Nachweis über die Einhaltung der Emissionsbegrenzungen bzw. des Reduzierungsplans**

**Emissionsmessungen:**

- **nicht genehmigungsbedürftige Anlagen:**
  - **erstmalige und wiederkehrende Emissionsmessungen durch § 26 Messstelle (wenn Abgasreinigung erforderlich)**

**Termine:**

**erstmalige Messung:**

**a) Altanlagen: Ende 2. KJ ab Einhaltungsjahr (2009)**

**b) Neue- und wesentl. geänderte Anlagen:**

**frühestens 3 Monate und spät. 6 Monate nach Inbetriebnahme**

**wiederkehrende Messung: alle 3 Jahre**

**- kontinuierliche Messung bei Emissionsmassenstrom  $\geq 10$  kg C/h**

- **genehmigungsbedürftige Anlagen:**  
**nach TA Luft**

**2. Von der VOC-Verordnung erfasste Anlagen**

<b>Nr.</b>	<b>Anlage nach Anhang I der Verordnung</b>	<b>Lösemittelverbrauchsschwelle [t/a]</b>
1.1	Heatset-Rollenoffset-Druckverfahren	15
1.2	Illustrationstiefdruckverfahren	25
1.3	Sonstige Drucktätigkeiten	15
2.1	Oberflächenreinigung	1
3.1	Textilreinigung	0
4.1	Kfz-Serienbeschichtung	0
4.2	Fahrerhäuser-Serienbeschichtung	0
4.3	Beschichten von Nutzfahrzeugen	0
4.4	Beschichten von Bussen	0
4.5	Beschichten von Schienenfahrzeugen	5
5.1	Fahrzeugreparaturalackierung	0
6.1	Beschichten von Bandblech	10
7.1	Beschichtung von Wickeldraht mit phenol-, kresol- oder xylenolhaltigen Beschichtungsstoffen	0
7.2	Sonstige Wickeldrahtbeschichtung	5
8.1	Sonstige Metall- oder Kunststoffbeschichtung	5
9.	Beschichten von Holz oder Holzwerkstoffen	5
10.	Beschichten von Textil-, Gewebe-, Folien- oder Papieroberflächen	5
11.1	Beschichten von Leder	10
12.	Holzimprägnierung	10/0
13.1	Laminierung von Holz oder Kunststoffen	5
14.1	Klebebeschichtung	5
15.1	Schuhherstellung	5
16.	Herstellung von Anstrich- oder Beschichtungsstoffen, Herstellung von Bautenschutz- oder Holzschutzmitteln, Klebstoffen oder Druckfarben	100
17.1	Umwandlung von Kautschuk	10
18.	Extraktion von Pflanzenöl, tierischem Fett, Raffination von Pflanzenöl	10
19.1	Herstellung von Arzneimitteln	50

### 3. Übersicht wichtiger Fristen nach der VOC-Verordnung

Anforderungen	Neuanlage / Wesentl. geänderte Anlagen	Altanlage
§ 5 Abs. 2 Anzeigepflicht nicht gen.bed. Anlagen	rechtzeitig vor Inbetriebnahme	bis 25.08.2003
§ 3 Allg. Anforderungen § 4 Spezielle Anforderungen § 5 Abs. 5 Satz 1 (kontinuierl. Messung) § 7 Abs. 1 (Ableitbedingungen)	ab Inbetriebnahme	bis 31.10.2007
§ 5 Abs. 4 erstmalige und wiederkehrende Emissionsmessungen bei nicht genehmigungsbed. Anlagen	<u>erstmalig:</u> frühestens 3 Monate vor und spät. 6 Monate nach Inbetriebnahme <u>wiederkehrend:</u> alle 3 Jahre	<u>erstmalig:</u> bis Ende 2. KJ ab Einhaltungsjahr (i.d.R. Ende 2009) <u>wiederkehrend:</u> alle 3 Jahre
§ 5 Abs. 7 Reduzierungsplan	rechtzeitig vor Inbetriebnahme	Mitteilung bis 31.10.2004
§ 5 Abs. 6, § 6 Satz 2 Lösemittelbilanz	mind. jährlich Erstellung einer Lösemittelbilanz	

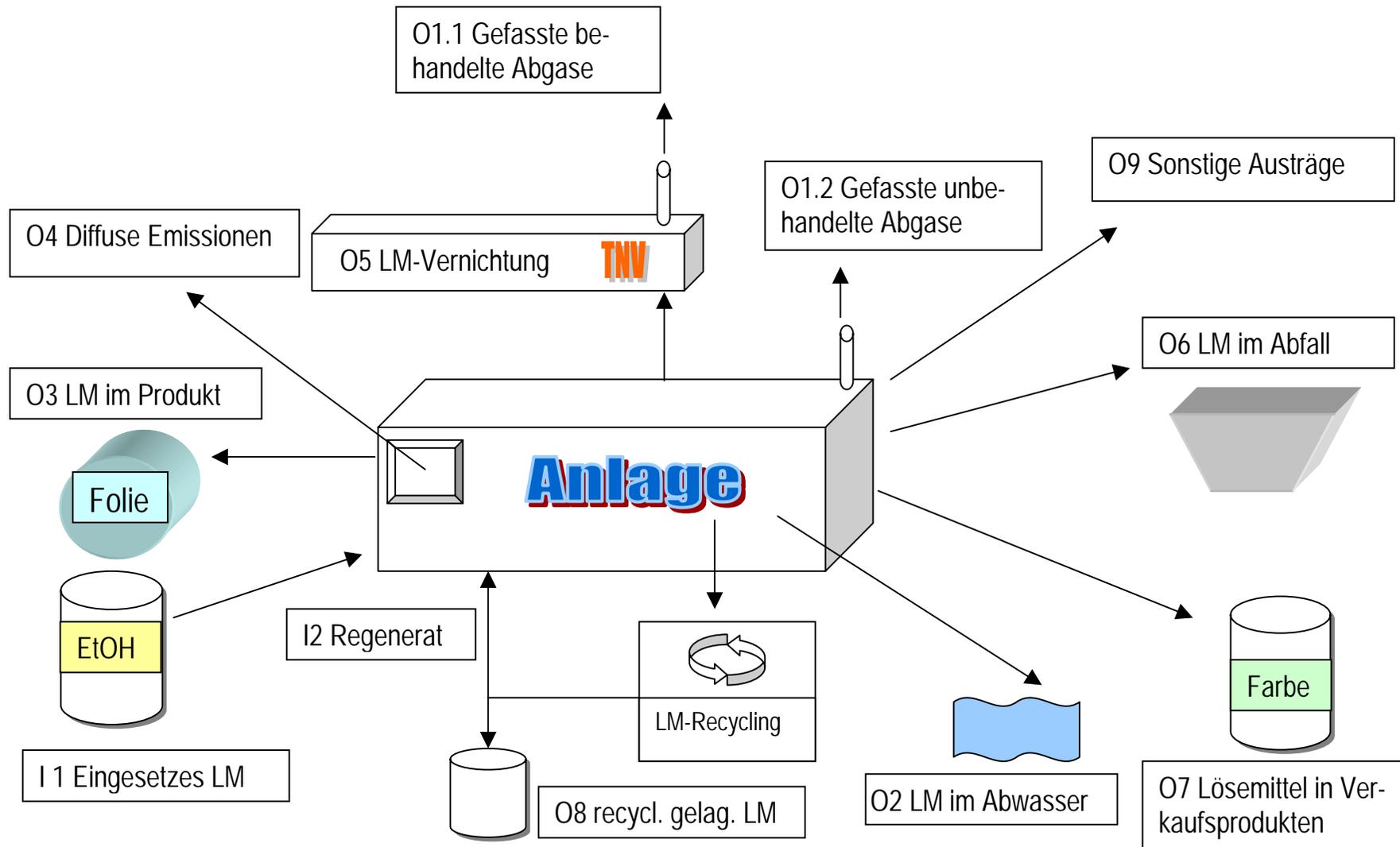
#### Wesentliche Änderung von Anlagen gemäß § 2 Nr. 28:

- a) bei genehmigungsbedürftigen Anlagen eine Änderung im Sinne von § 16 Abs. 1 des BImSchG;
- b) bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen
  - aa) eine Änderung, die nach der Beurteilung durch die zuständige Behörde erhebliche negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder auf die Umwelt haben kann.
  - bb) eine Änderung der Nennkapazität, die bei Anlagen der Nummern 1.1, 1.3, 9.2 oder 11.1 des Anhangs I mit einem Lösemittelverbrauch von 25 t/a oder weniger, zu einer Erhöhung der Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen um mehr als 25 % führt, oder
  - cc) eine Änderung der Nennkapazität, die bei anderen als den im Doppelbuchstabe bb genannten nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (hier bei den Druckereien: Nrn. 1.2) zu einer Erhöhung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen um mehr als 10 % führt.

#### Nennkapazität nach Nr. 21 des § 2 der 31. BImSchV:

Maximale Masse der in einer Anlage eingesetzten organischen Lösemittel, gemittelt über einen Tag, sofern die Anlage unter Bedingungen der Normalbetriebs entsprechend ihrer Auslegung betrieben wird.

#### 4. Lösemittelbilanz: Übersicht der zu erfassenden Input/Outputströme [nach 10]



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Ausgangslage:

- Ein Betreiber
- Eine Produktionshalle: Herstellung von Metallteilen + Reinigung mit Lösemitteln
- 100 Waschtische:
  - Jährlich eingekaufte Lösemittelmenge: 10.500 kg
  - Jährlich zu entsorgende Lösemittelmenge: 3.300 kg
  - Lösemittelverbrauch I = I1 (Menge eingesetzter organischer Lösemittel im Bezugszeitraum) – O8 (zur Wiederverwendung zurückgewonnene Lösemittel, die jedoch nicht als Einsatz gelten) = 10.500 kg/a
- + eine Reinigungsmaschine
  - Jährlich eingekaufte Lösemittelmenge: 10.200 kg
  - Jährlich zu entsorgende Lösemittelmenge: 500 kg
  - Lösemittelverbrauch I = I1 (Menge eingesetzter organischer Lösemittel im Bezugszeitraum) – O8 (zur Wiederverwendung zurückgewonnene Lösemittel, die jedoch nicht als Einsatz gelten) = 10.200 kg/a

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /18.01.2005

Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz



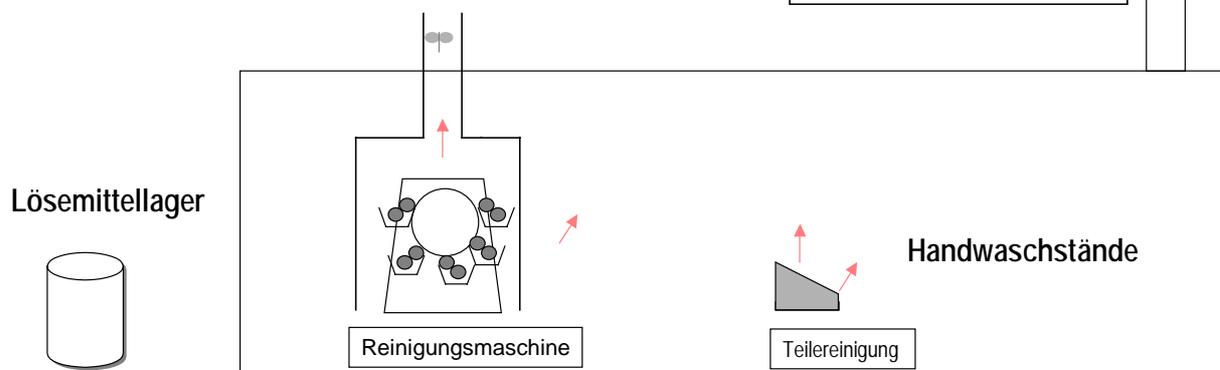
1

## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Variante 1: Eine gemeinsame Anlage zur Oberflächenreinigung

EQ 1: Reinigungsmaschine, ca. 2.500 m<sup>3</sup>/h =  
Emission in gefasstem Abgas O1

EQ 2: Hallenabluft =  
diffuse Emissionen O4



© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /18.01.2005

Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz



2

## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Anforderungen nach der 31. BImSchV:

**1. Schritt:** Handelt es sich um eine immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlage?

Ja, Lösungsmittelverbrauch > 15 t/a

-> Nr. 5.1 Spalte 2 des Anhangs der 4. BImSchV:

Hier Reinigungsmaschine + Handwaschstände eine gemeinsame Anlage im Sinne des § 1 (3) der 4. BImSchV:

- Selber vergleichbarer technischer Zweck: Oberflächenreinigung
- Selbes Betriebsgelände
- Verbunden mit gemeinsamen Betriebseinrichtungen: Gemeinsame Hallenabluftführung, gemeinsames Lösemittelleinsatzlager, gemeinsame Lagerung des verbrauchten Lösemittels



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

2. Schritt: Werden in der Anlage Tätigkeiten nach dem Anhang I der VOC-Verordnung durchgeführt

Ja.

Nr. 2 des Anhangs I:  
Oberflächenreinigung von  
Produkten

3. Schritt: Unterliegt die Tätigkeit der 31. BImSchV aufgrund des Lösemittelverbrauchs?

Ja; Lösemittelverbrauch >>  
Schwellenwert von 1 t/a

#### Hinweise:

- Für Oberflächenbehandlungsanlagen unter Verwendung organischer Lösemittel, die leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (Siedepunkt bei 1013 mbar von bis zu 423 Kelvin = 150°C) enthalten, gilt nicht die 31. BImSchV, sondern die 2. BImSchV!
- Die Reinigung von Geräten zählt nicht zur Nr. 2, sondern zur jeweiligen Tätigkeit



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

Werden kritische Stoffe wie CMR-Stoffe, Stoffe mit R40, Stoffe der Nr. 5.2.5 Klasse I eingesetzt?

Nein

Alternative 1:  
Einhaltung der Emissionsgrenzwerte nach Anhang III Nr. 2

Alternative 2:  
Einhaltung eines Reduzierungsplans nach Anhang IV Abschnitt A?



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Anforderungen nach Anhang III Nr. 2. der 31. BImSchV:

Schwellenwert [t/a]	Emissionsgrenzwert für Abgase [mg C/m <sup>3</sup> ]	Grenzwert diffuse Emissionen [% eingesetztes Lösemittel]	Besondere Anforderungen
> 1 - 10	75 (1)	20 (1) (2)	Die Oberflächenreinigung ist nach dem Stand der Technik in weitestgehend geschlossenen Anlagen durchzuführen
> 10	75 (1)	15 (1) (2)	

- 1) Abweichend gilt für VOC nach § 3 Abs. 2 und 3 ein Grenzwert von 10%, für Verbindungen nach § 3 Abs. 2 nur, solange diese Verbindungen nicht durch weniger schädliche Stoffe oder Zubereitungen ersetzt werden können.
- 2) Die Grenzwerte gelten nicht für Reinigungsmittel mit einem Gehalt an organischen Lösemitteln von weniger als 20 Gew.%, soweit die Reinigungsmittel keine VOC nach § 3 Abs. 2 oder 3 enthalten



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### § 7 Einhaltung der Ableitbedingungen:

- |                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| a) nicht genehmigungsbedürftig: | in freie Luftströmung |
| b) genehmigungsbedürftig:       | nach Nr. 2.4 TA Luft  |

### § 3 Allgemeine Anforderungen:

Besondere Emissionsminderungsmaßnahmen beim Umfüllen (LM mit Siedepunkt  $\leq 150$  °C; Umfüllrate  $\geq 100$  t/a

### Hinweis:

Bei genehmigungsbedürftigen Anlagen ist in Nr. 5.2.6 der TA Luft der Stand der Technik bezüglich dem Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern flüssiger organischer Stoffe dargestellt und daher anzuwenden.



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### **§ 5 Abs. 4: Messung und Überwachung**

Jährliche Lösemittelbilanz nach Anhang V zum Nachweis über die Einhaltung der Emissionsbegrenzungen bzw. des Reduzierungsplanes

### **Emissionsmessungen:**

#### a) Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen

- kontinuierliche Messung bei Emissionsmassenstrom  $\geq 10$  kg C/h
- erstmalig und wiederkehrend durch § 26 Messstelle (bei Abgasreinigung)

#### **Termine:**

##### erstmalige Messung:

- a) Altanlagen: Ende 2. KJ ab Einhaltungsjahr (2009)
  - b) Neue- und wesentlich geänderte Anlagen:  
frühestens 3 Monate und spät. 6 Monate nach Inbetriebnahme
- wiederkehrende Messung: alle 3 Jahre

#### b) Genehmigungsbedürftige Anlagen: nach TA Luft



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

Bei der Oberflächenreinigung können folgende Emissionen auftreten:

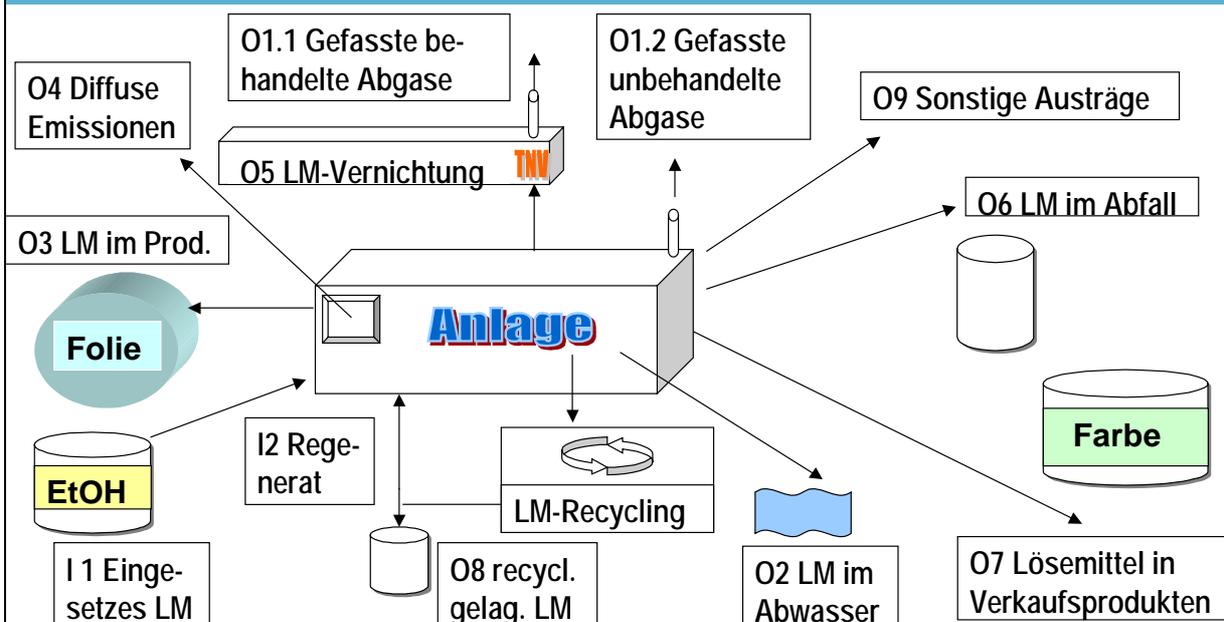
- Diffuse VOC-Emissionen: Z.B. offene Stellen, Undichtigkeiten, bei Umfüllvorgängen, durch VOC als Rückstand im Endprodukt (O3)
- Gefasste Abgase O1: Abgas, das bei der Oberflächenreinigung gezielt abgesaugt (Objektabsaugung) und ins Freie abgeleitet wird

Hinweis:

Wenn die Emissionen einer Anlage in die Raumluft gelangen und diese Raumluft ins Freie geleitet wird -> Bewertung als diffuse Emissionen O4

-> TA Luft Nr. 5.1.3: „Nicht vermeidbare Abgase sind an ihrer Entstehungsstelle zu erfassen, soweit dies mit verhältnismäßigem Aufwand möglich ist“ + Forderung Nr. 2.1.3 Anhang III nach geschlossener Bauweise von Oberflächenreinigungsanlagen

## Anhang V Lösemittelbilanz: In- und Outputströme [nach 10]



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Lösemittelbilanz:

		Handwaschstände [kg/a]	Reinigungsmaschine [kg/a]
I1	Menge Lösemittel im Bezugszeitraum eingesetzt	10.500	10.200
I2	Lösemittel zur Wiederverwendung in der Anlage	0 (keine Zurückgewinnung)	0
O1	Emissionen in gefassten Abgasen	0 (Hallenabluft = diffuse Emission)	9.700
O2	Lösemittel im Abwasser	0	0
O3	Lösemittel im Endprodukt	Wird hier vernachlässigt	Wird hier vernachlässigt
O4	Diffuse Emissionen	Berechnung nach Anhang V	Nach Anhang V

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /18.01.2005

11

Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz

## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Lösemittelbilanz:

		Handwaschstände [kg/a]	Reinigungsmaschine [kg/a]
O5	Durch Abgasreinigung vernichtete Lösemittel	0	0
O6	Lösemittel im Abfall	3.300	500
O7	Lösemittel in Verkaufsprodukten	0	0
O8	Zur Wiederverwendung zurückgewonnen Lösemittel, die nicht als Einsatz zählen	0	0
O9	Sonstige freigesetzte Lösemittel	0	0

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /18.01.2005

12

Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz

## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

**Variante 1 – eine gemeinsame Anlage zur Oberflächenreinigung: Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen nach Nr. 2 des Anhangs III:**

**Berechnung der diffusen Emissionen nach Anhang V Nr. 2.2.1 a:**

$$F = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8 = \\ (10.500 + 10.200 \text{ kg/a}) - 9.700 - 0 - 3.800 \text{ kg/a} - 0 - 0 = 7.200 \text{ kg/a}$$

**Ermittlung der Emissionen nach Anhang V Nr. 2.1.2 a):**

$$E = F + O1 = 7.200 \text{ kg/a} + 9.700 = 16.900 \text{ kg/a}$$

## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

**Überprüfung der Einhaltung des Anhang III Nr. 2.1.2 für diffuse Emissionen:**

Grenzwert diffuse Emissionen =  $(I1 + I2) \cdot \text{Prozentsatz} =$

$$20.700 \text{ kg/a} \cdot 0,15 = 3.105 \text{ kg/a}$$

-> Grenzwert für diffuse Emissionen nicht eingehalten!

**Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen des Anhangs III Nr. 2.1.3:**

-> Manuelle Waschstände entsprechen nicht der Anforderung nach weitgehend geschlossenen Anlagen!

## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Überprüfung der Einhaltung der Anforderung des Anhangs III Nr. 2.1.1 für gefasstes Abgas:

O1 = 9.700 kg/a (von Reinigungsmaschine)

-> Berechnung der Emissionsmassenkonzentration [mg C/m<sup>3</sup>] im Abgas der Reinigungsmaschine:

Mit Abgasvolumenstrom von 2.500 m<sup>3</sup>/h; 220 Arbeitstage; 17 h/Tag (=3.740 h/Jahr) -> Emissionsmassenstrom: 2,6 kg/h -> Emissionsmassenkonzentration: 1.037 mg/m<sup>3</sup> (bei Annahme eines Umrechnungsfaktors von 0,7: -> **726 mg C/m<sup>3</sup>**)

-> Zulässiger Emissionsgrenzwert von 75 mg C/m<sup>3</sup> **überschritten!**

-> Emissionsmindernde Maßnahmen sind zu treffen!



## Oberflächenreinigung: Beste Verfügbare Technik

### Möglichkeiten zur Emissionsminderung bei der Oberflächenreinigung:

#### Wichtige Informationsquellen:

- 1) Forschungsbericht 29744906/2 „Stand der Technik und Potenziale zur Senkung der VOC-Emissionen aus Anlagen zur Reinigung von Oberflächen“, Büro für Umweltforschung und –beratung GmbH, im Auftrag des UBA
- 2) [www.umweltbundesamt.de/voc/index.html](http://www.umweltbundesamt.de/voc/index.html): UBA-Portal für lösemittelarme Produkte
- 3) <http://eippcb.jrc.es/pages/Factivities.htm>: Beste Verfügbare Techniken bei der Oberflächenbehandlung
- 4) Datenbank: <http://www.cleantool.org>



## Oberflächenreinigung: Beste Verfügbare Technik

### Möglichkeiten zur Emissionsminderung bei der Oberflächenreinigung:

- Einsatz von Lösungsmittelarmen bzw. –freien Reinigungsmitteln
- Einsatz von Lösungsmitteln mit niedrigem Dampfdruck
- Verzicht auf Reinigung bzw. Reinigungszwischenstufen
- Optimierung vorhandener Trocknungssysteme z.B. durch Änderung der Trockenzeit, Temperatur, Anordnung der Ware
- Verwendung geschlossener Reinigungssysteme (Minimierung der diffusen Emissionen), Verwendung emissionsarmer Flanschverbindungen, Armaturen und Pumpen

## Oberflächenreinigung: Beste Verfügbare Technik

- Verwendung von Abgasbehandlungsanlagen (mit Lösungsmittelrückgewinnung oder katalytischer/thermischer Nachverbrennung)
- Verwendung geschlossener Füll- und Entleersysteme (Einsatz der Gaspindelungstechnik bei Umfüllvorgängen)

## Oberflächenreinigung: Beste Verfügbare Technik

### Reinigung mit Kohlenwasserstoffen

Konventionell:

- Reinigung an **Waschtischen** von Hand mit Bürste, Pinsel etc.
- Lösemittel mit Flammpunkt > 55 °C
- Drucklose Lösemittelzuführung
- Lösemittel fließt über eine Wanne in den Vorratsbehälter zurück

### VOC-Substitution: Wässrige Reinigungsautomaten

- Wäsche mit wässrigen alkalischen Reinigern
- Prinzip: Analog „Geschirrspülmaschine, vollautomatische Reinigung
- Reinigung der Teile in Drehkörben
- Düsensystem mit 3 bar, 80 °C



## Oberflächenreinigung: Beste Verfügbare Technik

### Metallentfettung in der Industrie

Entwicklungen

Reinigung mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW: Perchlorethen, Trichlorethen, Methlenchlorid)

- Heißreinigung mit Dampfentfettung in geschlossenen Anlagen
- CKW sind in Deutschland zur Metallentfettung nur noch wenig im Einsatz (seit 1986 hohe Anforderungen nach 2. BImSchV)

~~Manuelle CKW-Kaltreinigung~~

Reinigung mit Kohlenwasserstoffen C<sub>9</sub> – C<sub>15</sub>

- Manuelle Reinigung
- Kaltreinigung bzw. Reinigung unter dem Flammpunkt

(Reinigung findet zum Teil auf umgebauten CKW-Maschinen statt)

➤ Neuer Stand der Technik bei KW-Anlagen: geschlossene Anlagen zur Vakuumreinigung mit Dampfentfettung

Reinigung mit wässrigen alkalischen Reinigern

- Manuelle Reinigung
- Warm- / Heißreinigung in geschlossenen Anlagen



## Oberflächenreinigung: Beste Verfügbare Technik

### Vor- und Nachteile der verschiedenen Reinigungsmittel:

	Vorteile	Nachteile
Wässrige Reinigungsmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Keine VOC</li> <li>➤ Nicht brennbar</li> <li>➤ Einsetzbar in vollautomatischen Waschanlagen mit Spritzdruck</li> <li>➤ Massenfertigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Energieaufwand</li> <li>➤ Aufwendig Badpflege</li> <li>➤ Große Abwassermenge</li> <li>➤ Probleme mit Metallverträglichkeit</li> </ul>
Hochsiedende KW	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Emissionsarm</li> <li>➤ Lange Zwischenlagerung ohne Korrosionsbildung möglich</li> <li>➤ Einsatzgebiete: Zulieferer der Autoindustrie, Tauchbadreinigung mit direkter oder indirekter Erwärmung, Reinigungsvorgänge, die keine rückstandsfreie Verdunstung oder Nachbearbeitung benötigen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Geringere Reinigungskraft</li> <li>➤ Langsame Verdunstung</li> </ul>

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /18.01.2005

21

Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz



## Oberflächenreinigung: Beste Verfügbare Technik

### Reinigung mit Kohlenwasserstoffen (KW)

#### Kaltreinigung bzw. Reinigung unter Flammpunkt

- Aus Explosionsschutzgründen kann mit KW ohne Vakuum nur unter Flammpunkt, d.h. bis max. 50 °C gereinigt werden.
  - Niedriger Dampfdruck der Reinigungslösemittel
- langsamere Teiletrocknung  
Anwendung bei geringen bis mittleren Anforderungen an die Oberflächenreinheit und die Trocknungszeit

#### Vakuumreinigung mit Dampfentfettung und Vakuumtrocknung

1. Tauchreinigung mit KW gleichzeitig destillative Aufarbeitung der verschmutzten Lösemittel
  2. Dampfentfettung unter Vakuum
  3. Trocknung unter Vakuum
- beschleunigte Abdunstung der Teile

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /18.01.2005

22

Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz



## Oberflächenreinigung: Beste Verfügbare Technik

### Reinigung mit wässrigen alkalischen Reinigern

Seit ca. 1990 Ersatz der früheren CKW-Reinigung/Entfettung von Oberflächen durch wässrige alkalische Reiniger

Auch ein Teil der bisherigen KW-Anwendungen kann durch wässrige alkalische Reiniger ersetzt werden.

Einsatz wässriger alkalischer Reiniger sowohl bei der manuellen Reinigung als auch bei der Reinigung in geschlossenen Anlagen möglich.

Hierzu werden Ein- und Mehrkammeranlagen eingesetzt. Die in dreh- oder schwenkbaren Warenkörben enthaltenen Teile werden getaucht, mit Druck gespritzt oder geflutet.

Reinigung bei erhöhter Temperatur und ggf. mit Ultraschall-Unterstützung

Für den abwasserfreien Betrieb sind Verdampferanlagen im Einsatz.



## Oberflächenreinigung: Beste Verfügbare Technik

### Reinigung mit Dampf:

Reinigung von Werkstücken vor oder nach dem Härten, von Werkstückoberflächen vor dem Beschichten, von Formen und Kunststoffen

- Behandlung des Reinigungsguts mit Luft/Dampfgemisch
- Absaugung des verunreinigten Luft/Dampfgemisch im unteren Bereich der Arbeitskammer
- Aufbereitung der Luft
- Zurückführung der gereinigten Luft in den Arbeitskreislauf



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Möglichkeiten für emissionsmindernde Maßnahmen:

1. Einsatz von Reinigungsmittel mit einem Gehalt an organischen Stoffen mit einem Gehalt an organischen Lösemitteln < 20 Gew.%  
-> Anforderungen nach Nr. 2.1.1 und 2.1.2 des Anhangs III gelten nicht!
2. Reinigungsmaschine:  
Installation einer Abgasreinigungseinrichtung, möglichst mit Lösemittelrückgewinnung, mit dem Ziel der Einhaltung des Emissionsgrenzwertes für gefasste Abgase Nr. 2.1.1 des Anhangs III



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

3. Handwaschstände: Falls organische Lösemittel weiter verwendet werden müssen: Maßnahmen zur Reduzierung des Lösemittelverbrauchs, z.B.:
  - Einsatz möglichst emissionsarmer Reinigungsmittel:  
Beispiel: Spezial-Reinigungsmittel: Ca. 10 g/h Gewichtsverlust (bei 220 Arbeitstagen/Jahr mit 8 h/Tag -> 18 kg/Jahr; bei Einsatz von 1600 kg Reiniger/Jahr -> ca. 1% diffuse Emissionen
  - Installation weitgehend geschlossener Handwaschstände
  - Sofortiger Rückfluss des Lösemittels in geschlossenen Auffangbehälter
  - Zur Vermeidung von VOC-Emissionen: Keine unnötige, permanente Absaugung der Handwaschstände, kein Abblasen der Produkte mit Druckluft
  - Einsatz geschlossener Waschautomaten; Reduzierung der Anzahl der Handwaschstände



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### 3. Handwaschstände:

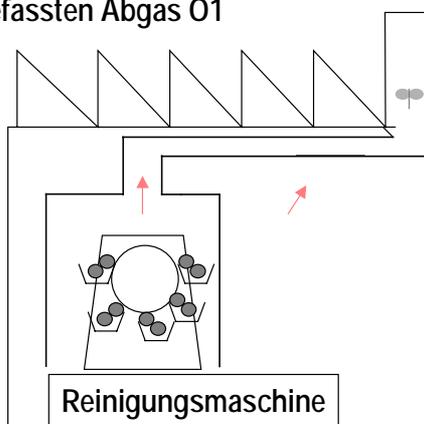
- Optimierung der Reinigermenge auf die tatsächlich erforderliche Mindestmenge
- Dokumentation über die verwendeten Waschlösungen
- Schulung des Personals: Bewusstsein und Bereitschaft zur Vermeidung und Verminderung von VOC schaffen!

## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Variante 2: Immissionsschutzrechtlich 2 getrennte Anlagen zur Oberflächenreinigung

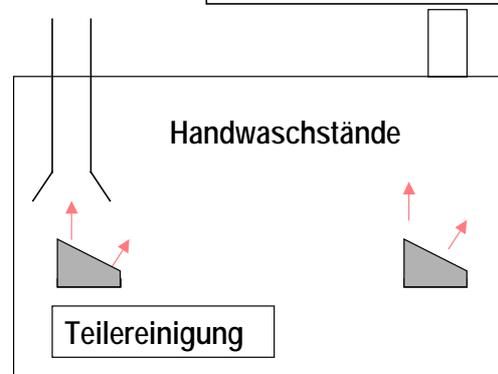
EQ1: Reinigungsmaschine

Ca. 2.500 m<sup>3</sup>/h = Emission in  
gefassten Abgas O1



EQ3: Emissionen im  
gefassten Abgas O1

EQ 2: Hallenabluft =  
Diffuse Emissionen  
O4



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Variante 2: Immissionsschutzrechtlich 2 getrennte Anlagen:

#### **Bewertung:**

- a) Reinigungsmaschine: Emissionsgrenzwert für gefasste Abgase Nr. 2.1.1 Anhang III nicht eingehalten!

Kompensationslösung wegen geschlossener Bauweise zwischen diffusen Emissionen und gefassten Abgasen möglich (Reduzierungsplan nach Abschnitt A)?



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Variante 2: Immissionsschutzrechtlich 2 getrennte Anlagen:

#### **Bewertung:**

- a) Reinigungsmaschine:

Grenzwert für diffuse Emissionen:  $15\% \cdot (I_1 + I_2) = 0,15 \cdot 10.200 = 1.530 \text{ kg/a}$

Emissionsfracht bei Einhaltung von  $75 \text{ mg C/m}^3$  im Abgas:  $75 \text{ mg C/m}^3 \cdot 2.500 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 3.740 \text{ h/Jahr} \cdot 10^{-6} = (701,25 \text{ kg C/a})/0,7 = 1002 \text{ kg/a}$

- > zulässige Gesamtemission:  $E = F + O_1 = 1002 + 1530 \text{ [kg/a]} = 2.532 \text{ kg/a}$
- > Vergleich: Tatsächliche Emissionen:  $9.700 \text{ kg/a!}$
- > Kompensationslösung nicht möglich
- > Primäre Maßnahmen (d.h. Umstellung auf VOC-armes Reinigungsmittel) oder Installation einer Abgasreinigung erforderlich!



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 1

### Variante 2: Immissionsschutzrechtlich 2 getrennte Anlagen:

#### b) Handreinigungsstände:

Emissionen gehen in die Raumluft -> Emissionsgrenzwert für diffuse Emissionen werden nicht eingehalten

Zulässige diffuse Emissionen:  $0,15 * (I1 + I2) = 0,15 * 10.500 \text{ kg/a} = 1.575 \text{ kg/a}$

Tatsächliche diffuse Emissionen: 7.200 kg/a!

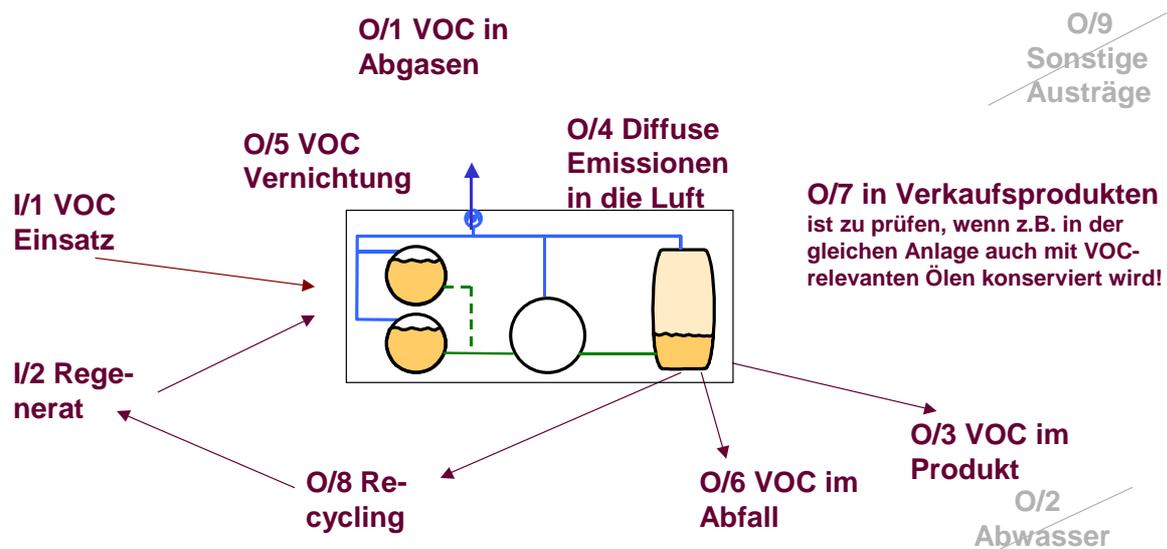
#### **Maßnahmen:**

Analog Variante 1



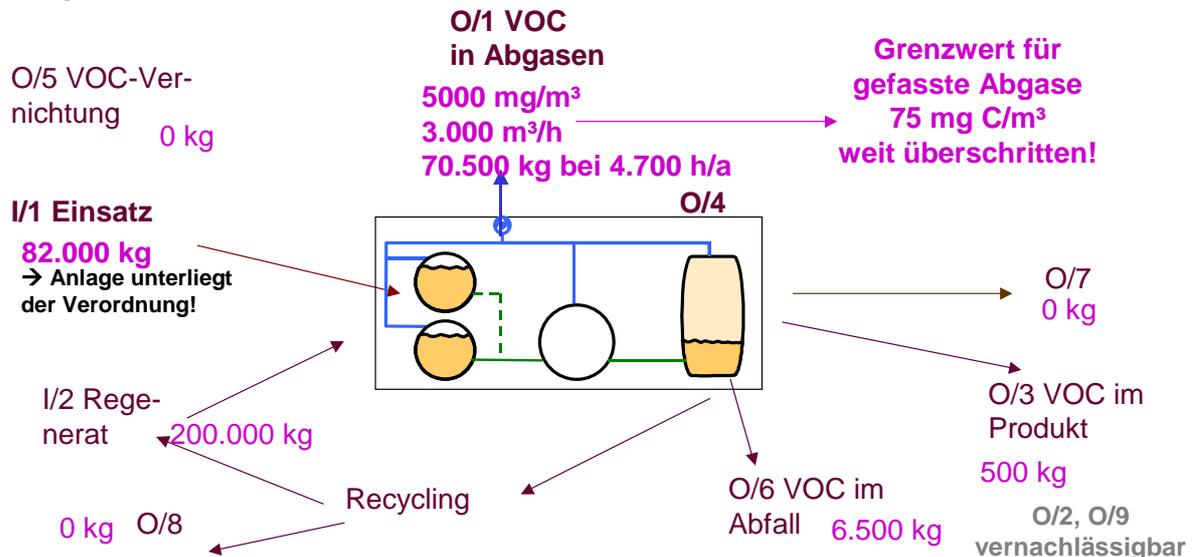
## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 2

### Reinigung mit Kohlenwasserstoffen - Lösemittelbilanz



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 2

### Reinigung mit Kohlenwasserstoffen – Lösemittelbilanz Anlage mit 5 KW-Waschmaschinen herkömmlicher Bauart



© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /18.01.2005

33

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 2

### Reinigung mit Kohlenwasserstoffen – Lösemittelbilanz Anlage mit 5 KW-Waschmaschinen herkömmlicher Bauart

Ist ein Reduzierungsplan möglich?

**Grenzwert für gefasste Abgase 75 mg C/m<sup>3</sup> weit überschritten!**

Die Tätigkeit der Oberflächenbehandlung in Anhang IV Abschnitt B und C nicht genannt: Kein Reduzierungsplan nach Anhang IV B und C möglich!  
→ Alternative: „Maßgeschneiderter“ Reduzierungsplan nach Abschnitt A

→ Einzelnachweis erforderlich, dass durch den Reduzierungsplan eine Emissionsminderung in der gleichen Höhe erzielt wird, wie dies bei Anwendung der Emissionsgrenzwerte der Fall wäre.

© LfU /Ref. 1/4/Dr. Schlachta /18.01.2005

34

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 2

### Reinigung mit Kohlenwasserstoffen – Lösemittelbilanz Anlage mit 5 KW-Waschmaschinen herkömmlicher Bauart

Lösemittelverbrauch:  $C = I/1 - O/8 = 82.000 \text{ kg}$

Grenzwert für diffuse Emissionen: 15 % der eingesetzten Lösemittel  
 $0,15 \cdot (I/1 + I/2) = 0,15 \cdot (82.000 \text{ kg} + 200.000 \text{ kg}) = 42.300 \text{ kg}$

Zulässige Gesamtemissionen

$E = 0,15 \cdot (I/1 + I/2) + O/1$  (bei Abgasreinigung)  
 $= 42.300 \text{ kg} + (3.000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 75 \text{ mg/m}^3 \cdot 4.700 \text{ h}) = 43.358 \text{ kg}$

Annahme: 75 mg C = 75 mg VOC

Diffuse Emissionen

$F = I/1 - O/1 - O/5 - O/6 - O/7 - O/8$   
 $= 82.000 \text{ kg} - 70.500 \text{ kg} - 0 - 6.500 \text{ kg} - 0 - 0 = 4.500 \text{ kg}$

Gesamtemissionen

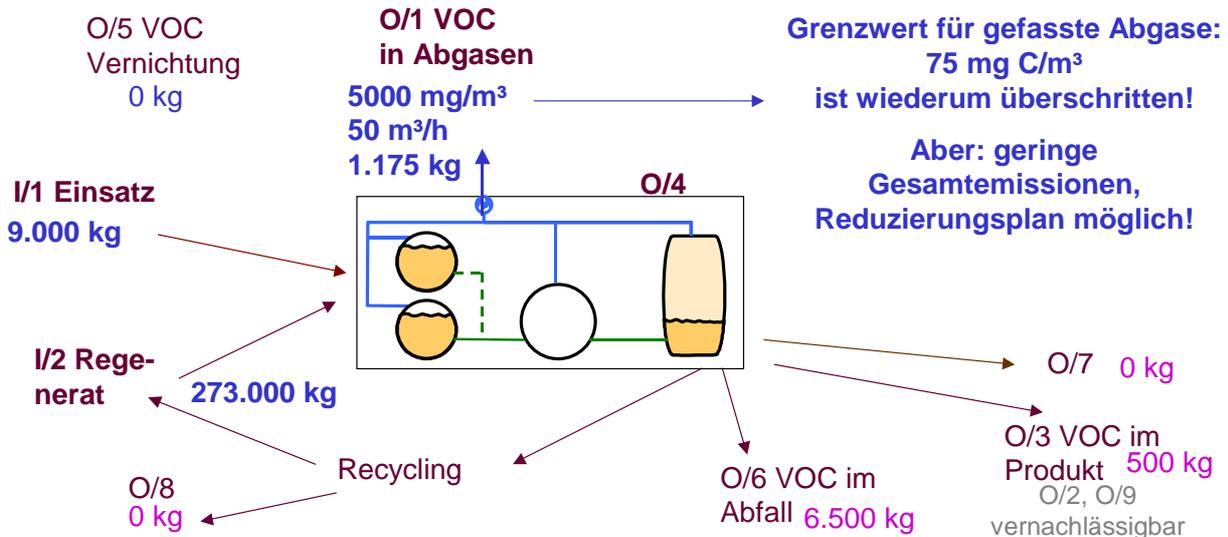
$E = 4.500 \text{ kg} + 70.500 \text{ kg} = 75.000 \text{ kg}$

**Emissionsminderung erforderlich!**



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 2

### Anwendung eines anlagenspezifischen Reduzierungsplans nach Abschnitt A: Anlage mit 5 KW-Waschmaschinen nach Stand der Technik (nahezu geschlossenes System)



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 2

**Reinigung mit Kohlenwasserstoffen – anlagenspezifischer Reduzierungsplan:**

**Kompensation der Mehremissionen aus der gefassten Emissionsquelle durch geringere diffuse Emissionen**

Lösemittelverbrauch:  $C = I/1 - O/8 = \underline{9.000 \text{ kg}}$

Grenzwert für diffuse Emissionen: 20 % der eingesetzten Lösemittel  
 $0,20 * (I/1 + I/2) = 0,20 * (9.000 \text{ kg} + 273.000 \text{ kg}) = \underline{56.400 \text{ kg}}$

Grenzwert für gefasste Emissionen

$O/1_{\text{zulässig}} = (50 \text{ m}^3/\text{h} * 75 \text{ mg}/\text{m}^3 * 4.700 \text{ h}) = \underline{18 \text{ kg}}$

Grenzwert für Gesamtemissionen  $56.400 \text{ kg} + 18 \text{ kg} = \underline{56.418 \text{ kg}}$



## Oberflächenreinigung: Fallbeispiel 2

**Reinigung mit Kohlenwasserstoffen – anlagenspezifischer Reduzierungsplan**

**Anlage mit 5 KW-Waschmaschinen nach Stand der Technik**

Diffuse Emissionen

$F = I/1 - O/1 - O/5 - O/6 - O/7 - O/8$   
 $= 9.000 \text{ kg} - 1.175 \text{ kg} - 0 - 6.500 \text{ kg} - 0 - 0 = \underline{825 \text{ kg}}$

Gefasste Emissionen

$O/1 = (50 \text{ m}^3/\text{h} * 5000 \text{ mg}/\text{m}^3 * 4.700 \text{ h}) = \underline{1.175 \text{ kg}}$

Gesamtemissionen

$E = F + O/1 = 825 \text{ kg} + 1.175 \text{ kg} = \underline{2.000 \text{ kg}}$

Grenzwert für Gesamtemissionen:

$56.400 \text{ kg} + 18 \text{ kg} = \underline{56.418 \text{ kg}}$

Emissionsminderungsmaßnahmen erfolgreich:

Anlagenspezifischer Reduzierungsplan erfüllt bei weitem die Anforderungen der VOC-Richtlinie!



# CLEANTOOL – Europaweite Datenbank für die Metallreinigung

## Beste verfügbare Techniken bei der Oberflächenreinigung von Metallteilen

Klaus Kuhl, Kooperationsstelle Hamburg

### 1 Projektinformationen

CLEANTOOL ist ein europäisches Innovationsprojekt

Im Rahmen des Projektes wurde zusammen mit der Industrie eine Gute-Praxis-Datenbank zur Auswahl von optimalen Methoden für die Reinigung von Metalloberflächen aufgebaut.

Diese Datenbank hilft Betrieben, schnell praxisnahe Informationen über unterschiedliche Reinigungsprozesse zu finden und so ihre eigenen Abläufe zu optimieren.

In jedem der fünf Partnerländer gibt es einen eigenen Beraterkreis. Die Ausarbeitungen der nationalen Projektträger wurden den Mitgliedern der Beraterkreise zur Begutachtung, Diskussion und Entscheidung vorgelegt:

Beurteilungsschema für Metallreinigungsprozesse

Beurteilungen der dokumentierten Prozesse

Zusammensetzung des Beraterkreises in Deutschland:

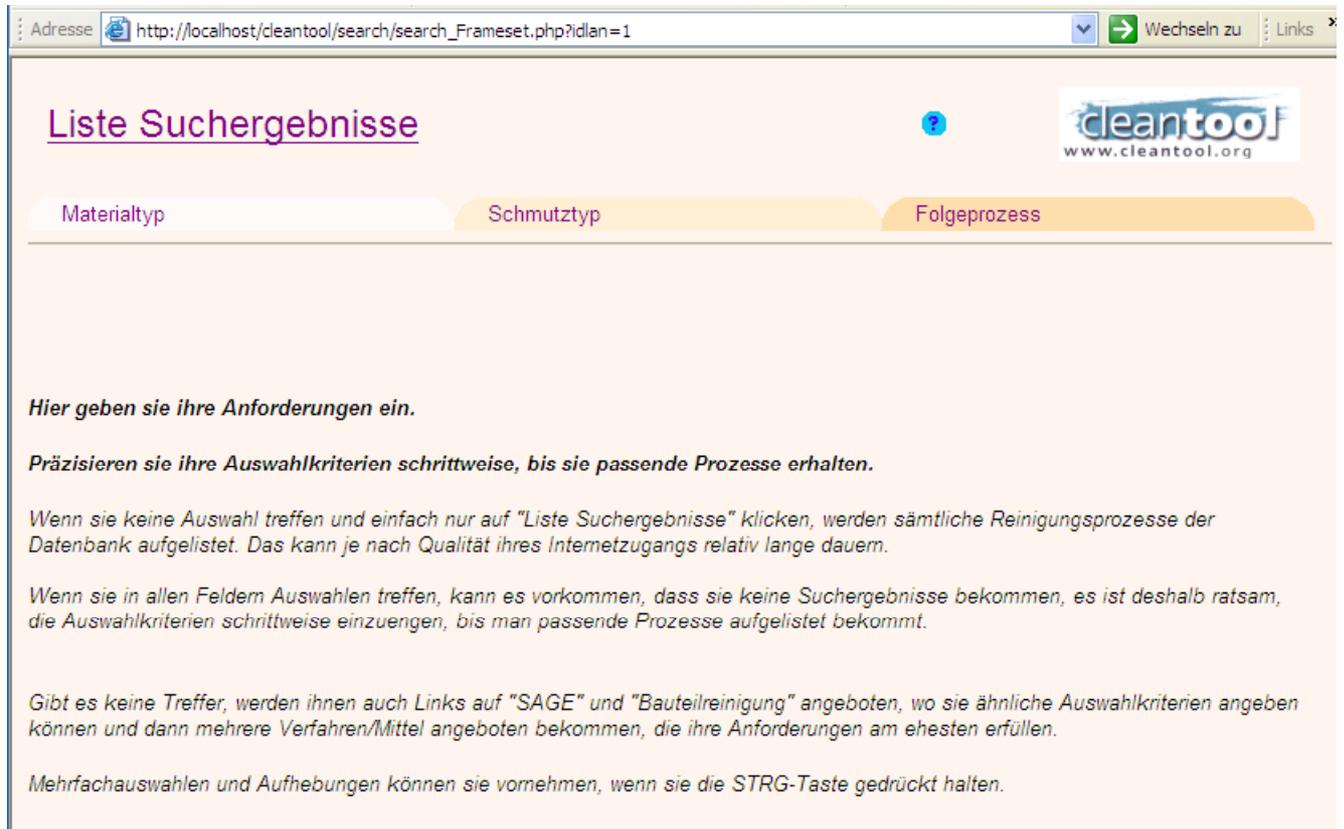
- Anwender (DaimlerChrysler, Airbus)
- Hersteller von Reinigern (Dow-Haltermann)
- Hersteller von Reinigungsanlagen (Dürr Ecoclean)
- Arbeitsschutz (Metall BG)
- Umweltschutz (UBA)
- Forschung (Hochschule Bremerhaven)
- Verband der Oberflächentechnik

Wegen der kaum überschaubaren Reinigungsvielfalt ist der Aufbau einer Datenbank praktisch erprobter Prozesse der sinnvollste Ansatz.

Prozess/ Anlagen	Reinigungsmittel	Verfahren	Durchsatz
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spritzen</li> <li>• Tauchen</li> <li>• Dampffentfetten</li> <li>• Strahlen</li> <li>• Biologisch</li> <li>• Nur Bürsten</li> <li>• Nur Abblasen</li> <li>• Vibrationsreinigung</li> <li>• Laserreinigung</li> <li>• Plasmareinigung</li> <li>• Bremsenreinigung</li> <li>• Energie red. Anlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TRI, PER</li> <li>• KW</li> <li>• Wässrige</li> <li>• Ester</li> <li>• Terpene</li> <li>• Mod. Alkohole</li> <li>• Laktate</li> <li>• DBEs</li> <li>• HFES</li> <li>• CO<sub>2</sub></li> <li>• Nur Wasser</li> <li>• Keine Reiniger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuell</li> <li>• Maschinell</li> <li>• Automatisch</li> <li>• Roboter</li>   <li>• Zentral</li> <li>• Dezentral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niedrig manuell</li> <li>• Mittel halb-automatisch</li> <li>• Hoch voll-automatisch</li> </ul>

## 2 Offene Anwendungen (Beispiele aus der Datenbank)

### 2.1 Datenbank-Suche



Adresse  http://localhost/cleantool/search/search\_FrameSet.php?Idlan=1   Wechseln zu  Links 

## Liste Suchergebnisse

   
www.cleantool.org

Materialtyp    Schmutztyp    Folgeprozess

*Hier geben sie ihre Anforderungen ein.*

*Präzisieren sie ihre Auswahlkriterien schrittweise, bis sie passende Prozesse erhalten.*

*Wenn sie keine Auswahl treffen und einfach nur auf "Liste Suchergebnisse" klicken, werden sämtliche Reinigungsprozesse der Datenbank aufgelistet. Das kann je nach Qualität ihres Internetzugangs relativ lange dauern.*

*Wenn sie in allen Feldern Auswahlen treffen, kann es vorkommen, dass sie keine Suchergebnisse bekommen, es ist deshalb ratsam, die Auswahlkriterien schrittweise einzuengen, bis man passende Prozesse aufgelistet bekommt.*

*Gibt es keine Treffer, werden ihnen auch Links auf "SAGE" und "Bauteilreinigung" angeboten, wo sie ähnliche Auswahlkriterien angeben können und dann mehrere Verfahren/Mittel angeboten bekommen, die ihre Anforderungen am ehesten erfüllen.*

*Mehrfachauswahlen und Aufhebungen können sie vornehmen, wenn sie die STRG-Taste gedrückt halten.*

## 2.2 Bremsenreinigung, Vergleich Heißwäscher und Bremsensprays

Datensatz zum Heißwäscher-Prozess

D 78 Bremsenreinigung ( Datum: 04.11.2003 )

LKW- und Transporter Trommel-Bremsen werden zu Reparatur und Wartungszwecken von Erde, Staub und Sand gereinigt mit erhitztem Leitungswasser (95°C) auf einem Waschtisch, ausgerüstet mit Durchlauferhitzer und Spritzpistole; danach Wiederzusammenbau

Video 10MB

Reinigungsgut    Schmutzanteile    Anlagentechnik    Reiniger    Prozess    Kosten    Beurteilung    Vergleich ausgewählter Prozesse

<b>Reinigungsgut:</b>	LKW- und Transporter Trommel-Bremsen
Werkstoff :	Stahl, Gusseisen
Geometrie :	glatte Oberflächen, Hohlungen
Anlagenauslastung (Durchsatz in %) :	0,2
Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr) :	105.000
Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr :	keine Aussage
<b>Schmutzanteile:</b>	Sand, Erde/Staub
Vorhergehender Prozess :	Zerlegung
<b>Reiniger:</b>	Reinigungsschritt:1 Wässrige Reiniger, neutral (pH 5,5 bis 8,5) [Medien (Produkt):Wasser]
<b>Anlagentechnik:</b>	Universal-Sprüh-Schnellwäscher 1000 SR
	Waschtisch mit Durchlauferhitzer und einer Spritzpistole, benutzt beheiztes Leitungswasser (95°C, Druck 9 bar, 1.7 ltr./Minute)
<b>Prozess:</b>	Handreinigung mittels Waschtisch (zusätzlich Putzlappen, Bürste, etc.),Multitask-Anlage,Dezentrale Anlage (integriert in den Fertigungsprozess),Offene Spritzreinigung mit niedrigem Druck,Mobile Spritzreinigungsanlage
Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.) :	5.00
Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.) :	keine Aussage

Datensatz zum Bremsenspray-Prozess

EST 39 Reinigung von Autobremssen mit Bremsenspray ( Datum: 13.05.2003 )

Reinigung von Autobremsscheiben von öligem Schmutz mit einem organischen Sprayreiniger

Reinigungsgut    Schmutzanteile    Anlagentechnik    Reiniger    Prozess    Kosten    Beurteilung    Vergleich ausgewählter Prozesse

<b>Reinigungsgut:</b>	Mittel wird auf die zu reinigenden Teile gespritzt, der Reiniger und der Schmutz fließt an der Oberfläche ab, Teil wird trocken lassen
Werkstoff :	Stahl, Gusseisen
Geometrie :	eine einfache Geometrie, flache Oberflächen
Anlagenauslastung (Durchsatz in %) :	6,0
Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr) :	keine Aussage
Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr :	keine Aussage
<b>Schmutzanteile:</b>	Mineralöl, Erde/Staub
Vorhergehender Prozess :	Reinigung durch Druckluft und Bürsten
Schmutzanteile1:	Öl (50.00%), 40.00 Kg / Jahr
Schmutzanteile2:	Staub (50.00%), 40.00 Kg / Jahr
<b>Reiniger:</b>	Reinigungsschritt: 1 Mischung von organischen Lösemitteln [Medien (Produkt):Bremsenreiniger]
<b>Anlagentechnik:</b>	Nicht anwendbar - manueller Prozess
<b>Prozess:</b>	Handreinigung ohne technische Ausrüstung (nur mit Putzlappen, Bürste, etc.)
Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.) :	3.00
Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.) :	keine Aussage
Recycling/Verwertung :	Schritt: 1 Mischung von Mittel und Schmutz wird als öligen Schmutz gesammelt

Vergleichende Beurteilung (Ausschnitt)

Unternehmensspezifische Kriterien für die Qualität der Reinigung:	Schnell trocknen, kostengünstig, fettfrei damit Bremsen greifen	Oberfläche muss sauber und trocken vor dem Wiederausammenbau sein
Schnelltests:	Visuelle Kontrolle	Visuelle Kontrolle
Genauere Tests:		
<b>Arbeitssicherheit:</b>	befriedigend	schlecht
<b>Reinigungsschritt:</b>	<b>1 (Reinigen)</b>	<b>1 (Spritzen)</b>
Reinigertyp:	Wässrige Reiniger, neutral (pH 5,5 bis 8,5)Wasser	Mischung von organischen Lösemitteln.F, Xn,R 11, R 20/21/22
Gesundheitliche (akute) Unbedenklichkeit:	sehr gut	befriedigend
Gesundheitliche (chronische) Unbedenklichkeit:	sehr gut	gut
Unbedenklichkeit bez. Feuer, Explosion:	sehr gut	befriedigend
Standards:	CE, GS, Dekra	
Erfüllt Geräuschnorm:	Ja	Ja
Unbedenklichkeit bez. Verfahren:	befriedigend	schlecht
<b>Umwelt:</b>		
<b>Reinigungsschritt:</b>	<b>1 (Reinigen)</b>	<b>1 (Spritzen)</b>
Umwelt-Unbedenklichkeit:	sehr gut	befriedigend
Unbedenklichkeit bez. Freisetzungverhalten:	sehr gut	befriedigend
Abfallbehandlung:	gut	schlecht
<b>Verbrauch (elektr. Energie) kWh :</b>	200,00	0,00
<b>Verbrauch (andere Energieformen) kWh:</b>	0,00	0,00
<b>Wasser-Verbrauch m³:</b>	0,20	0,00
<b>Abwasser m³:</b>	0,10	0,00

Erläuterungen zu VOC Emissionen, weitere Umweltbelastungen, Vor- und Nachteile, Anwendungsgrenzen, Kosten

	Bremsenspray	Heißwäscher
VOC	24 ltr./a	0 ltr./a
Elektrische Energie	0	200 kWh (2000)
Wasser	0	0,2 m3 (2)
Abwasser	0	0,1 m3 (1)
Abfall	Belastet Luft und Gesundheit	Ordnungsgemäße Entsorgung
Zeit	4 Min.	5 Min.
Kosten	0,2 €/Teil	0,7 €/Teil

- 2.2 Manuelle Reinigung von Aufzugsschienen
- 2.3 Manuelle Reinigung von Ziehwerkzeugen (Ziehpasten)
- 2.4 Manuelle Reinigung von PU Werkzeugen

### 3 Geschlossene Anwendungen (Beispiele aus der Datenbank)

3.1 Vergleich von vier verschiedenen Anlagen (Schüttgut von Kleinteilen und Wärmetauscher, sehr hohe Qualitätsanforderungen) und den Reinigertypen: PER, Kohlenwasserstoff-Lösemittel, wässriger Reiniger, modifizierter Alkohol.

The image displays four overlapping screenshots of a web-based database interface for cleaning processes. Each record provides detailed information about a specific cleaning application, including the material being cleaned, the geometry, the equipment used, and the cleaning agents and processes involved.

**Record 1: D 100**  
 Title: D 100 Reinigen von kl. Drehteilen als Schüttgut vorm Vakuumhärten od. Vernickeln (Datum: 11.05.2004)  
 Description: Drehteile (zB kleine Wellen für elektrische Zahnbürsten mit 3 mm Durchmesser, Schraubchen, auch Teile mit Bohrungen), als Schüttgut in Edelstahl-Drahtkörben, Chargengewicht bis ca. 10 kg  
 Werkstoff: Stahl, Nichtrostender Stahl, Messing, Aluminium, Chrom  
 Geometrie: (empty)  
 Anlagenauslastung (Durchsatz): (empty)  
 Maximaler Anlagendurchsatz: (empty)  
 Maximal zu reinigende Fläche: (empty)  
 Schmutzanteile: (empty)  
 Vorhergehender Prozess: (empty)  
 Reiniger: (empty)  
 Anlagentechnik: (empty)  
 Prozess: (empty)

**Record 2: D 96**  
 Title: D 96 Wässrige Reinigung von Wärmetauschern (Datum: 10.05.2004) [Firma: Automobilhersteller]  
 Description: LKW-Wärmetauscher aus Kupfer und Alu werden von Staub, Ölen und Spänen gereinigt in einer großen Badanlage mit Injektionsfluten und einem wässrigen Reiniger; danach Hartlöten  
 Werkstoff: Aluminium, Kupfer  
 Geometrie: (empty)  
 Anlagenauslastung (Durchsatz): (empty)  
 Maximaler Anlagendurchsatz: (empty)  
 Maximal zu reinigende Fläche: (empty)  
 Schmutzanteile: (empty)  
 Vorhergehender Prozess: (empty)  
 Reiniger: (empty)  
 Anlagentechnik: (empty)  
 Prozess: (empty)

**Record 3: D 106**  
 Title: D 106 Reinigung von Drehteilen als Schüttgut für die Automobilindustrie mit PER (Datum: 09.06.2004) [Firma: Automobil-Zulieferer]  
 Description: Drehteile für die Automobilindustrie aus Stahl, VA-Stahl und Alu werden von KSS, Ölen, Schleifmitteln und Resten vom Finishing in einer Dampfentfettungsanlage mit PER gereinigt; danach Galvanisieren, Finishing  
 Werkstoff: Stahl, Nichtrostender Stahl, Aluminium  
 Geometrie: glatte Oberflächen, Höhlungen, dünne Bohrungen mit Spänen, eine komplizierte Geometrie, eine  
 Anlagenauslastung (Durchsatz): (empty)  
 Maximaler Anlagendurchsatz: (empty)  
 Maximal zu reinigende Fläche: (empty)  
 Schmutzanteile: (empty)  
 Vorhergehender Prozess: (empty)  
 Reiniger: (empty)  
 Anlagentechnik: (empty)  
 Prozess: (empty)

**Record 4: D 97**  
 Title: D 97 Reinigung von Präzisionsteilen für die Automobilindustrie (Datum: 10.05.2004) [Firma: Automobil-Zulieferer]  
 Description: Präzisionsteile für die Automobilindustrie aus Stahl werden von Ölen und Spänen gereinigt in einer Einkammer Injektionsflutanlage mit Ultraschall und KW Reiniger (Fp ca. 60°C); danach Montage  
 Werkstoff: Stahl  
 Geometrie: glatte Oberflächen, eine komplizierte Geometrie  
 Anlagenauslastung (Durchsatz in %): 95  
 Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr): keine Aussage  
 Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr: keine Aussage  
 Schmutzanteile: Mineralöl, Metallspäne  
 Vorhergehender Prozess: Spanende Bearbeitung  
 Reiniger: Reinigungsschritt: 1 Kohlenwasserstoffhaltiges Lösemittel - wenig flüchtig (Flammpunkt 55-100 °C) [Medien (Produkt): Shellisol]  
 Reinigungsschritt: 2 Kohlenwasserstoffhaltiges Lösemittel - wenig flüchtig (Flammpunkt 55-100 °C) [Medien (Produkt): Shellisol]  
 Reinigungsschritt: 3 Kohlenwasserstoffhaltiges Lösemittel - wenig flüchtig (Flammpunkt 55-100 °C) [Medien (Produkt): Shellisol incl. Korrosionsschutz]  
 Reinigungsschritt: 4 Kein Reinigertyp [Medien (Produkt): Kein Reiniger]  
 Anlagentechnik: Universal 71 C  
 Prozess: Einkammer Dampfentfettung/Injektionsflutanlage mit US, Konservierung und Vakuumtrocknung, sowie automatische Beschickung (modifizierte Standardanlage mit einem 3. Behälter für die Konservierung). Arbeitskammer: 280 l, Destillationsleistung: 140-420 l  
 Multitask-Anlage Zentrale Anlage Injektionsfluten

Vergleichende Beurteilung (Ausschnitte)

Dewertung:				
Weiterbehandlung Teile:	Galvanisieren, Wärmebehandlung, Montage/Fügen	Galvanisieren, Finish	Hartlöten	Montage/Fügen
Anforderungen an die Oberfläche:	Frei von Spänen und losen Verunreinigungen, Frei von Ölen und Fetten, Trocken	Frei von Ölen und Fetten, Trocken	Frei von Spänen und losen Verunreinigungen, Frei von Ölen und Fetten, Trocken	Korrosionsschutz, Frei von Ölen und Fetten, Trocken
Unternehmensspezifische Kriterien für die Qualität der Reinigung:		Höchstmögliche Reinheit, 5 mg pro Teil, 20 - 80 µ	Restöl < 4.7 mg/sq. feet, Restfeuchtigkeit < 0.15 mg/sq. feet, kein verharztes Öl, fertig zum Hartlöten	Korrosionsschutztest per Salzsprühtests
Schnelltests:	Visuelle Kontrolle		Visuelle Kontrolle	Visuelle Kontrolle Schnelltests für fettige/ölige Verunreinigungen Testtinten
Genauere Tests:				
<b>Arbeitssicherheit:</b>	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
<b>Reinigungsschritt:</b>	<b>1 (Vorreinigung)</b>	<b>1 (Vorentfettung)</b>	<b>1 (Injektionsfluten)</b>	<b>1 (Injektionsfluten)</b>
Reinigertyp:	Alkohole3-Butoxy-2-propanol (Glykolether), Xi, R 36/38	Tetrachloroethylen (Perchloroethylene, Per) Tetrachlorethylen (PER), t-Butylglyciylether, n-Methylmorpholin, N, Xn, R 40, R 51/53, S 23, S 36/37, S 61	Wässrige Reiniger, alkalisch (pH > 11) Verdünnung (%) :4.0000 Tenside, Phosphate, Alkalien, sodium metasilicate	Kohlenwasserstoffhaltiges Lösemittel - wenig flüchtig (Flammpunkt 55-100 °C) Mischung von arom., n-, i-aliphatischen KW, N, Xn, R 65, R 66, R 51/53, S 23, S 61, S 62, R 67, S 24
Gesundheitliche (akute) Unbedenklichkeit:	gut	sehr gut	sehr gut	gut
Gesundheitliche (chronische) Unbedenklichkeit:	sehr gut	ausreichend	sehr gut	sehr gut
Unbedenklichkeit bez. Feuer, Explosion:	gut	sehr gut	sehr gut	gut
Unbedenklichkeit bez. Verhalten:	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
<b>Umwelt:</b>				
<b>Reinigungsschritt:</b>	<b>1 (Vorreinigung)</b>	<b>1 (Vorentfettung)</b>	<b>1 (Injektionsfluten)</b>	<b>1 (Injektionsfluten)</b>
Umwelt-Unbedenklichkeit:	gut	schlecht	gut	schlecht
Unbedenklichkeit bez. Freisetzungverhalten:	sehr gut	befriedigend	sehr gut	sehr gut
Abfallbehandlung:	gut	ausreichend	befriedigend	befriedigend
<b>Reinigungsschritt:</b>	<b>2 (Reinigen)</b>	<b>2 (Tauchentfettung)</b>	<b>2 (Injektionsfluten)</b>	<b>2 (Injektionsfluten)</b>
Umwelt-Unbedenklichkeit:	gut	schlecht	gut	schlecht
Unbedenklichkeit bez. Freisetzungverhalten:	sehr gut	befriedigend	sehr gut	sehr gut
Abfallbehandlung:	gut	ausreichend	befriedigend	befriedigend

Hinweis auf das Life Cycle Assessment Projekt der Uni Jena.

Die Problematik liegt nicht so sehr im VOC Bereich sondern in den Bereichen: Energie, Ressourcen, Wasser und Abfall

### 3.2 Alternativen

#### Vibrationsreinigung

D 108 Dezentrale Vibrationsreinigung von Schneckenrädern vor der Montage ( Datum: 15.06.2004 ) (Firma: Automobil-Zulieferer)

Reinigung von Schneckenrädern aus Messing von Schneidölen und Spänen per Vibrationsanlage ohne Reinigungsmittel; danach Montage

Reinigungsgut    Schmutzanteile    Anlagentechnik    Reiniger    Prozess    Kosten    Beurteilung    Vergleich ausgewählter Prozesse

<b>Reinigungsgut:</b>	Schneckenräder aus Messing für Auto-Fensterheber-Getriebe; die Teile werden automatisch in ein Rad eingeführt und gelagert in die Vibrationskammer, danach fallen sie aus dem Rad und werden automatisch zur nächsten Verarbeitungsstufe transportiert
Werkstoff :	Messing
Geometrie :	glatte Oberflächen, dünne Bohrungen mit Spänen, eine komplizierte Geometrie
Anlagenauslastung (Durchsatz in %) :	95
Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr) :	19.008.000
Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr :	keine Aussage
<b>Schmutzanteile:</b>	Metallspäne, Schneidöle
Vorhergehender Prozess :	Fräsen, Bohren
Schmutzanteile1:	Schneidöl (99.90%), 14250.00 Kg / Jahr
Schmutzanteile2:	Späne (0.10%)
<b>Reiniger:</b>	Reinigungsschritt: 1 Kein Reinigertyp [Medien (Produkt):Kein Reiniger]
<b>Anlagentechnik:</b>	VT-HR 200
	Die Teile werden in Vibration versetzt durch elektrische Magnete; die abgeschüttelten Schmutze werden per Seitenkanalverdichter abgesaugt
<b>Prozess:</b>	Dezentrale Anlage (integriert in den Fertigungsprozess), Vibrationsreinigung
Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.) :	0.01
Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.) :	0.12



- Biologische Reinigung
- Laserreinigung
- Abblasen, Absaugen
- Bürsten
- CO<sub>2</sub>

## 4 Ausblick

- Pflege der Daten
  - Prozess-, Mittel-, Anlagen-, Vorschriftenänderungen
- Weitere Prozesse
  - Anpassung an den technischen Fortschritt
- Anwendung in KMUs
  - Weitere Anpassung an die Anforderungen
- Benchmarking

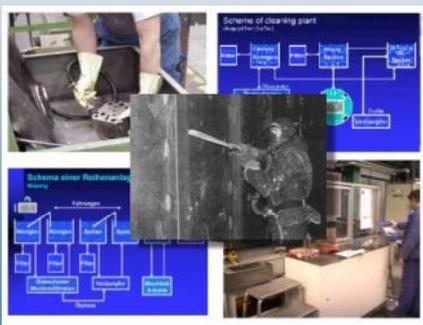


Europaweite  
Datenbank für die  
Metallreinigung

 Kooperationsstelle Hamburg, Klaus Kuhl, Cleantool-Präsentation, Dezember 2004

## Cleantool Zusammenfassung

**CLEANTOOL ist ein europäisches Innovationsprojekt.**



Im Rahmen des Projektes wurde zusammen mit der Industrie eine Gute-Praxis-Datenbank zur Auswahl von optimalen Methoden für die Reinigung von Metalloberflächen aufgebaut.

Diese Datenbank hilft Betrieben, schnell praxisnahe Informationen über unterschiedliche Reinigungsprozesse zu finden und so ihre eigenen Abläufe zu optimieren.

 Kooperationsstelle Hamburg, Klaus Kuhl, Cleantool-Präsentation, Dezember 2004

# Cleantool

## Partner, Ansprechpartner, Finanzierung

- Kooperationsstelle Hamburg (Deutschland) Öffentliche Forschung und Innovation
- DEI, PPC (Griechenland) Stromversorger - Ausbildungsabteilung
- EMI-ECO (Estland) Umweltberatungsagentur
- IceTec (Island) Technologisches Institut von Island
- UNIVERSITAT DE VALENCIA (Spanien) Abteilung für angewandte Volkswirtschaft

**Ansprechpartner:**  
Lothar Lißner (Projektkoordinator)  
Kirstin Parschat, Klaus Kuhl

Innovationsprogramm der Europäischen Union, Generaldirektion  
„Enterprise“, Juli 2001 – September 2004



Kooperationsstelle Hamburg, Klaus Kuhl, Cleantool-Präsentation, Dezember 2004



# Cleantool

## Projektlauf - Beraterkreis

In jedem Partnerland gibt es einen eigenen Beraterkreis. Die Ausarbeitungen der nationalen Projektträger werden den Mitgliedern der Beraterkreise zur Begutachtung, Diskussion und Entscheidung vorgelegt:

- Beurteilungsschema für Metallreinigungsprozesse
- Beurteilungen der dokumentierten Prozesse

**Zusammensetzung des Beraterkreises in Deutschland:**

- Anwender (DaimlerChrysler, Airbus)
- Hersteller von Reinigern (Dow-Haltermann)
- Hersteller von Reinigungsanlagen (Dürr Ecoclean)
- Arbeitsschutz (BG Fachausschuss)
- Umweltschutz (UBA)
- Forschung (Hochschule Bremerhaven)
- Verband der Oberflächentechnik



Kooperationsstelle Hamburg, Klaus Kuhl, Cleantool-Präsentation, Dezember 2004



# Cleantool

## Kaum überschaubare Reinigungsvielfalt

Prozess/ Anlagen	Reinigungsmittel	Verfahren	Durchsatz
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Spritzen</li> <li>•Tauchen</li> <li>•Dampfentfetten</li> <li>•Strahlen</li> <li>•Biologisch</li> <li>•Nur Bürsten</li> <li>•Nur Abblasen</li> <li>•Vibrationsreinigung</li> <li>•Laserreinigung</li> <li>•Plasmareinigung</li> <li>•Bremsenreinigung</li> <li>•Energie red. Anlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•TRI, PER</li> <li>•KW</li> <li>•Wässrige</li> <li>•Ester</li> <li>•Terpene</li> <li>•Mod. Alkohole</li> <li>•Laktate</li> <li>•DBEs</li> <li>•HFES</li> <li>•CO2</li> <li>•Nur Wasser</li> <li>•Keine Reiniger</li> <li>•Zink Lamellen Beschichtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Manuell</li> <li>•Maschinell</li> <li>•Automatisch</li> <li>•Roboter</li>   <li>•Zentral</li> <li>•Dezentral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Niedrig manuell</li>   <li>•Mittel halb-automatisch</li>   <li>•Hoch voll automatisch</li> </ul>



Kooperationsstelle Hamburg, Klaus Kuhl, Cleantool-Präsentation, Dezember 2004



**Optimierte Beurteilung und Planung von Metall-Oberflächenreinigung**

**cleantool**  
www.cleantool.org

Alles über Reinigung

Zur Datenbank

Glossar

weitere Informationen

Seite durchsuchen

Kontakt, Impressum

Kooperationstelle Hamburg

CLEANTOOL ist eine europaweite Datenbank für die Metallreinigung, die auf realen Prozessen in diversen europäischen Unternehmen beruht. Die Reinigungsprozesse, Anlagen und Reinigungsmittel, die hier gespeichert sind, wurden in den sowohl kleineren als auch größeren Unternehmen entwickelt und sind praktisch erprobt.

Sie wurden von den nationalen Beraterkreisen des Projekts, die aus ausgewiesenen Reinigungsfachleuten bestehen, als gute/beste Lösung der jeweiligen Reinigungsaufgabe angesehen.

Bei der Suche und der Auswahl der Prozesse haben Sie die Möglichkeit, diese nach den verschiedensten Kriterien, die Sie entsprechend ihren individuellen Anforderungen auswählen können, zu beurteilen.

Sollten Sie weitergehende Fragen und Probleme haben, finden Sie hier außerdem Ansprechpartner, einen Listserver, Fachzeitschriften, Links, Foren sowie Verweise auf rechtliche Rahmenbedingungen und Präventionsmaßnahmen.

Diese Website möchte ausdrücklich die Kommunikation zwischen allen an der Metall-Reinigung Interessierten verbessern: Kontaktaufnahmen, Berichte über eigene Erfahrungen, Präsentation von neuen Fragen und Problemen, sowie jedwedes Feedback Ihrerseits ist ausdrücklich gewünscht, um die Metall Reinigung aus ihrem Schattendasein herauszuführen und sowohl die Datenbanken weiter vervollständigen als auch dieses Portal weiter verbessern zu können; vielen Dank.

Das Projekt wird gefördert (2001 - 2004) durch das Innovationsprogramm der Europäischen Union, Generaldirektorat "Unternehmen", ([weitere Informationen](#)).

**cleantool**  
www.cleantool.org

Alles über Reinigung

Zur Datenbank

Glossar

weitere Informationen

Seite durchsuchen

Kontakt, Impressum

Kooperationstelle Hamburg

Diese Datenbank enthält ca. 250 Metallreinigungsprozesse, die europaweit direkt in den Unternehmen aufgenommen wurden. Alle wichtigen Branchen, Prozesse mit hohem, mittlerem und geringen Durchsatz sowie alle grundlegenden Bearbeitungsverfahren wie mechanische Bearbeitung, Wärmebehandlung, Farbbeschichtung, Phosphatierung, Galvanisierung und Reparatur/Wartung sind berücksichtigt.

Eine Branchenspezifische Auswahl ist im ersten Schritt nicht möglich, um auch branchenübergreifende Anregungen zu geben.

- In der detaillierten Suche lassen sich alle wichtigen Nutzer Anforderungen eingeben.
- Die in Frage kommenden Prozesse werden in einer Liste ausgegeben. Die dabei angegebene Grob-Beurteilung beruht auf zentralen Elementen der Fein-Beurteilung und soll nur eine Orientierung geben.
- Eine Auswahl aus der Liste ist möglich.
- Jeder Prozess lässt sich einzeln als Datenblatt mit unterschiedlichen Kapiteln anzeigen.
- Zum Vergleich der Prozesse dient ein integriertes Beurteilungs-Instrument.
- Die Beurteilung wässriger Reiniger bezieht sich immer auf die Arbeitskonzentration.
- Die Beurteilung der Kosten erlaubt auch die Nutzereingabe verschiedener grundlegender Kosten (Arbeit, Energie, Wasser), um realistische Gesamtkosten zu erhalten.

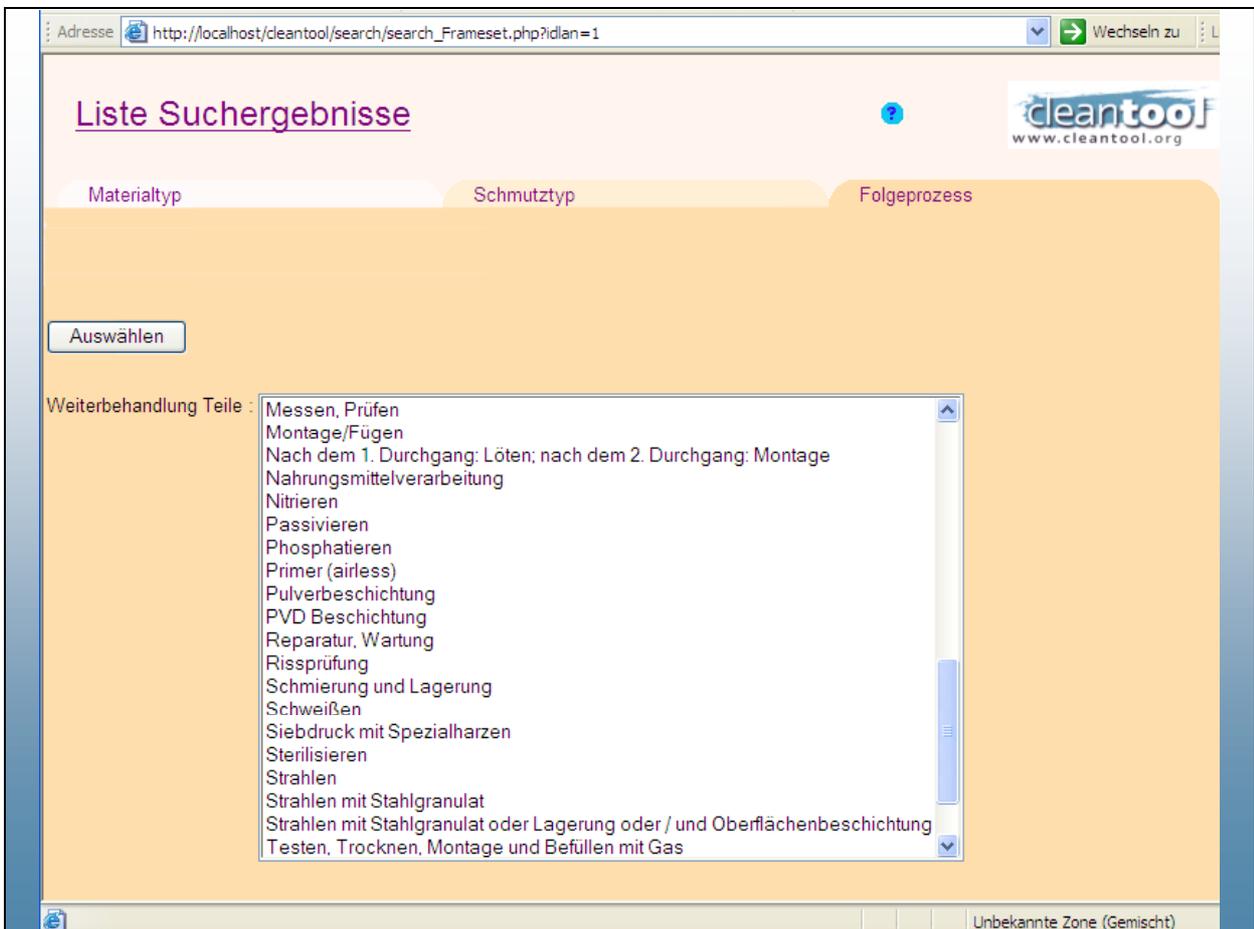
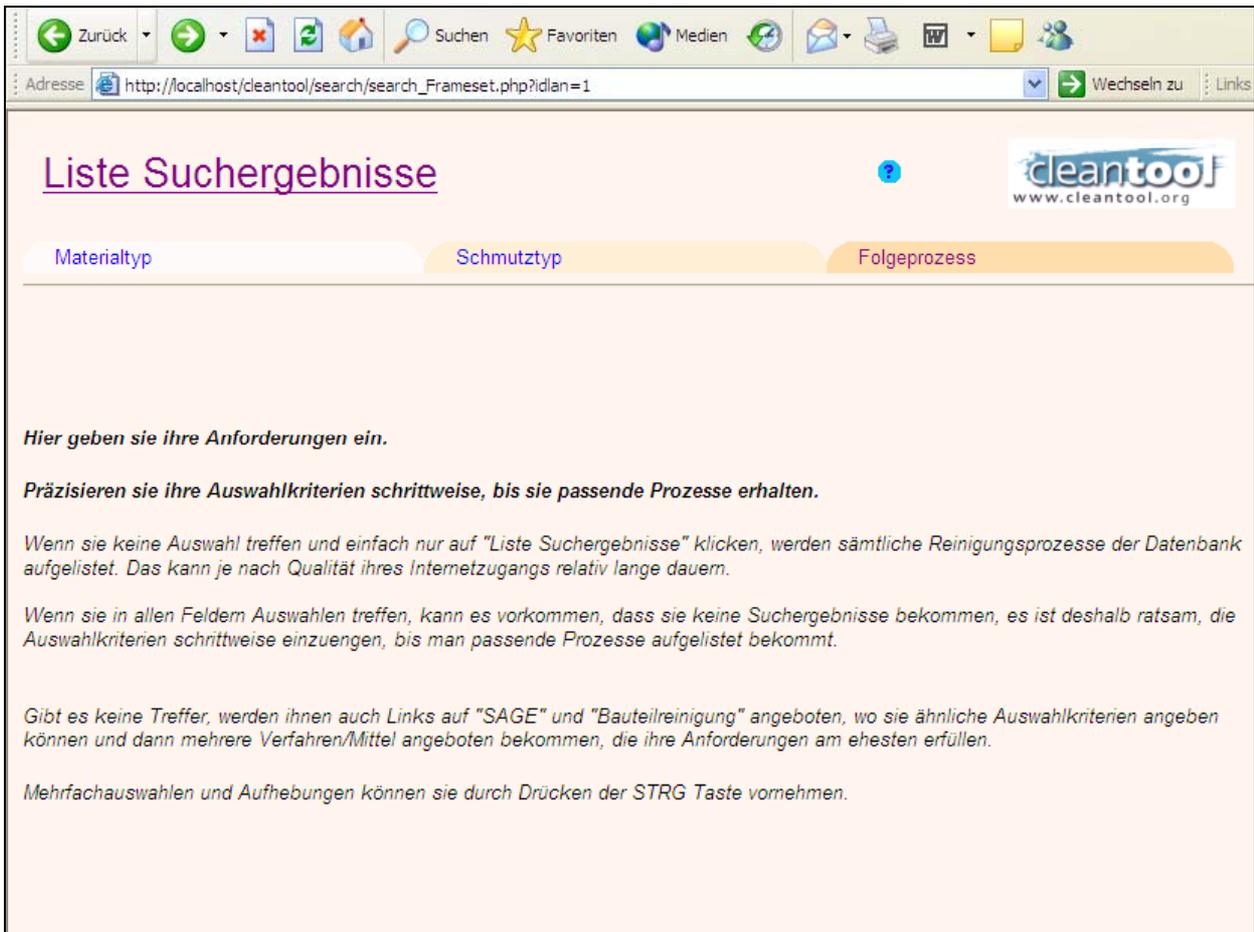
**Abfrage starten** **Assistenten starten**

Eine detaillierte Beschreibung der Beurteilungsmethoden (auf Englisch) finden sie [hier \(pdf 300 kB\)](#).

Die Suchergebnisse lassen sich nicht als „Favorit/Bookmark“ ablegen, sie müssen stattdessen die Speicherfunktion ihres Browsers benutzen und die Ergebnisse auf ihrem PC ablegen.

Eine direkte Übertragung der hier dargestellten Prozesse sollte nur nach sorgfältigem Vergleich mit den eigenen konkreten Anwendungsbedingungen erfolgen, da auch kleinere Abweichungen, z.B. in nationalen Vorschriften u.ä., größere Auswirkungen haben können. Falls sie weitere Informationen zu den ausgewählten Prozessen wünschen, nehmen sie bitte Kontakt zum CLEANTOOL Team auf.

Weitere Datenbanken und Informationssysteme finden sie unter "weitere Informationen"



Adresse [http://localhost/cleantool/search/search\\_FrameSet.php?idlan=1](http://localhost/cleantool/search/search_FrameSet.php?idlan=1) Wechseln zu

## Liste Suchergebnisse

Materialtyp | Schmutztyp | Folgeprozess

Auswählen

Weiterbehandlung Teile :

- Messen, Prüfen
- Montage/Fügen
- Nach dem 1. Durchgang: Lötten; nach dem 2. Durchgang: Montage
- Nahrungsmittelverarbeitung
- Nitrieren
- Passivieren
- Phosphatieren
- Primer (airless)
- Pulverbeschichtung
- PVD Beschichtung
- Reparatur, Wartung**
- Rissprüfung
- Schmierung und Lagerung
- Schweißen
- Siebdruck mit Spezialharzen
- Sterilisieren
- Strahlen
- Strahlen mit Stahlgranulat
- Strahlen mit Stahlgranulat oder Lagerung oder / und Oberflächenbeschichtung
- Testen, Trocknen, Montage und Befüllen mit Gas

Unbekannte Zone (Gemischt)

Adresse [http://localhost/cleantool/search/search\\_FrameSet.php?idlan=1](http://localhost/cleantool/search/search_FrameSet.php?idlan=1) Wechseln zu Links

## Liste Suchergebnisse

Materialtyp | Schmutztyp | Folgeprozess

Auswählen

Werkstoff :

- Legierungen
- Messing
- Messing-Legierung
- Metallteile
- Nichtrostender Stahl
- Nickel
- Plastik
- Silberbeschichtete Keramik
- Stahl
- Stahl verzinkt

Abmessungen :

- Coilware
- Grösste Ausdehnung 1 mm und 10 mm
- Grösste Ausdehnung 10 mm to 100 mm
- Grösste Ausdehnung 100 mm to 500 mm
- Grösste Ausdehnung 1000 mm to 5000 mm

Gewicht :

- 1 g bis 100 g
- 1 kg bis 10 kg
- 10 kg - 50 kg
- 100 g bis 1 kg
- 50 kg - 1 t

Geometrie :

- eine komplizierte Geometrie
- eine poröse Oberfläche
- Biegekanten
- Bohrungen
- dünne Bohrungen mit Spänen

Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr) :

Unbekannte Zone (Gemischt)

Adresse [http://localhost/cleantool/search/search\\_Frameset.php?idlan=1](http://localhost/cleantool/search/search_Frameset.php?idlan=1) Wechseln zu

## Liste Suchergebnisse

Materialtyp | **Schmutztyp** | Folgeprozess

Auswählen

### Organisch / Anorganisch

<ul style="list-style-type: none"> <li>Ablagerungen</li> <li>Blut</li> <li>Emulgatoren</li> <li>Entlackungsmittel</li> <li>Erde/Staub</li> <li>Farbe</li> <li>Fett</li> <li>Firnis</li> <li>Fischgewebe</li> <li>Geringste organische Restverschmutzungen</li> <li>Harz</li> <li>Kieselartiges Material</li> <li>Klebstoff</li> <li>Kohlenstaub</li> <li>Korrosionsschutz</li> <li>Kunststoffe</li> <li>Kühlschmierstoff</li> <li>Milch-Fett</li> <li>Milch-Protein</li> <li>Mineralöl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(Farb-)Entfernungsmittel</li> <li>Abrieb von Magnetbändern</li> <li>Alu-Flitter</li> <li>Farbschicht</li> <li>Gegossene Kanten</li> <li>Graphit</li> <li>Kalk</li> <li>Laser-Abbrand</li> <li>Lose Farbe</li> <li>Metall-Abrieb</li> <li>Metallisierungen</li> <li>Metallspäne</li> <li>Oxide</li> <li>Partikel</li> <li>Phosphate</li> <li>Pigmente</li> <li>Polierpasten</li> <li>Rost</li> <li>Rückstände vom Schweißen</li> <li>Salz</li> </ul>
---	--

Fertig Unbekannte Zone (Gemischt)

Adresse [http://localhost/cleantool/search/eval\\_Frameset.php?idlan=1&query\\_show=cp,parttype=3,1;cp,dirttype=8;;cp,parthandle=18;;;](http://localhost/cleantool/search/eval_Frameset.php?idlan=1&query_show=cp,parttype=3,1;cp,dirttype=8;;cp,parthandle=18;;;) Wechseln zu

Prozesse wurden in verschiedenen Ländern aufgezeichnet:  
 SP=Spain, ICE=Iceland, GR=Greece, GB=England, F=France, EST=Estonia, D=Germany.

Suchen

Sortierung

Kosten
  Technologie
  Qualität
  Arbeitssicherheit
  Umwelt
  Bezeichnung

Select/Deselect all

Anzeigen Gesamtanzahl Prozesse: 13

Kurzbezeichnung	Nr.	Anzeigen	Kosten	Technologie	Qualität	Arbeitssicherheit	Umwelt
D 78 Bremsenreinigung	1	<input checked="" type="checkbox"/>	gut	gut	gut	befriedigend	sehr gut
EST 39 Reinigung von Autobremsten mit Bremsenspray	2	<input checked="" type="checkbox"/>	gut	keine Aussage	gut	schlecht	befriedigend
D 14 Reinigung von elektromotorischen Getrieben zur Reparatur/Wartung	3	<input type="checkbox"/>	befriedigend	befriedigend	gut	sehr gut	befriedigend
D 17 Reinigung zur Instandhaltung mit Kaltreiniger am Waschtisch	4	<input type="checkbox"/>	keine Aussage	gut	gut	ausreichend	gut
D 15 Reinigung von elektromotorischen Getrieben zur Wartung per Waschtisch	5	<input type="checkbox"/>	befriedigend	befriedigend	befriedigend	ausreichend	gut
D 66 Reinigung von Motorrad Reparatur -Teilen am Waschtisch mit Estern	6	<input type="checkbox"/>	keine Aussage	gut	befriedigend	sehr gut	gut
D 35 Reinigung von Elektromotor Reparaturteilen mit PER	7	<input type="checkbox"/>	keine Aussage	sehr gut	sehr gut	sehr gut	schlecht
D 79 Ultraschall Reinigung von Zinkdruckguss-Formen	8	<input type="checkbox"/>	keine Aussage	keine Aussage	keine Aussage	schlecht	gut
SP 24 Man. Reinigung v. Zufahrnestellen mit	-	<input type="checkbox"/>					

Fertig Lokales Intranet

Adresse [http://localhost/cleantool/search/eval\\_mid\\_list.php?idlan=1&sort0=costs&query\\_show=cp,parttype=3,1;cp,dirttype=8;;cp,](http://localhost/cleantool/search/eval_mid_list.php?idlan=1&sort0=costs&query_show=cp,parttype=3,1;cp,dirttype=8;;cp;) Wechseln zu Links

Beurteilung Gesamtanzahl Prozesse: 2

Kurzbezeichnung	Kosten	Technologie	Qualität	Arbeitssicherheit	Umwelt
<a href="#">D 78 Bremsenreinigung</a>	gut	gut	gut	befriedigend	sehr gut
<a href="#">EST 39 Reinigung von Autobremsten mit Bremsenspray</a>	gut	keine Aussage	gut	schlecht	befriedigend

Fertig Lokales Intranet

D 78 Bremsenreinigung ( Datum: 04.11.2003 )

LKW- und Transporter Trommel-Bremsten werden zu Reparatur und Wartungszwecken von Erde, Staub und Sand gereinigt mit erhitztem Leitungswasser (95°C) auf einem Waschtisch, ausgerüstet mit Durchlauferhitzer und Spritzpistole; danach Wiederzusammenbau

Video 10MB

Reinigungsgut Schmutzanteile Anlagentechnik Reiniger Prozess Kosten Beurteilung Vergleich ausgewählter Prozesse

<b>Reinigungsgut:</b>	LKW- und Transporter Trommel-Bremsten
Werkstoff :	Stahl, Gusseisen
Geometrie :	glatte Oberflächen, Höhlungen
Anlagenauslastung (Durchsatz in %) :	0,2
Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr) :	105.000
Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr :	
<b>Schmutzanteile:</b>	
Vorhergehender Prozess :	
<b>Reiniger:</b>	
<b>Anlagentechnik:</b>	
<b>Prozess:</b>	
Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.) :	5,00
Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.) :	keine Aussage




D 78 Bremsenreinigung ( Datum: 04.11.2003 )

LKW- und Transporter Trommel-Bremsen werden zu Reparatur und Wartungszwecken von Erde, Staub und Sand gereinigt mit erhitztem Leitungswasser (95°C) auf einem Waschtisch, ausgerüstet mit Durchlauferhitzer und Spritzpistole; danach Wiederzusammenbau

Reinigungsgut    Schmutzanteile    Anlagentechnik    **Reiniger**    Prozess    Kosten    Beurteilung    Vergleich ausgewählter

Cleantool Datenbank - Microsoft Internet Explorer

Kurzname:	Schickert
Name:	Schickert GmbH & Co.KG
Beschreibung:	
Strasse:	Gutenbergstraße
PLZ:	D-70736
Stadt:	Fellbach
Web:	<a href="http://www.schickert.com">http://www.schickert.com</a>
CAS:	
Land:	Deutschland

**Externe Hersteller-/Lieferanten-Datenbanken :**

- [MAV-Online](#)
- [Selbt](#)
- [Bauteilreinigung](#)
- [WLW](#)
- [JOT](#)

<b>Anlagentechnik:</b>	<a href="#">Vorschrift</a>
Typ:	Universal-Sprüh-S
	Waschtisch mit L
Das Reinigungssystem kann beschrieben werden als :	offenes System
Die Anlage ist für :	Einzelne Teile
Gewöhnliche Beschickungsart :	Manuelle Beschic
Falls mehrere Teile zur gleichen Zeit gereinigt werden, Anzahl der Teile :	keine Aussage
Typ :	Waschtisch mit L
Seriennr. :	
Standard :	CE, GS, Dekra
Anschluss-Leistung :	9,75 kW
Anschluss-Leistung (nicht elektrisch):	0
Dimensionen (Ausrüstung) :	1,05 m * 0,85 m
Hersteller/Lieferanten :	<a href="#">Schickert</a>
Hilfseinrichtungen :	Kreislauführung d
	Filtration (Faser)
	Mech. Aufarbeitu
Kommentar :	
Beurteilung durch Anwender	
Technische Ausrüstung :	gut
Handhabung :	gut

D 78 Bremsenreinigung ( Datum: 04.11.2003 )

LKW- und Transporter Trommel-Bremsen werden zu Reparatur und Wartungszwecken von Erde, Staub und Sand gereinigt mit erhitztem Leitungswasser (95°C) auf einem Waschtisch, ausgerüstet mit Durchlauferhitzer und Spritzpistole; danach Wiederzusammenbau

Reinigungsgut    Schmutzanteile    Anlagentechnik    Reiniger    **Prozess**    Kosten    Beurteilung    Vergleich ausgewählter Prozesse

	<a href="#">Vorschrift</a>
<b>Schritt:</b>	1. Reinigen
<b>Reinigertyp:</b>	Wässriger Reiniger Wässrige Reiniger, neutral (pH 5.5 bis 8,5)
<b>Medien (Produkt):</b>	Wasser
<b>Beschreibung:</b>	Leitungswasser
<b>Hersteller/Lieferanten:</b>	<a href="#">Kein Hersteller</a>
<b>Inhaltsstoffe:</b>	Wasser: 100,00 %
<b>Daten vom SDB:</b>	<a href="#">Anzeigen</a>
<b>Reiniger Auswahlkriterien:</b>	Arbeits- und Gesundheitsschutz
<b>Verbrauch Reinigungsmittel:</b>	150,00 Liter/Jahr
<b>Standzeit:</b>	3,00 Monat(e)
<b>Erneuerungsintervall:</b>	Fortlaufender Gebrauch (z.B. Strahlen)

D 78 Bremsenreinigung ( Datum: 04.11.2003 )

LKW- und Transporter Trommel-Bremsen werden zu Reparatur und Wartungszwecken von Erde, Staub und Sand gereinigt mit erhitztem Leitungswasser (95°C) auf einem Waschtisch, ausgerüstet mit Durchlauferhitzer und Spritzpistole; danach Wiederausammenbau

Reinigungsgut Schmutzanteile Anlagentechnik Reiniger Prozess Kosten **Beurteilung** Vergleich ausgewählter Prozesse

Laufende Kosten - Energie							
		Berechnen					
A 5.1 Direkter Verbrauch elektrischer Energie :	Verbrauch :	200,00 kWh	Kosten / kWh :	1,000 €		200,00 €	
		200.000 kWh		1.000 €		200.00 €	52,2 %
A 5.2 Indirekter Verbrauch elektrischer Energie :	Verbrauch :		Kosten / kWh :				
		0.000 kWh		0.000 €			
A 5.3 Verbrauch anderer Energie :	Verbrauch :		Kosten / kWh :				
		0.000 kWh		0.000 €			
				<b>Summe:</b>		<b>200,00 €</b>	<b>200,00 €</b> <b>52,2 %</b>
Laufende Kosten - Wasser							

EST 39 Reinigung von Autobremsen mit Bremsenspray ( Datum: 13.05.2003 )

Reinigung von Autobremsscheiben von öligem Schmutz mit einem organischen Sprayreiniger

Reinigungsgut Schmutzanteile Anlagentechnik Reiniger Prozess Kosten **Beurteilung** Vergleich ausgewählter Prozesse

<b>Reinigungsgut:</b>	Mittel wird auf die zu reinigenden Teile gespritzt, der Reiniger und der Schmutz fließt an der Oberfläche ab, Teil wird trocknen lassen
Werkstoff :	Stahl, Gusseisen
Geometrie :	eine einfache Geometrie, flache Oberflächen
Anlagenauslastung (Durchsatz in %) :	2,8
Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr) :	130.000
Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr :	keine Aussage
<b>Schmutzanteile:</b>	Mineralöl, Erde/Staub
Vorhergehender Prozess :	Reinigung durch Druckluft und Bürsten
Schmutzanteile1:	Öl (50.00%), 40.00 Kg / Jahr
Schmutzanteile2:	Staub (50.00%), 40.00 Kg / Jahr
<b>Reiniger:</b>	Reinigungsschritt 1 Mischung von organischen Lösemitteln [Medien (Produkt):Bremsenreiniger]
<b>Anlagentechnik:</b>	Nicht anwendbar - manueller Prozess
<b>Prozess:</b>	Handreinigung ohne technische Ausrüstung (nur mit Putzlappen, Bürste, etc.)
Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.) :	3.00
Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.) :	keine Aussage
Recycling/Verwertung :	Schritt 1 Mischung von Mittel und Schmutz wird als öligen Schmutz gesammelt

danach Wiederausammenbau		
<b>Technologie:</b>	gut	keine Aussage
Anlagenauslastung (Durchsatz in %):	0.20	2.80
Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr):	105.000	130.000
Anzahl Teile / Pro Jahr:	210	3.640
Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr:	keine Aussage	keine Aussage
Gereinigte Fläche pro Jahr:	keine Aussage	keine Aussage
Anlagengröße:	Länge: 1.05 m Breite: 0.85 m Höhe: 1.20 m	
Art der Reinigung:	Handreinigung mittels Waschtisch (zusätzlich Putzlappen, Bürste, etc.), Multitask-Anlage, Dezentrale Anlage (integriert in den Fertigungsprozess), Offene Spritzreinigung mit niedrigem Druck, Mobile Spritzreinigungsanlage	Handreinigung ohne technische Ausrüstung (nur mit Putzlappen, Bürste, etc.)
Schritte:	1	1
Hilfseinrichtungen:	Kreislauführung des Reinigungsmittels, Filtration (Faser), Mech. Aufarbeitung (Absetzmögl.)	Zwangsbelüftung
Qualifizierung des Personals:	Facharbeiter	Facharbeiter
Beurteilung durch Anwender(Technische Ausrüstung):	gut	keine Aussage
<b>Qualität:</b>	gut	gut
Bewertung der Qualität der Reinigung:	gut	gut
Bewertung:		Gut, um Öl zu entfernen
Weiterbehandlung Teile:	Montage/Fügen, Reparatur, Wartung	Montage/Fügen, Reparatur, Wartung
Anforderungen an die Oberfläche:	Frei von Spänen und losen Verunreinigungen, Frei von Ölen und Fetten	Frei von Ölen und Fetten, Trocken
Unternehmensspezifische Kriterien für die Qualität der Reinigung:	Schnell trocknen, kostengünstig, fettfrei damit Bremsen greifen	Oberfläche muss sauber und trocken vor dem Wiederausammenbau sein
Schnelltests:	Visuelle Kontrolle	Visuelle Kontrolle
Genauere Tests:		

<b>Arbeitssicherheit:</b>	befriedigend	schlecht
Reinigungsschritt:	1 (Reinigen)	1 (Spritzen)
Reinigertyp:	Wässrige Reiniger, neutral (pH 5.5 bis 8.5)/Wasser	Mischung von organischen Lösemitteln F. 30 R 11, R. 20/21/22
Gesundheitliche (akute) Unbedenklichkeit:	sehr gut	befriedigend
Gesundheitliche (chronische) Unbedenklichkeit:	sehr gut	gut
Unbedenklichkeit bez. Feuer, Explosion:	sehr gut	befriedigend
Standards:	CE, O5, D40a	
Erfüllt Geräuschnorm:	Ja	Ja
Unbedenklichkeit bez. Verfahren:	befriedigend	schlecht
<b>Umwelt:</b>		
Reinigungsschritt:	1 (Reinigen)	1 (Spritzen)
Umwelt-Unbedenklichkeit:	sehr gut	befriedigend
Unbedenklichkeit bez. Freisetzungverhalten:	sehr gut	befriedigend
Abfallbehandlung:	gut	schlecht
Verbrauch (elektr. Energie) kWh:	200.00	0.00
Verbrauch (andere Energieformen) kWh:	0.00	0.00
Wasser-Verbrauch m³:	0.20	0.00
Abwasser m³:	0.10	0.00



Die angezeigten Kosten basieren nicht auf Firmen-Angaben sondern auf geschätzten oder statistischen Werten und beziehen sich auf die o. a. Anlagenauslastung (bezogen auf einen Dauerbetrieb von 24 Stunden/Tag und 365 Tagen/Jahr).  
 Aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit haben wir bei allen Einheitspreisen (Arbeitskosten pro Stunde, Stromkosten pro kWh, etc.) zunächst jeweils 1 Euro eingesetzt. Sie können im Kostentool die für sie konkret geltenden Werte und natürlich auch die jeweiligen Verbräuche, Stunden etc. einfügen. Dadurch können sie die Kosten unterschiedlicher Prozesse besser miteinander vergleichen.

Die Beurteilung der Kosten beruht auf der subjektiven Einschätzung des Anwenders.

	gut	gut
<b>Kosten:</b>		
Gesamtkosten / Jahr (€)	218,51	524,00
Gesamtkosten / Teil (€) :	1,04	9,14
Gesamtkosten / m <sup>2</sup> (€) :		
Gesamtkosten / abgereinigter Schmutz (€ / kg) :		4,55
Anlagenkosten/Jahr (€) :		
<b>Laufende Kosten</b>		
Arbeitszeit (€)	19,25	500,00
Energie (€)	200,00	
Wasser (€)	0,25	
Abfallbehandlung (€)		
Abwasser (€)		
Wartung (€)		
Reiniger (€)		24,00

## Cleantool Vergleich

	Bremsenspray	Heißwäscher
VOC	24 ltr./a	0 ltr./a
Elektrische Energie	0	200 kWh (2000)
Wasser	0	0,2 m3 (2)
Abwasser	0	0,1 m3 (1)
Abfall	Belastet Luft und Gesundheit	Ordnungsgemäße Entsorgung
Zeit	4 Min.	5 Min.
Anwendung	Identisch	Identisch
Kosten	0,2 €/Teil	0,7 €/Teil

Kooperationsstelle Hamburg, Klaus Kuhl, Cleantool-Präsentation, Dezember 2004

D 32 Aufzugsschienen-Reinigung mit Estern ( Datum: 11.02.2003 )

Bei der Installation neuer Aufzüge werden zur Führung des Aufzugskorbes, der Gegengewichte und für die Bremsen Schienen eingesetzt, die von Tectyl, Ölen, Fetten, Staub, Sand und Rost mittels Estern manuell gereinigt werden; danach werden die Schienen

Reinigungsgut    Schmutzanteile    **Anlagentechnik**    Reiniger

<b>Reinigungsgut:</b>	Aufzugsschienen
Werkstoff :	Stahl
Geometrie :	glatte Oberflächen
Anlagenauslastung (Durchsatz in %) :	4,2
Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr) :	26.000
Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr :	keine Aussage
<b>Schmutzanteile:</b>	Mineralöl, Schmierfett, S
Vorhergehender Prozess :	Lieferung der Schienen z
<b>Reiniger:</b>	Reinigungsschritt: 1 Fette
<b>Anlagentechnik:</b>	Nicht anwendbar - manu
<b>Prozess:</b>	Handreinigung ohne techn
Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.) :	15.00
Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.) :	keine Aussage
Recycling/Verwertung :	Schritt: 1 Entsorgung der



D 6 Entfernung von Ziehfetten per Hand ( Datum: 03.07.2002 )

Manuelles Reinigen von Zieh-Werkzeugen von Ziehölen und -Pasten mit einem Ester und Putzlappen, danach: Lagerung Video 5 MB 

Reinigungsgut    Schmutzanteile    Anlagentechnik    Reiniger    Prozess    Kosten    **Beurteilung**    Vergleich ausgewählter Prozesse

<b>Reinigungsgut:</b>	Ziehwerkzeuge
Werkstoff :	Stahl, Gusseisen
Geometrie :	glatte Oberflächen, Höhlungen, eine komplizierte Geometrie, Biegekanten
Anlagenauslastung (Durchsatz in %) :	1,3
Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr) :	100.000
Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr :	
<b>Schmutzanteile:</b>	
Vorhergehender Prozess :	
<b>Reiniger:</b>	
<b>Anlagentechnik:</b>	
<b>Prozess:</b>	
Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.) :	5.00
Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.) :	keine Aussage



D 111 Laser-Reinigung von PU-Formwerkzeugen ( Datum: 16.06.2004 ) (Firma: Hersteller von Kunststoffwaren)

PU-Formwerkzeuge aus Stahl, Gusseisen und Alu werden von Trennmitteln gereinigt mit einem Feststoff-Laser; danach Reparatur, Lagerung und erneuter Einsatz

Video 5 MB

Reinigungsgut    Schmutzanteile    Anlagentechnik    Reiniger    Prozess    Kosten    Beurteilung    Vergleich ausgewählter Prozesse

<b>Reinigungsgut:</b>	PU-Formwerkzeuge (aus Stahl, Aluminium und möglich sind auch verchromte und Titaniumnitrid beschichtete Teile)
<b>Werkstoff:</b>	Stahl, Aluminium, Chrom, Titan-Legierung
<b>Geometrie:</b>	glatte Oberflächen, Höhlungen, eine komplizierte Geometrie, eine einfache Geometrie
<b>Anlagenauslastung (Durchsatz in %):</b>	0,1
<b>Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr):</b>	keine Aussage
<b>Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr:</b>	
<b>Schmutzanteile:</b>	
<b>Vorhergehender Prozess:</b>	
<b>Reiniger:</b>	
<b>Anlagentechnik:</b>	
<b>Prozess:</b>	
<b>Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.):</b>	25.00
<b>Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.):</b>	keine Aussage
<b>Recycling/Venwertung:</b>	Schritt: 1 Ein Reinigungsmittel wird nicht benötigt. Damit fällt auch kein Abfall davon an. Der Schmutz

D 100 Reinigen von kl. Drehteilen als Schüttgut vorm Vakuumhärten od. Vernickeln ( Datum: 11.05.2004 )

Drehteile aus Stahl, VA, Messing, Chrom oder Alu werden als Schüttgut von Schneidölen und Spänen mittels eines mod. Alkohols gereinigt in einem Vakuum-Entfettungsautomaten; anschließend Vakuumhärten oder Vernickeln

D 106 Reinigung von Drehteilen als Schüttgut für die Automobilindustrie mit PER ( Datum: 09.06.2004 ) (Firma: Automobil-Zulieferer)

Drehteile für die Automobilindustrie aus Stahl, VA-Stahl und Alu werden von KSS, Ölen, Schleifmitteln und Resten vom Finishing in einer Dampfentfettungsanlage mit PER gereinigt; danach Galvanisieren, Finishing

D 96 Wässrige Reinigung von Wärmetauschern ( Datum: 10.05.2004 ) (Firma: Automobilhersteller)

LKW-Wärmetauscher aus Kupfer und Alu werden von Staub, Ölen und Spänen gereinigt in einer großen Badanlage mit Injektionsfluten und einem wässrigen Reiniger; danach Hartlöten

D 97 Reinigung von Präzisionsteilen für die Automobilindustrie ( Datum: 10.05.2004 ) (Firma: Automobil-Zulieferer)

Präzisionsteile für die Automobilindustrie aus Stahl werden von Ölen und Spänen gereinigt in einer Einkammer Injektionsflutenanlage mit Ultraschall und KW Reiniger (Fp ca. 60°C); danach Montage

Reinigungsgut    Schmutzanteile    Anlagentechnik    Reiniger    Prozess    Kosten    Beurteilung    Vergleich ausgewählter Prozesse

<b>Reinigungsgut:</b>	Präzisionsteile für die Automobilindustrie, z.B. Motorteile, Beschickung: 2 Körbe 480x320x200 mm oder 6 Körbe 480x320x100 mm, fixiert oder Schüttgut
<b>Werkstoff:</b>	Stahl
<b>Geometrie:</b>	glatte Oberflächen, eine komplizierte Geometrie
<b>Anlagenauslastung (Durchsatz in %):</b>	95
<b>Maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr):</b>	keine Aussage
<b>Maximal zu reinigende Fläche pro Jahr:</b>	keine Aussage
<b>Schmutzanteile:</b>	Mineralöl, Metallspäne
<b>Vorhergehender Prozess:</b>	Spanende Bearbeitung
<b>Reiniger:</b>	Reinigungsschritt 1 Kohlenwasserstoffhaltiges Lösemittel - wenig flüchtig (Flammpunkt 55-100 °C) [Medien (Produkt) Shellcol] Reinigungsschritt 2 Kohlenwasserstoffhaltiges Lösemittel - wenig flüchtig (Flammpunkt 55-100 °C) [Medien (Produkt) Shellcol] Reinigungsschritt 3 Kohlenwasserstoffhaltiges Lösemittel - wenig flüchtig (Flammpunkt 55-100 °C) [Medien (Produkt) Shellcol incl. Korrosionsschutz] Reinigungsschritt 4 Kern Reinigertyp [Medien (Produkt) Kein Reiniger]
<b>Anlagentechnik:</b>	Universal 71 C
<b>Prozess:</b>	Einkammer Dampfentfettung/Injektionsflutenanlage mit US, Konservierung und Vakuumtrocknung, sowie automatische Beschickung (modifizierte Standardanlage mit einem 3. Behälter für die Konservierung). Arbeitskammer: 280 l, Destillationsleistung: 140-120 l
<b>Prozess:</b>	Multitask-Anlage Zentrale Anlage Injektionsfluten

Kooperation

Gewertung:				
Weiterbehandlung Teile:	Galvanisieren, Wärmebehandlung, Montage/Fügen	Galvanisieren, Finish	Hartlöten	Montage/Fügen
Anforderungen an die Oberfläche:	Frei von Spänen und losen Verunreinigungen, Frei von Ölen und Fetten, Trocken	Frei von Ölen und Fetten, Trocken	Frei von Spänen und losen Verunreinigungen, Frei von Ölen und Fetten, Trocken	Korrosionsschutz, Frei von Ölen und Fetten, Trocken
Unternehmensspezifische Kriterien für die Qualität der Reinigung:		Höchstmögliche Reinheit, 5 mg pro Teil, 20 - 80 µ	Restöl < 4.7 mg/sq. feet, Restfeuchtigkeit < 0.15 mg/sq. feet, kein verharztes Öl, fertig zum Hartlöten	Korrosionsschutztest per Salzsprühtests
Schnelltests:	Visuelle Kontrolle		Visuelle Kontrolle	Visuelle Kontrolle Schnelltests für fettige/ölige Verunreinigungen Testtinten
Genauere Tests:				
<b>Arbeitssicherheit:</b>	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
<b>Reinigungsschritt:</b>	<b>1 (Vorreinigung)</b>	<b>1 (Vorentfettung)</b>	<b>1 (Injektionsfluten)</b>	<b>1 (Injektionsfluten)</b>
Reinigertyp:	Alkohole3-Butoxy-2-propanol (Glykolether) Xi, R 36/38	Tetrachloroethylen (Perchloroethylen, Per) Tetrachloroethylen (PER), t-Butylglycylether, n-Methylmorpholin N, Xn, R 40, R 51/53, S 23, S 36/37, S 61	Wässrige Reiniger, alkalisch (pH > 11) Verdünnung (%) 4.0000 Tenside, Phosphate, Alkalien, sodium metasilicate	Kohlenwasserstoffhaltiges Lösemittel - wenig flüchtig (Flammpunkt 55-100 °C) Mischung von arom., n-, i-aliphatischen KW, N, Xn, R 65, R 66, R 51/53, S 23, S 61, S 62, R 67, S 24
Gesundheitliche (akute) Unbedenklichkeit:	gut	sehr gut	sehr gut	gut
Gesundheitliche (chronische) Unbedenklichkeit:	sehr gut	ausreichend	sehr gut	sehr gut
Unbedenklichkeit bez. Feuer, Explosion:	gut	sehr gut	sehr gut	gut
Unbedenklichkeit bez. Verhalten:	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
<b>Umwelt:</b>				
<b>Reinigungsschritt:</b>	<b>1 (Vorreinigung)</b>	<b>1 (Vorentfettung)</b>	<b>1 (Injektionsfluten)</b>	<b>1 (Injektionsfluten)</b>
Umwelt-Unbedenklichkeit:	gut	schlecht	gut	schlecht
Unbedenklichkeit bez. Freisetzungverhalten:	sehr gut	befriedigend	sehr gut	sehr gut
Abfallbehandlung:	gut	ausreichend	befriedigend	befriedigend
<b>Reinigungsschritt:</b>	<b>2 (Reinigen)</b>	<b>2 (Tauchentfettung)</b>	<b>2 (Injektionsfluten)</b>	<b>2 (Injektionsfluten)</b>
Umwelt-Unbedenklichkeit:	gut	schlecht	gut	schlecht
Unbedenklichkeit bez. Freisetzungverhalten:	sehr gut	befriedigend	sehr gut	sehr gut
Abfallbehandlung:	gut	ausreichend	befriedigend	befriedigend

## Uni Jena Vergleich

- **Uni Jena Projekt (Prof. Kreisel) LCA**  
In einem bmbf Projekt verglich das Institut für Technische und Umweltchemie Metallreinigung mit CKWs, KWs und wässrigen Mitteln hinsichtlich ihrer Umweltbelastungen. Es wurden auch Empfehlungen zur Prozessoptimierung entwickelt
- **Ergebnis**  
Reinigungsverfahren mit chlorierten KW, KW und wässrigen Mitteln haben alle Umweltbelastungen in ähnlichen Größenordnungen. Wichtiger ist die Optimierung besonders beim Verbrauch elektrischer Energie.



Adresse: http://www.schmeling-webservices.de/searchts\_Frameset.php?sel\_cp=202&id=1&query\_show=;...&cb\_l=XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

### D 108 Dezentrale Vibrationsreinigung von Schneckenrädern vor der Montage

(Date: 15.06.2004) (Firma: Automobil-Zulieferer)

Reinigung von Schneckenrädern aus Messing von Schneidölen und Spänen per Vibrationsanlage ohne Reinigungsmittel; danach Montage

Zum Vergrößern anklicken

Reinigungsgut	Schmutzanteile	Ausrüstung	Reiniger	Prozess	Kosten	Beurteilung	Vergleich ausgewählter Prozesse
<b>Reinigungsgut:</b>	Schneckenräder aus Messing für Auto-Fensterheber-Getriebe; die Teile werden automatisch in ein Rad eingeführt und gelagert in die Vibrationskammer, danach fallen sie aus dem Rad und werden automatisch zur nächsten Verarbeitungsstufe transportiert						
	Messing						
<b>Schmutzanteile:</b>	Schneidöl, Späne						
<b>Reiniger:</b>	Vibrationsreinigung						
<b>Ausrüstung:</b>	Vibrationsreinigung						
<b>Prozess:</b>	Dezentrale Anlage (integriert in den Fertigungsprozess), Vibrationsreinigung						
<b>Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.):</b>	0.01						
<b>Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.):</b>	0.13						
<b>Recycling/Verwertung:</b>	Schritt 1 Kein Reinigungsmittel. Die abgereinigten Schneidöle gehen zurück und werden wieder in den Bearbeitungsstationen verwendet.						
<b>Qualität:</b>	Frei von Ölen und Fetten Tropffrei, Restschmutz geringer als nach Waschen in Lösemitteln						
<b>Folgeprozess:</b>	Montage/Fügen, Messen, Prüfen						
<b>Kosten:</b>	Gesamtwert: € 226.000 / Jahr						

per 2004

## Bioreinigung

Adresse: http://www.schmeling-webservices.de/searchts\_Frameset.php?sel\_cp=215&id=1&query\_show=;...&cb\_l=XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

### D 116 Biologische Reinigung

(Date: 08.07.2004)

Teile aus Stahl z.B. für den Baubereich werden von Ölen, Staub, Korrosionsschutz, Rost, Schweißrückständen und Metallabrieb per biologischer Reinigung in einer mehrstufigen Tauchanlage (mit integr. Beizen, Fluxen und Verzinken) gereinigt, danach Feuerverzinken

Zum Vergrößern anklicken

Reinigungsgut	Schmutzanteile	Ausrüstung	Reiniger	Prozess	Kosten	Beurteilung	Vergleich ausgewählter Prozesse
<b>Reinigungsgut:</b>	Stahlteile zum Feuerverzinken besonders für den Bau- und Außenbereich, z.B. Gitterroste, Träger, Geländer, Treppen, Zäune, etc. Die Beschickung erfolgt mittels Gestallen an denen die Teile (1-50) aufgehängt werden						
	Stahl						
<b>Schmutzanteile:</b>	Öl, Staub, Korrosionsschutz, Rost, Schweißrückstände, Metallabrieb						
<b>Reiniger:</b>	Biologische Reinigung						
<b>Ausrüstung:</b>	Biologische Reinigung						
<b>Prozess:</b>	Biologische Reinigung						
<b>Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.):</b>	45						
<b>Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.):</b>	45						
<b>Recycling/Verwertung:</b>	Schritt 1 keine Aussage Schritt 4 keine Aussage Schritt 5 keine Aussage Schritt 6 keine Aussage Schritt 7 keine Aussage						
<b>Qualität:</b>	Frei von Ölen und Fetten Frei von Ölen und Fetten, Qualität der Verzinkung						
<b>Folgeprozess:</b>	Feuerverzinken						

Präsentation, Dezember 2004

**Bio-cleaning**

Plant is custom built by Henssler + Hörtsch GmbH, Germany; all baths/chambers ca. 30m<sup>3</sup>

Procedure (complete cycle time ca. 45 min.):

1. degreasing, alk. cleaner, 3%, 60°C, agitation by air blowing;
2. biological degreasing/inse, 45°C agitation by air blowing;
3. (5.) pre-pickling, dilu. HCl, RT, in pickling bath 1 or 3 depending on degree of soiling;
4. (6.) pickling, diluted HCl, RT, in pickling bath 2 or 4;
7. rinse-pickling diluted HCl, RT;
8. rinse, tap water, RT;
9. fluxing, RT;
10. drying;
11. galvanising, 450°C;
12. cooling

A video is available under "Evaluation"

## Bioreinigung

Adresse [http://www.schmelg-webservices.de/search/ts\\_FrameSet.php?sel\\_cp=221&idn=1&query\\_show=;;;;;&cb\\_1=YYYYYYYYYYYYYYYYYYYY](http://www.schmelg-webservices.de/search/ts_FrameSet.php?sel_cp=221&idn=1&query_show=;;;;;&cb_1=YYYYYYYYYYYYYYYYYYYY) Wechselt zu

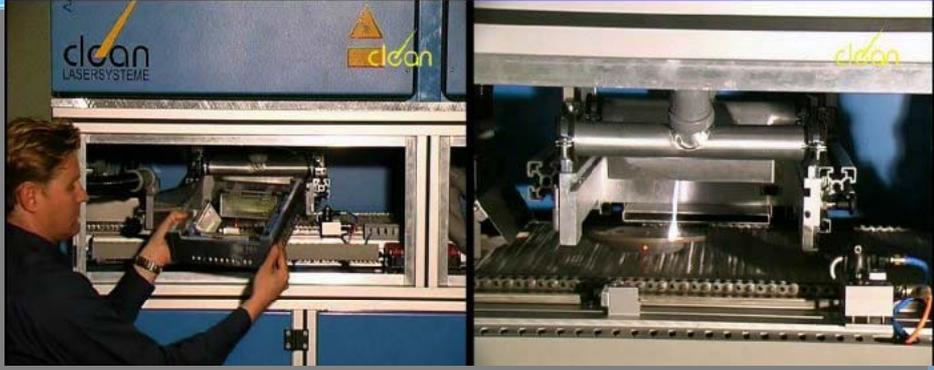
### D 112 Laser-Reinigung von Bremsbelägen vorm Pulverbeschichten (dezentral) (Date: 16.06.2004) (Firma: Automobil-Zulieferer)

Bremsbeläge aus Stahl werden von Oxiden und geringem organischem Restschmutz in der Linie automatisch mit einem Feststoff-Laser gereinigt, danach Farbauftrag oder Pulverlackieren

Zum Vergrößern anklicken

Reinigungsgut Schmutzanteile Ausrüstung Reiniger Prozess Kosten Beserteilung Vergleich ausgewählter Prozesse **Reinigung**

Reinigungsgut:	Bremsbeläge
	Stahl
	platte Oberflächen, eine einfache Geometrie
Anlagenauslastung (Durchsatz in %)	
maximaler Anlagendurchsatz (Anzahl der Teile pro Jahr)	
maximal zu reinigende Fläche pro Jahr	
Schmutzanteile:	
Vorhergehender Prozess:	
Reiniger:	
Ausrüstung:	
Prozess:	
Dauer des Reinigungsprozesses für ein Teil (Min.):	keine Aussage
Dauer des Reinigungsprozesses für die Charge (Min.):	
Recycling/Verwertung:	Schritt:1 Ein Reinigungsmittel wird nicht benötigt. Damit fällt auch kein Abfall davon an. Der Schmutz wird durch hohe Lichtenergie verdampft, wird in geringem Umfang in den Filtern der Absaugung aufgefangen und geht größtenteils in die Luft.
Qualität:	Frei von Ölen und Fetten, Trocken Lackhaftung entsprechend Salzsprühstest, Gitterschnitt-Test
Folgeprozess:	Farbauftrag, Pulverbeschichtung
Kosten:	Capex/Anlage: 20.000.000 € / Jahr



September 2004

## Cleantool Ausblick

- **Pflege der Daten**  
Prozess-, Mittel-, Anlagen-, Vorschriftenänderungen
- **Weitere Prozesse**  
Anpassung an den technischen Fortschritt
- **Anwendung in KMUs**  
Weitere Anpassung an die Anforderungen
- **Benchmarking**



# Metallreinigung mit Pflanzenölester

Dipl. Sozialökonom, Dipl. Volkswirt Mario K. Dobernowsky, Kooperationsstelle Hamburg

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

1. Vorstellung der **Kooperationsstelle Hamburg**
2. Projekte zu Gefahrstoffersatz mit Pflanzenölestern
3. Gesundheitsgefahren durch Lösemittel
4. Was sind Pflanzenölester
5. Vorteile / Nachteile in betrieblichen Anwendungen
6. Betriebliche Beispiele der Metallreinigung mit Pflanzenölestern, bei welchen Reinigungsverfahren haben sich Ester bewährt
7. Kosten, Entsorgung und Hautstudie
9. Diskussion

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Die Institution**

Die Kooperationsstelle Hamburg ist ein **Referat des Hochschulamtes (H35)** der **Behörde für Wissenschaft und Gesundheit (BWG)** der **Freien und Hansestadt Hamburg**.

Januar 2004 Folie 3



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Die Aufgaben**

Förderung der Zusammenarbeit  
von Hochschulen und Gewerkschaften in:

- **Forschung**
- **Lehre**
- **Studium und**
- **Weiterbildung**

Januar 2004 Folie 4



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **GESCHICHTE DER TECHNIK**

**1988** Dänische Drucker testen reine Pflanzenöle zum Reinigen von Offsetdruckmaschinen

**1989** Ester aus Pflanzenölen und Alkoholen erweisen sich als bessere technische Lösung



**1992-1996 Projekt SUBSPRINT**  
In 12 europäischen Ländern stellen sich zwischen 2% und 50% der Offsetdruckereien auf diese Reinigungstechnik um

Januar 2004 Folie 5



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**1995**  
Branchenvereinbarung von IG Medien, Bundesverband Druck und BG Druck/Papierverarbeitung

**AI-Mittel werden verboten,  
All in Ausnahmefällen zugelassen,  
AIII-Mittel erlaubt,  
Empfehlung für pflanzliche Reiniger oder hochsiedende Mineralölprodukte**

**1997**  
LASI-Leitfaden „Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen in der Reinigungstechnik im Offsetdruck“

Januar 2004 Folie 6



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

### **1995-1998 Projekt SUMOVERA (EU-gefördert)**

**Ersatz von Mineralölprodukten durch biologisch besser abbaubare pflanzliche Produkte als Betontrennmittel (Schalöle).**

### **1997-2000 Projekt LIFE (EU-gefördert)**

**Verbreitung des Einsatzes von pflanzlichen Ölen bei Reinigungs- und Entfettungsarbeiten in der Metallindustrie  
Praxistests in Pilotbetrieben  
Optimierung**

Januar 2004 Folie 7



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

### **Brancheninitiative vom 21. Juli 2000**

#### Unterzeichner

**Nordmetall, Verband der Metall- und Elektro-Industrie e.V.  
IG-Metall, Bezirk Küste  
Norddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft**

#### Bereiche

**Metall be- und verarbeitende Betriebe**

#### Gegenstand

**Reduzierung von Lösemittlemissionen bei der Metallreinigung**

Januar 2004 Folie 8



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Empfehlungen der Brancheninitiative**

- **Sehr leicht u. leicht flüchtige Reinigungsmittel (FP < 21°-55 °C, AI, AII) sollen (...) nicht eingesetzt werden**
- **Flüchtige Reinigungsmittel (FP bis 100 °C, AIII)  
Einsatz nach Prüfung der technischen Notwendigkeit**
- **Schwerflüchtige Reinigungsmittel (FP > 100 °C – Hochsieder, höhersiedende Isoparaffine) können eingesetzt werden**
- **Reinigungsmittel auf Basis von Pflanzenölestern bzw. reine Pflanzenölester, sowie Reinigungsmittel auf wässriger Basis – ohne Kohlenwasserstoffanteil – sollen verstärkt eingesetzt werden.**

Januar 2004 Folie 9



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **2000-2003 Projekt LIFE 2 (BG gefördert)**

**Verbreitung des Einsatzes von pflanzlichen Ölen bei Reinigungs- und Entfettungsarbeiten in der Metallindustrie sowie weitere Praxistests in Pilotbetrieben**

**LASI-Leitfaden „Ersatzstoffe in der Metallreinigung – LV25 –  
(Länderausschuss für Arbeitsschutz u. Sicherheitstechnik)**

Januar 2004 Folie 10



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

# Gesundheitsgefahren durch Lösemittel

Januar 2004 Folie 11



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## Schädigende Eigenschaften von Lösemitteln

### Gesundheit:

**Akute und chronische Krankheiten durch**

- Hautkontakt**
- Einatmen**
- Aufnahme über die Haut**
- oder Verschlucken**

Januar 2004 Folie 12



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Vorteile Technik = Nachteile für die Gesundheit**

### **Flüchtigkeit**

*Technischer Vorteil:*

→ schnelle Verdunstung, trockene Oberflächen

*Gesundheitsgefahr:*

→ Aufnahme der Lösemitteldämpfe über die Lungen in den Blutkreislauf

Januar 2004 Folie 13



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Vorteile Technik = Nachteile für die Gesundheit**

### **Fettlöslichkeit**

*Technischer Vorteil:*

→ gutes Reinigungsvermögen

*Gesundheitsgefahr:*

→ eigenes Hautfett wird ausgelöst,  
Schutzfunktion der Haut wird geschädigt,  
Ekzeme, Allergien,  
Lösemittelaufnahme durch die Haut möglich

Januar 2004 Folie 14



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Berufskrankheiten**

**BK 1302** Erkrankungen durch Halogenkohlenwasserstoffe

**BK 1303** Erkrankungen durch Benzol, seine Homologe  
oder durch Styrol

**BK 1305** Erkrankungen durch Schwefelkohlenstoff

**BK 1306** Erkrankungen durch Methylalkohol (Methanol)

**BK 1317** Polyneuropathie oder Enzephalopathie durch  
organische Lösemittel oder deren Gemische  
(seit 12/97)

**BK 5101** Schwere oder wiederholt rückfällige Hauterkrankungen

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

# **Ester als Alternative Vorteile und Grenzen**

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## ESTER

**Pflanzenöle sind Ester des dreiwertigen Alkohols Glycerin mit Fettsäuren, z.B. Raps, Soja, Sonnenblumen etc.**

**Native Öle sind Ester des dreiwertigen Alkohols Glycerin**



**Technische Fettsäureester**



Januar 2004 Folie 17

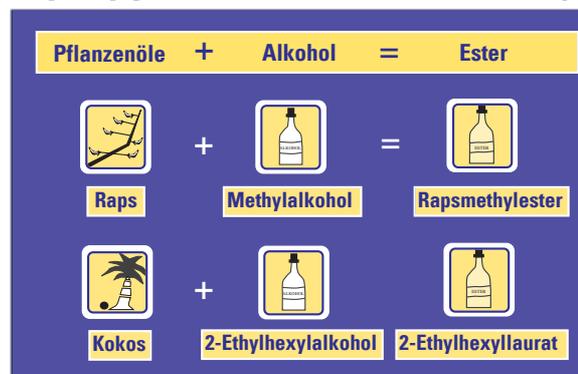


**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## ESTERPRODUKTION

**Technische Ester werden erzeugt durch Reaktion von Pflanzenölen (Kokosöl, Rapsöl, Sonnenblumenöl) oder daraus gewonnenen Fettsäuren mit einem Alkohol (Ethanol, Isopropylalkohol, Methanol etc.)**



Januar 2004 Folie 18



**LIFE 2**

Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie

## Qualitätskriterien für Esterprodukte

- Anteil pflanzlicher Ester > 75%
- Flammpunkt > 100°C
- Dampfdruck < 0,1 mbar (mbar/20°C)
- keine toxischen Additive
- keine VOC-relevanten Inhaltsstoffe

Januar 2004 Folie 19

**LIFE 2**

Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie

## LÖSUNGSVERMÖGEN

Lösungsvermögen von Estern im Vergleich  
mit klassischen Lösemitteln

(Je höher die Zahl, desto besser das Lösungsvermögen)

HANSEN-PARAMETER	$\delta_d$	$\delta_p$	$\delta_h$
Chlorierte Lösemittel	17	4	2,5
Testbenzin AIII	16	0,5	0,5
Kaltreiniger, entaromatisiert	14	0	0
Fettsäureester	14,2	1,5	4

$\delta_d$  = dispersives Lösungsvermögen

$\delta_p$  = polares Lösungsvermögen

$\delta_h$  = Lösung der Hydrogenbindung

Januar 2004 Folie 20



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **VORTEILE**

### **Arbeitsschutz**

- **Lösemittlemissionen am Arbeitsplatz entfallen**
- **keine Geruchsbelästigung am Arbeitsplatz**
- **es besteht keine Kennzeichnungspflicht nach Gefahrstoff-Verordnung**
- **bessere Hautverträglichkeit (Praxiserfahrungen, Hautstudie)**

Januar 2004 Folie 21



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **VORTEILE**

### **Umweltschutz**

- **die Belastungen der Luft wird reduziert**
- **da pflanzliche Produkte biologisch besser abbaubar sind, wird das Umweltrisiko für Wasser und Boden niedriger**
- **als Basis stehen nachwachsende Rohstoffe zur Verfügung**

Januar 2004 Folie 22



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **VORTEILE**

### **Technik**

- **abhängig von der Art der Verschmutzung können bessere Reinigungswirkungen erzielt werden**
- **die Produkte sind gut emulgierbar**
- **VbF und Ex-Schutzmaßnahmen entfallen, da der Flammpunkt > 100 °C ist**
- **der verbleibende Ölfilm bietet einen temporären Korrosionsschutz**

Januar 2004 Folie 23



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **VORTEILE**

### **Wirtschaftlichkeit**

- **die esterbasierten Produkte ermöglichen z.T. erheblich höhere Standzeiten**
- **es werden bis zu 80% weniger Reinigungsmittel verbraucht**
- **die Lagerhaltungskosten können reduziert werden**
- **es werden keine Absaugvorrichtungen benötigt**

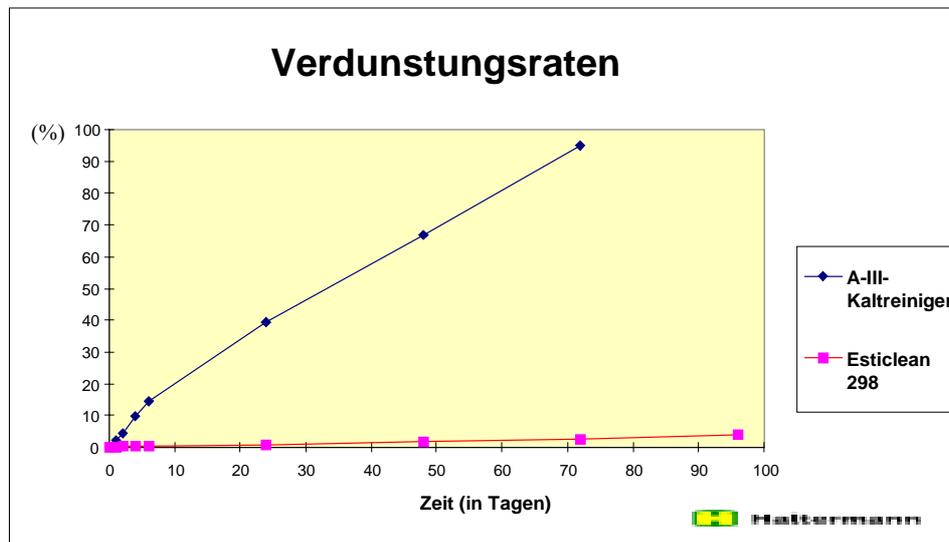
Januar 2004 Folie 24



LIFE 2

Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie

## Verdunstungsraten im Vergleich



Januar 2004 Folie 25



LIFE 2

Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie

## Achtung! Besonderheiten

- die Reinigungsmittel verdunsten nicht, ein **Restfilm** bleibt auf der Oberfläche zurück
- muss ein Werkstück für die Weiterverarbeitung, (z.B. Lackieren, Galvanisieren,..) fettfrei sein, ist eine **Nachbehandlung** erforderlich
- **Rutschgefahr** beim Verschütten

Januar 2004 Folie 26



Wenn Teile aus Gummi oder Kunststoff gereinigt werden sollen, empfiehlt es sich vorher Verträglichkeitstests durchzuführen. => das Teil einige Zeit (Stunden oder Wochen) in die Flüssigkeit legen und dann prüfen, ob Veränderungen eingetreten sind:

- Verfärbung oder Trübung der Flüssigkeit
- Aussehen, Härte oder Elastizität der Teile.

In Einzelfällen gab es Probleme mit der Materialverträglichkeit:

Oberfläche von Kunststoffartikeln (PE und PP) matt, Eloxalschicht (elektr. Sonnenschutz für PKW) wurde angegriffen.

Unverträglichkeiten mit Komponenten von Waschtischen und Tauchbecken sind dagegen bisher nicht aufgetreten.

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

# Betriebliche Beispiele

Januar 2004 Folie 27



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## TESTBRANCHEN

- **Maschinenbau (z.B. Tectylentfernung)**
- **Schiffswerften und Schiffsreinigung**
- **Getriebeinstandsetzung, Elektromotoreninstandsetzung**
- **Instandhaltung (z.B. MoS<sub>2</sub> Entfernung)**
- **Fahrzeugbau, -zulieferer und -werkstätten**
- **Eisenbahn**
- **Elektroindustrie**

Januar 2004 Folie 28



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Anwendungsbeispiele**

Betrieb	Arbeitsbereich	Anwendung
<b>Daimler Chrysler</b> Werk Hamburg	Maschinen- reparatur	Manuelle Teilereinigung mit Esticlean 298
<b>Flender ESAT</b> Herne	Verzahnung	Zwei 600 Liter Tauchbecken (Esticlean 298) zur Endreinigung und Konservierung von Getriebeteilen
<b>MAN B&amp;W Diesel</b> Hamburg	Instandhaltung von Schiffsteilen	Entfernung einer ausgehärteten Tectylschicht (506-EH) von einer Kurbelwelle mit Cocopaste
<b>Kilian</b> Hamburg	Herstellung von Industrieschildern	Entfernung der Bitumen-Trennschicht und der sich darauf befindenden Lackschicht ohne den Lack im tiefgeätzten Bereich anzugreifen; hier hat sich Estisol 242 bewährt.
<b>Volkswagen</b> Werk Wolfsburg	Coaching  Versuchsbetrieb	Manuelle Reinigung von Teilen, die u.a. mit Molykote verschmutzt sind.  Automatische Reinigung von Gelenkwelleanteilen, die stark mit MoS <sub>2</sub> verschmutzt sind, Aufstellung einer neuen Reinigungsanlage, Versuche in Anlagen von MAFAC (Mikroemulsion) und Multimatic (Estisol 242).

Januar 2004 Folie 29



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Korrosionstest unter Praxisbedingungen**



**Auch nach 18  
Monaten kein  
Flugrostbefall**

Januar 2004 Folie 30



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**



**Manuelle  
Kleinteile-  
reinigung**

Januar 2004 Folie 31



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**



**B+V  
Industrie-  
technik**

Januar 2004 Folie 32



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**



**VAW-  
Hamburg**

**Filter mit  
Aluminium-  
spänen  
verschmutzt**

Januar 2004 Folie 33



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**



**Entfernung der  
Oberflächen-  
Konservierung  
(**Handschuhe  
sind immer  
erforderlich**)**

Januar 2004 Folie 34



**LIFE 2**

## Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie



**Manuelle  
Teile-  
Reinigung  
auf einem  
Waschtisch**

Januar 2004 Folie 35



**LIFE 2**

## Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie



**Herstellung  
von  
Messing-  
ventilen**

Januar 2004 Folie 36



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**



**Getriebe-  
instand-  
haltung**  
(vor der Reinigung)

Januar 2004 Folie 37



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**



**Mehrkammerbad  
zur Reinigung von  
Industrieschildern**

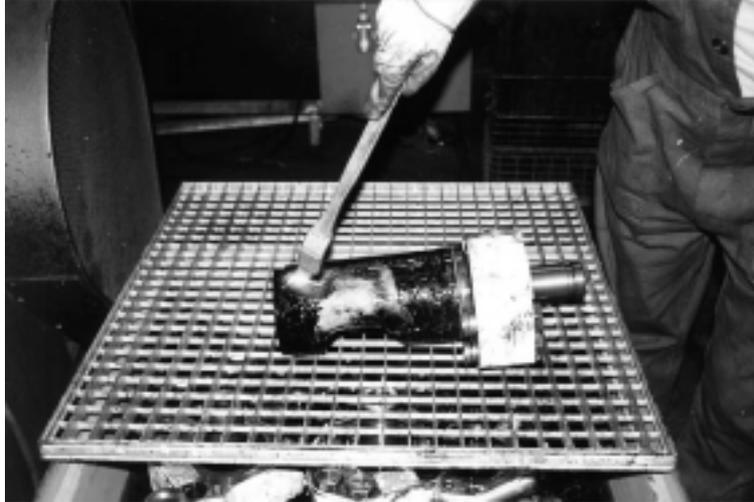
Januar 2004 Folie 38



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## Maschineninstandhaltung - Teilereinigung mit einem Ester auf Kokosölbasis



Januar 2004 Folie 39



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## Eisenbahninstandhaltung - Achsreinigung von Schmieröl und Fett



Januar 2004 Folie 40



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## Radkastenreinigung mit einer Rapsölmethylester-Emulsion



Januar 2004 Folie 41



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**



**Gelenkwelle  
verschmutzt mit  
Molybdändisulfid**

Januar 2004 Folie 42



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**



**Gelenkwelle  
10 min. bei 80°C  
mit Mikroemulsion  
gereinigt**

Januar 2004 Folie 43



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Märkisches Werk Halver**



Januar 2004 Folie 44



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Märkisches Werk Halver**



Januar 2004 Folie 45



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Positive praktische Erfahrungen**

**Durchweg gute Reinigungsleistung**

**Materialschonung**

**Temporärer Korrosionsschutz**

**Gutes Schmutztragevermögen**

**Geringe Flüchtigkeit, milder Geruch**

**Chemisch, thermisch und biologisch stabil**

Januar 2004 Folie 46



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Technische Problemzonen**

**Ester trocknen langsam ab, evtl. Nachtrocknung erforderlich**

**Nachbehandlung bei z.B. nachträglicher Lackierung erforderlich**

**Für gute Reinigungswirkung ist häufig eine längere Einwirkzeit erforderlich**

**Beim Versprühen kann es zur Aerosolbildung kommen, ein Problem für die Sicherheitstechnik**

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## **Mögliche Hindernisse für den Einsatz der Ester**

- **Eingefahrene Arbeitsroutinen**
- **Fehlendes Interesse**
- **Fehlende Referenzbetriebe**
- **Fehlende Lernmöglichkeit**
- **Fehlende Information über Umwelt- und Arbeitsschutz**
- **Fehleinschätzung der finanziellen Aspekte**

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

# Materialverträglichkeit

Januar 2004 Folie 49



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## Materialverträglichkeit gegenüber Nicht-Metallen

Pflanzenölester können folgende Materialien lösen:

1. Alkyde (Lackbindemittel, sehr lange Molekülketten)
2. Chlorkautschuk
3. einkomponentige Polyurethan Dicht- und Klebstoffe

Methyl- und Ethylester außerdem:

4. Phenolharze
5. Epoxydharze (mit niedrigem Molekulargewicht)

Außerdem können Pflanzenölester bei Gummi zu Quellungen führen und Kunststoffe angreifen.

Januar 2004 Folie 50



## **Materialverträglichkeit gegenüber Nicht-Metallen II**

Aber:

1. Ester sind erheblich weniger aggressiv als übliche Kaltreinger
2. Die Hersteller kennen die Eigenschaften und können die Ester entsprechend formulieren
3. Die gängigen Lösemittel haben ähnliche Eigenschaften, wie Quelltests ergaben.

**Zu beachten bleibt:**

1. Silikon- und Butylkautschuk werden von Kohlenwasserstoff doppelt so stark angegriffen wie von Pflanzenölester.
2. Neopren wird von Pflanzenölester jedoch nicht von Kohlenwasserstoff angegriffen.

## **Materialverträglichkeit gegenüber Metallen**

Grundsätzlich gibt es keine bekannten Probleme mit Metallen.

Ein häufiges Problem von Aluminium nach der Reinigung mit Kaltreinigern ist die Verfärbung. Diese tritt bei Ester nicht auf.

Verchromte Teile können ebenso problemlos gereinigt werden.

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

# Kosten

Januar 2004 Folie 53



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Kosten im Vergleich zu üblichen Kaltreiniger:**

**2 - 3 x Liter**

**Warum ?:**

- ➔ teurere Rohstoffbasis
- ➔ kleine Verkaufsmengen (x)
- ➔ noch Anteil Entwicklungskosten (x)

**Relativiert sich durch:**

- ➔ höhere Standzeit (keine Verdunstung, hohe Fettlösekapazität, geringerer Verbrauch)
- ➔ Recycling
- ➔ geringere Betriebskosten (technische Einrichtungen, Lagerkosten, Versicherung, Krankheitsausfälle, ...)

Januar 2004 Folie 54



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Kostenvergleich**

**A. Waschtisch Instandhaltung (Werftbetrieb)**

Reparatur Maschinenteile der gesamten Werft  
Fette, Öle, Konservierungsbeschichtungen, Dreck

**Estisol 242 (Esteröl):**

60 Liter 1 Jahr Preis/L. inkl. MWSt., inkl. Entsorgung: **4,91 €**

**Kosten pro Jahr: 307 €**

**Kaltreiniger Alll:**

400 Liter 1 Jahr Preis/L. inkl. MWSt. und Entsorgung: **2,38 €**

**Kosten pro Jahr: 951 €**

\* Entsorgungskosten: 0,28 € / Liter

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Kostenvergleich**

**B. Tectylentfernung (Langzeitkonservierung)  
5 m Kurbelwelle für Schiffsdiesel (Werft)**

➡ **COCOpaste (Fa. Scheidel)**

**Kaltreiniger:** 2 Maler x 3 Tage = 50 Arbeitsstunden

**pastöses Esterprodukt:** insgesamt = 6 Stunden

bei **43 €** (85 DM) /Stunde:

Kaltreiniger: **2.173 €** (4.250 DM)

Esterprodukt: **261 €** ( 510 DM)

Materialkosten jeweils ca. **25 €** (50 DM)

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

# Recycling Entsorgung Hautverträglichkeit

Januar 2004 Folie 57



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## Inhalt:

### 1. Recyclingmöglichkeiten

- Filtration
- Membranverfahren
- Destillation
- Zentrifugation
- chemische Rückgewinnung

### 2. Entsorgung

- gesetzliche Grundlagen
- Abfallschlüssel

Januar 2004 Folie 58



## 2. Recycling: Filtration **Abtrennung von Feststoffen**

- Tests mit Waschtischen von Karberg & Hennemann:  
Cellulosefilter (- 1 µm), Kreislaufführung
- Esticlean 298 (relativ hoch viskos) und Estisol 242 (dünner)
- Bundeswehr-Standardschmutz (Getriebeöl, Schmierfett & Ruß)



### **Standzeitverlängerung der Reiniger (x 2 - 3)**

- Dauer der Filtration ist abhängig von Viskosität der Ester
- feinste Schwebteilchen wurden nicht entfernt (< 1 µm)
- Gehalt von eingetragenen Ölen & Fetten wird nicht verringert
- max. Fettaufnahmekapazität der Ester liegt bei ca. 20-25%

## **Membranverfahren:**

### **Trennung von Flüssigkeiten: Mineralöl/Fettsäureester**

1. Ultrafiltration: mit einer Porenmembran



nicht geeignet, Molekülgrößen sind zu ähnlich

### **Untersuchung im GKSS Forschungszentrum**

2. Umkehrosmose (Löslichkeitsmembran):

Trennung über selektive Diffusion der Moleküle

2 Versuche: Estisol 242 + 3% Spindelöl / 3 % Lagerfett



negativ, verwendete Membranen mit zu niedriger Trenngrenze, kein Permeatfluss

### **Fa. Altenburger**

Versuche mit Edelstahlmembran (0,5 mm): keine Trennung

**LIFE 2****Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie****Destillation:****Trennung Flüssigkeiten über unterschiedliche Siedepunkte**

- Ester sind grundsätzlich destillierbar (10° Siedepunkt - Differenz)
- Rückgewinnung relativiert den höheren Literpreis
- Art der Verschmutzung ist entscheidend (z.T. Geruchsbildung)
- Vakuumdestillation (z.B. 20 - 5 mbar, 150°C)

➡ im LIFE-Projekt sind mehrere Tests zur destillativen Wiederaufbereitung durchgeführt worden

**LIFE 2****Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie****Destillationsversuche mit Estisol 242**

1. Fa. Haltermann: NL-Eisenbahn, Radlagerfett
  - im Labormaßstab erfolgreich, im größeren Maßstab sind Optimierungen notwendig (thermische Zersetzung vermeiden)
2. Fa. ISI (Industrie Service International): Helkenberg, Automatenöl  
Mobile Vakuumdestillationsanlagen (Druckereien), 20 mbar, 195°C

➡ Ergebnisse positiv

helle Redestillat, 2% KWSt, 5% höherer Ester, wiederverwendbar

Techn. Daten: Anlagengröße 15 - 100 L, ein Zyklus 7 Stunden

Kosten: 0,35 €/Liter, Energiekosten 0,06 €/Liter

Amortisation: bei Verbrauch von 100 L/Monat

### 3. Entsorgung: nach KrW-/AbfG vom 7. Oktober 1996

- ⇒ Abfälle zur Verwertung (stofflich und thermisch)
- ⇒ Abfälle zur Beseitigung (thermisch und Deponierung)

7 Verordnungen und Richtlinien

Einstufung branchenbezogen, Umschlüsselung von LAGA-EAK

Problematische Abfälle wichtig:

1. Bestimmungsverordnung für besonders überwachungsbedürftige Abfälle (BestbÜAbfV), Listen s. Anhänge  
Behörde des Abfallerzeugers und -entsorgers muß zustimmen
2. Bestimmungsverordnung für überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung (BestÜAbfV); Behördliche Zustimmung ist nicht erforderlich, Entsorgungsweg ist Behörden nur anzuzeigen

### Entsorgung pflanzenölbasierter Reiniger

Festlegung der EAK-Abfallschlüssel in Abstimmung mit der Hamburger Umweltbehörde:

verbrauchte Reiniger: **14 06 03** (büA) (wässrig); halogen- u. FCKW frei

(Metallentfettung, andere Lösemittel und Lösemittelgemische), LAGA **55357**

⇒ **besonders** überwachungsbedürftiger Abfall (büA)

Putzlappen: **neue Abfallschlüssel** (ab 1.01.2003) **15 02 02** (büA)

(gefährliche, schädliche Verunreinigungen (ChemG, T / Xn)

**15 02 03** (nbüA) (ungefährliche Verunreinigungen/Schmutze)

Destillationsrückstände: Schlämme **14 06 05**, Lösemittel **14 06 03**

- Abfallentsorgung ist Ländersache, mit örtlichen Behörden abzustimmen
- bei Wiederaufbereitung: keine Vermischung mit Mineralölen

**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Hautstudie**

BioSkin Institut für Dermatologische Forschung und Entwicklung Hamburg

- Prüfung der lokalen Hautverträglichkeit im Patch-Test (6-stündige und 23-stündige Applikation) nach Vorstudie
- 10 Produkte zur Metallreinigung  
 Negativkontrolle: unbehandeltes Testfeld  
 Positivkontrolle: 5%-ige Natriumlaurylsulfatlösung (SLS)
- 20 männliche und weibliche Probanden ab 18 Jahren
- Untersuchungsparameter:
  - Visuelle Bewertung der Reaktionen (Score-System) 1, 24, 48, 72 h
  - chromametrische Messung der Hautrötung
  - Bestimmung des transepidermalen Wasserverlusts (TEWL)

Januar 2004 Folie 65



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Prüfprodukte**

1. Kaltreiniger (aliphatisch KWSt-Gemisch, Fp. 60°C AIII, Siedeber. 187-213°C)
2. Hochsieder (Flammpunkt 105°C, Siedebereich 230-260°C)
3. Isoparaffine (AIII, Flammpunkt 63°C, Siedebereich 175-195°C)
4. Wässriger Reiniger (schwach alkalischer Tensidreiniger, 5 % ig)
5. Esteröl (Flammpunkt 138°C, Siedebereich 270-280°C)
6. Esteröl mit synth. Ester (Flammpunkt 148°C)
7. Esteröle mit hochsiedenden KWSt (Flammpunkt > 150°C, aromatenfrei)
8. Esterölbasierte Mikroemulsion (5 % ig)
9. Esteröl (Flammpunkt > 100°C, Siedepunkt 204°C)
10. Esteröl mit Emulgator (Flammpunkt > 100°C, Siedepunkt 204°C)
11. Unbehandeltes Leerfeld
12. Kontrollfeld (SLS 5%)

Januar 2004 Folie 66

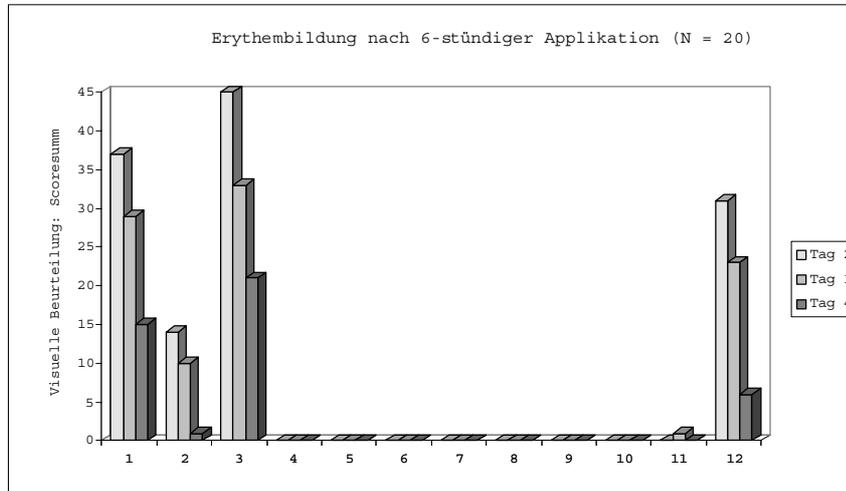


**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## Erythemreaktion: Scoresummen nach 6 h Applikation

Abbildung1: Scoresummen der Erythemreaktionen nach 6-stündiger Applikation



Januar 2004 Folie 67

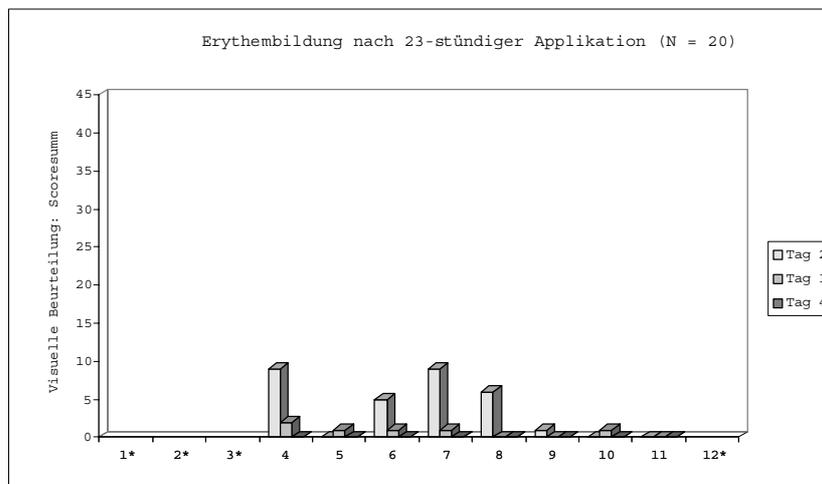


**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

## Erythemreaktion: Scoresummen nach 23 h Applikation

Abbildung2: Summenscore der Erythemreaktionen nach 23-stündiger Applikation



Januar 2004 Folie 68

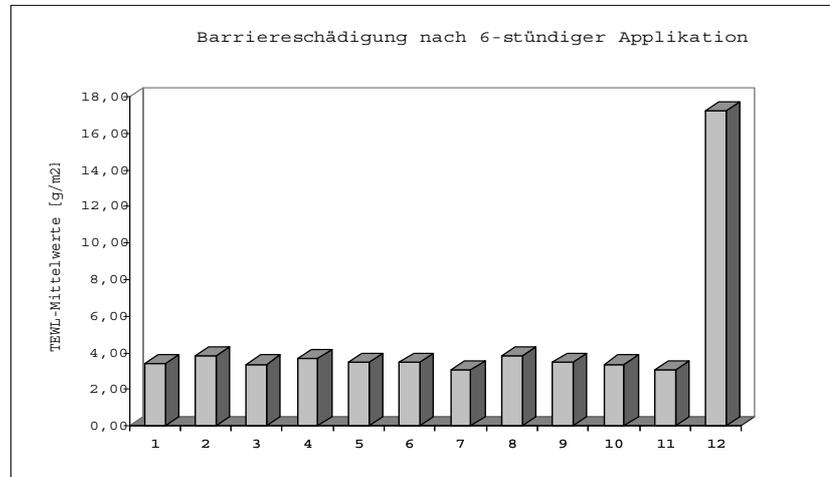


**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Barrierschädigung: Mittlere TEWL-Werte (6 h Applikation)**

Abbildung3: Mittlere TEWL-Werte nach 6-stündiger Applikation



Januar 2004 Folie 69



**LIFE 2**

**Alternative Reinigungsmittel in der Metallindustrie**

**Ergebnisse  
Hautirritationspotential**



- **Isoparaffine (3)** (Fp 63°C)
- **Kaltreiniger (1)** (Fp 60°C)
- **Hochsieder (2)** (Fp 105°C)



- **Wässrige, schwach alkalische Reiniger (4)**
- **Esteröl mit synth. Estern (6), Esteröl mit hochsiedenden KWSt. (7), Esterölbasierte Mikroemulsion (8)**
- **Esteröl (5), Esteröl (9), Esteröl mit Emulgator (10),**

**Die Ergebnisse der Chromametrie stimmen gut überein mit visuellen Befunden  
Die Hautbarriere wurde von keinem der untersuchten Präparate geschädigt.**

Januar 2004 Folie 70



Die in der Hautstudie untersuchten Produkte lassen sich in zwei Gruppen mit deutlich unterschiedlichem Hautirritationspotenzial einteilen. Die pflanzenölbasierten Produkte und der schwach alkalische Reiniger sind deutlich hautverträglicher als die Kohlenwasserstoffprodukte.

Die Kohlenwasserstoffprodukte führen bei 6-stündiger Applikation zu deutlichen Unverträglichkeitsreaktionen. Am stärksten ausgeprägt waren die Irritationen beim verzweigt-kettigen Kohlenwasserstoff (Hoesch meta-clean). Die pflanzenölbasierten Produkte und der schwach alkalische Tensidreiniger wurden dagegen nahezu ohne unerwünschte Wirkungen vertragen. Nach 23-stündiger Applikation traten bei Surtec 133, Esticlean 298, Esticlean 210/13 und Esticlean AC-3 geringe Hautrötungen auf. Am besten hautverträglich sind die Esteröle Estisol 242, Cocosol 12 und Cococlean 12. Diese wurden auch nach 23-stündiger Applikation praktisch ohne unerwünschte Wirkungen vertragen.

TEWL-Messung: Eine Schädigung der Hautbarriere wurde von keinem der untersuchten Produkte verursacht.

# Reinigung von Geräten mit Trockeneis

Andreas Thomas, Ice-Clean Thomas GmbH, VS-Villingen

**Einführung & Inhalt**

... Saubere Logistiklösungen mit dem Trockeneiseffekt... (Deutscher Drucker)  
 ... Gegen verdreckte Maschinen hilft oft nur noch der Experte... (Deutscher Drucker)  
 ... Per Trenko® - Verfahren aus der Farbschicht gepellt... (Deutscher Drucker)

ICT bringt die Trockeneisreinigung als Service zu Ihnen.  
 Das Prinzip ist bekannt - diese Art der Dienstleistung ist neu!  
 Profitieren auch Sie von den Vorteilen der innovativsten Reinigungsmethode.

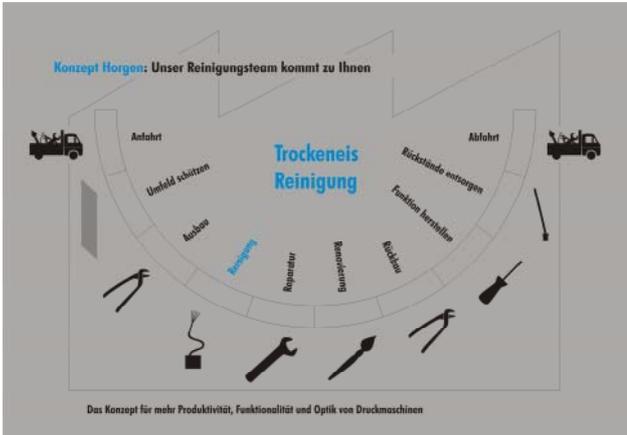
- ▶ ohne Wasser und Chemie
- ▶ produktionssteigernd
- ▶ kostensenkend
- ▶ umweltschonend



**Das Unternehmen**

- Erfahrung über zwei Generationen  
 Entwicklung vielfältiger Reinigungstechniken
- Eigene Eisproduktion  
 optimale Körnung für jeden Anwendungsfall  
 jederzeit verfügbar  
 frisches festes Trockeneis
- Reinigungskonzepte  
 Konzept Horgen

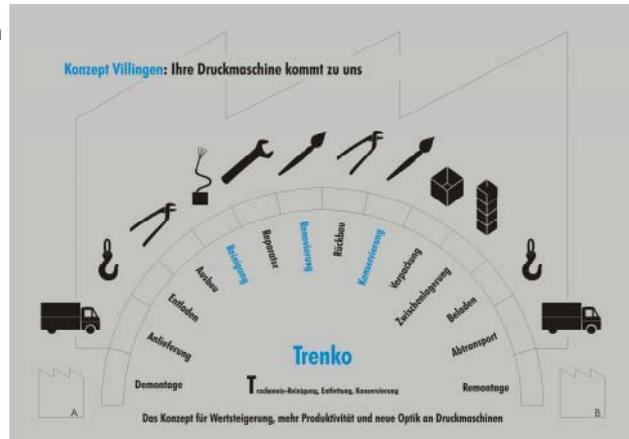
## Konzept Horgen




Das Unternehmen

# Konzept Villingen

- Erfahrung über zwei Generationen  
Entwicklung vielfältiger Reinigungstechniken
- Eigene Eisproduktion  
optimale Körnung für jeden Anwendungsfall  
jederzeit verfügbar  
frisches festes Trockeneis
- Reinigungskonzepte  
Konzept Horgen  
Konzept Villingen Trenko®
- Verkauf / Vertrieb von Trockeneisstrahlgeräten



Was ist Trockeneis?

Trockeneis ist  $\text{CO}_2$  (Kohlendioxid) in verfestigter Form.  $\text{CO}_2$  ist ein geruchloses, natürliches und ungiftiges Gas. In der Getränkeindustrie wird es z.B. Bier und Mineralwasser beigefügt, um den frischen Geschmack länger zu bewahren und die Haltbarkeit zu verlängern.



Flüssiges Kohlendioxid im Tank



Pelletsproduktion



Trockeneispellets ? 0,3 mm

Trockeneis besitzt unter Normaldruck eine Temperatur von  $-78,52$  Grad Celsius und hat die Eigenschaft ohne Übergang in den flüssigen Zustand zu verdampfen. Der Fachausdruck für diesen Vorgang lautet sublimieren.



### Das Verfahren in Kürze

Herkömmliche Strahlmethoden wie z.B. das Dampf- oder Sandstrahlen zum Entfernen von Schmutz, Lacken, Fetten und ähnlichen Beschichtungen auf Oberflächen, sind hinlänglich bekannt. Sie führen zu langen und teuren Stillstandzeiten im Produktionsbereich.



Walzenreinigung

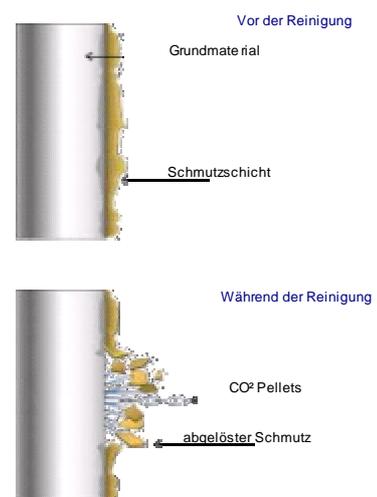
Seit einigen Jahren wird auch Trockeneis als effektives Strahlmittel eingesetzt. **Hauptvorteil:** Die eiskalten Pellets sublimieren nach dem strahlen vollständig und werden nicht zu Wasser! Zurück bleibt nur der entfernte Schmutz. Damit wird der Abfall erheblich reduziert und Zeit gespart.



### Die Reinigung mit Trockeneis

Aus dem Vorratsbehälter der Strahlanlage fallen die Trockeneis-Pellets über eine Dosiereinrichtung in den Ausgangskrümmen. Der in der Strahlpistole erzeugte Unterdruck saugt die Pellets sanft an und beschleunigt sie auf 300 m/s. Während der Kontaktzeit mit der zu reinigenden Oberfläche zieht sich die Verschmutzung durch die starke CO<sub>2</sub> Unterkühlung zusammen und versprödet.

Durch die entstandene Thermospannung löst sich die Schmutzschicht vom Grundmaterial. Mit Hilfe der Geschwindigkeit der nachfolgend auftreffenden Pellets wird die Beschichtung dann vollständig abgetragen. Der Erfolg hat also zwei Ursachen: Zum einen den **Themo-Effekt** und zum anderen den **mechanischen Effekt**.



## Die Reinigung mit Trockeneis



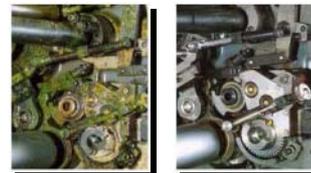
Sofort nach dem Auftreffen lösen sich die Trockeneis-Pellets vollständig in Gas auf und gehen zurück in die Atmosphäre, aus der sie ursprünglich gewonnen wurden. Im Gegensatz zum bekannten Sandstrahlen wird die Grundoberfläche hier jedoch nicht beschädigt.



Es wird **keine Flüssigkeit** hinterlassen. Unsere Anlagen werden pneumatisch betrieben. Ein Stromanschluss ist daher nicht notwendig.

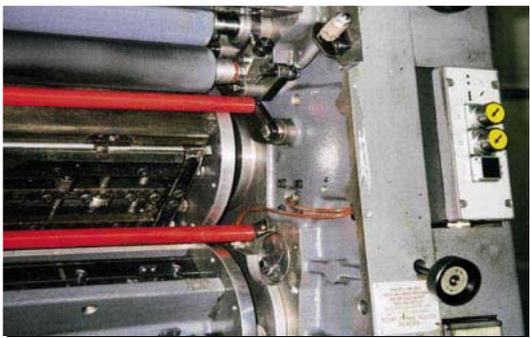


## Beispiele der Trockeneisreinigung



Mit Trockeneis-Strahlanlagen beseitigen Sie abrasionsfrei alle oberflächlichen Verunreinigungen und Anhaftungen wie...

Druckerschwärze, Lacke, Farben, Öle, Fette, Silikone, Leime, Bitumen, Trennmittel, Wachs, Korrosionsschichten, Lebensmittelreste, Anbackungen und vieles mehr.



Farben



Druckmaschine



Beispiele der Trockeneisreinigung

Der größte Vorteil dieses Verfahrens liegt in seinem äußerst geringem Rückstandsvolumen. Damit entfallen für Sie erhebliche Entsorgungskosten von Chemikalien, Sprühmitteln, Lösungsmitteln oder ähnliche und die anfallende Arbeitszeit ist um ein vielfaches geringer.



Teeranhaftung



Elektromotor



Klebstoff



Elektroschalter



Verbrennungsrückstand



PKW Zylinderkopf



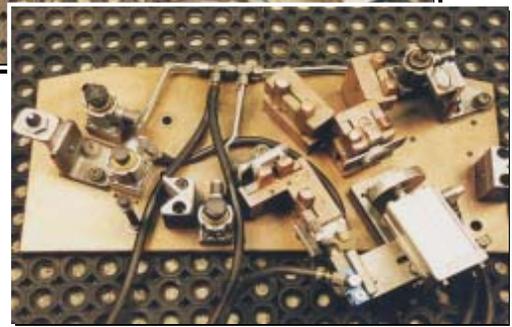
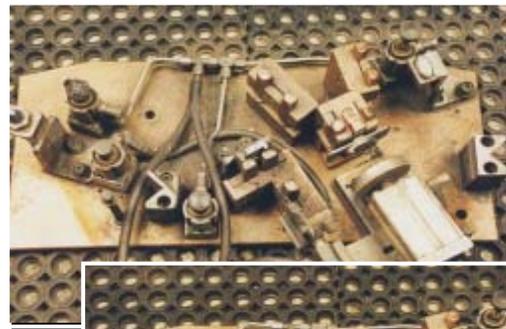
Entlackung eines Stahlträgers (82 Schichten)



Hinweistafel aus der Petrochemie



Beispiele der Trockeneisreinigung



Vorher / Nachher einer Schweißzange



Beispiele der Trockeneisreinigung



...Reinigung Kohlenstoff an einem Schweißroboter



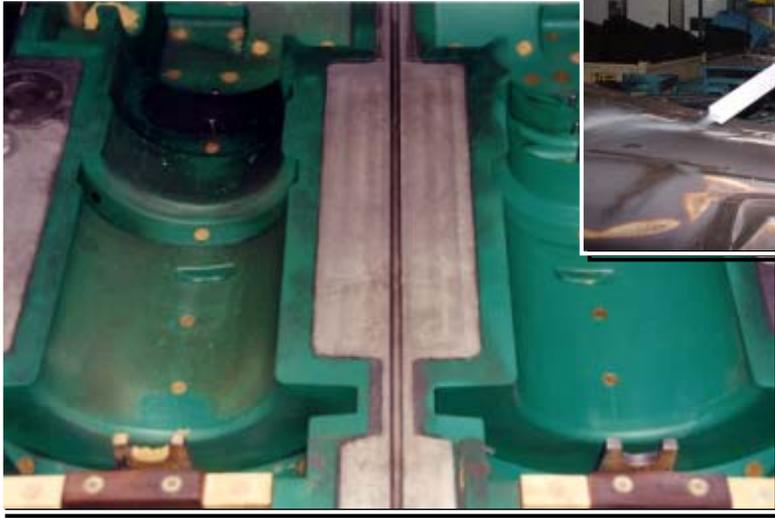
Beispiele der Trockeneisreinigung



...Reinigung von Flugzeugteilen



Beispiele der Trockeneisreinigung



...Reinigung von Gußformen



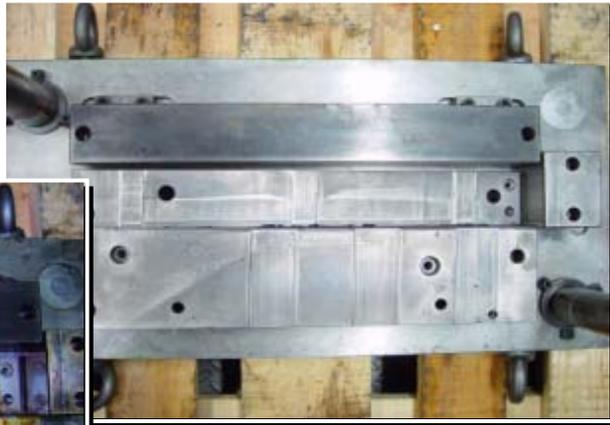
Beispiele der Trockeneisreinigung



...Reinigung von Kokillen zur Herstellung von Alugußteilen



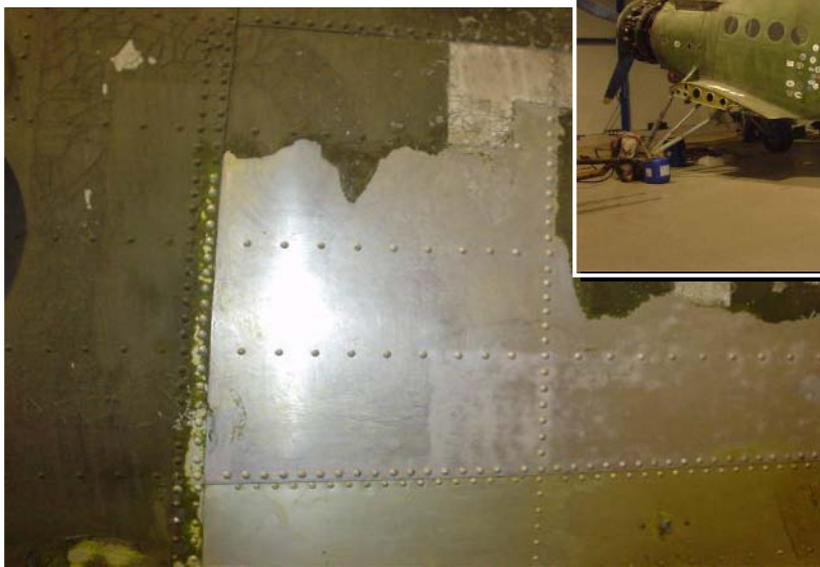
Beispiele der Trockeneisreinigung



...Reinigung von Presswerkzeugen



Beispiele der Trockeneisreinigung



...Entlackung eines Flugzeuges



## Anwendungsgebiete der Trockeneisreinigung

Durch das schonende Verfahren verlängert sich Haltbarkeit und Lebensdauer der Materialien erheblich. Trockeneis ist nicht leitend und nicht korrosiv. Andere Teile müssen weder ausgebaut noch abgedeckt werden. Und nicht zuletzt die wachsende Beschädigung der behandelten Maschinen machen die Wichtigkeit zeitgemäßer Reinigungsanlagen deutlich. Hier einige Einsatzgebiete...

Nahrungs- & Genussmittelindustrie  
 Mineralölkonzern & Raffinerien  
 Bauunternehmen & Bautenschutz  
 Automobil & Zubehörbranche  
 Chemische Industrie  
 Halbleiterindustrie  
 Kunststoffindustrie  
 Verkehrsbetriebe  
 Schiffe & Boote  
 Asbestsaniierung  
 Heizkraftwerke  
 Druckereien  
 Gießereien  
 Luftfahrt  
 uvm.....



Formenreinigung



Schaltschrankreinigung



Turbinenreinigung



## Bekannte Reinigungsmethoden und Ihre Nachteile

**ACHTUNG!** Die bekannten Reinigungsmethoden haben ernstzunehmende Nachteile!



Die Reinigung mit toxischen Lösungsmitteln

- ▶ Reinigungszusätze wie halogenierte Kohlenwasserstoffe sind gesundheits- und umweltschädlich
- ▶ Bitte beachten: Der Einsatz wird vom Gesetzgeber schrittweise untersagt



Strahlen mit Glasperlen oder Kunststoffgranulat

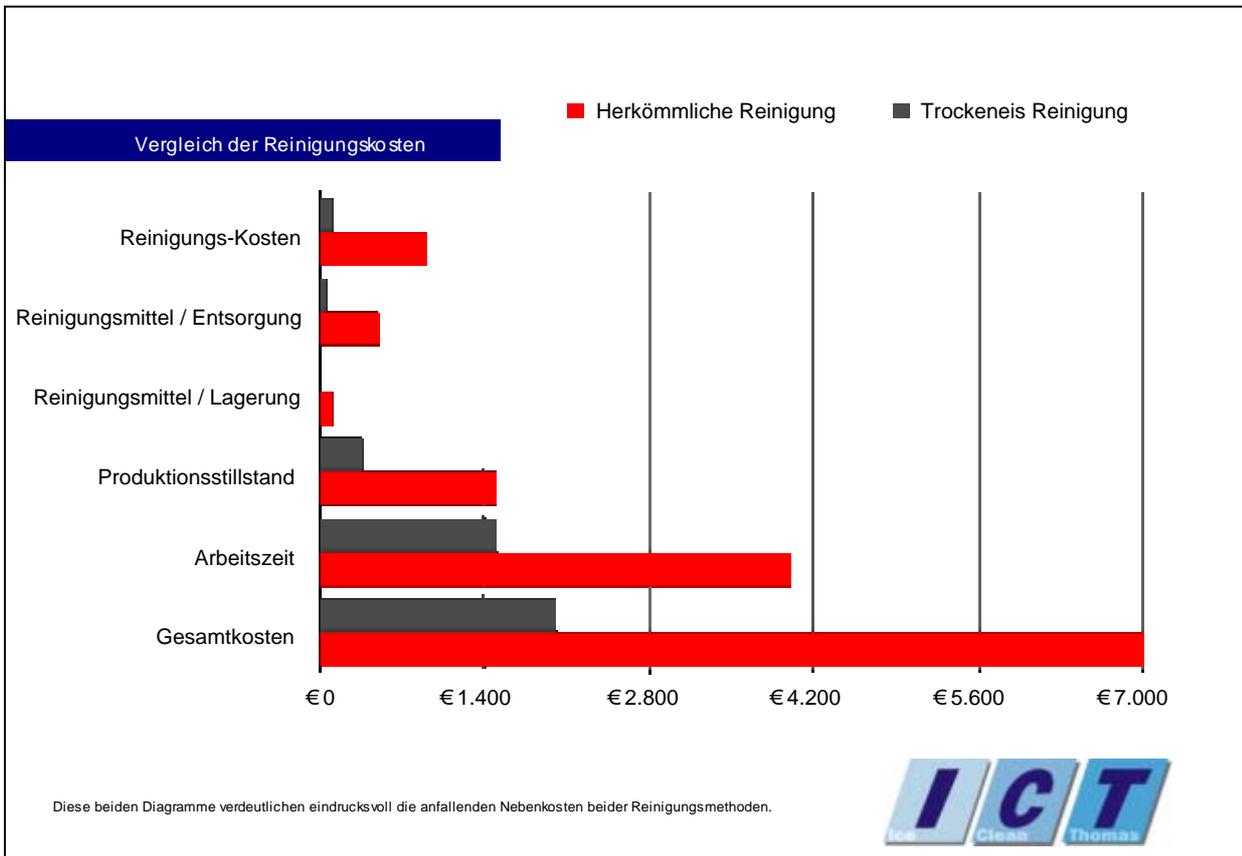
- ▶ Glas- oder Granulatelemente wirken abrasiv und beschädigen die Oberfläche der zu reinigenden Teile
- ▶ Strahlmittelreste können zurückbleiben und nachhaltig den Produktionsablauf stören
- ▶ Auch bei dieser Methode müssen Rückstände und Strahlgut getrennt entsorgt oder aufbereitet werden
- ▶ Kostenintensiv



Hochdruckwasserstrahlen

- ▶ Der hohe Druck schadet Oberflächen und Materialien
- ▶ Elektrische Systeme müssen wasserdicht geschützt werden
- ▶ Getrennte Entsorgung von Wasser und darin gelösten Rückständen zwingend erforderlich
- ▶ Lange Trocknungsphase der Räume und Geräte der Reinigung





### Kostenvergleich & Amortisation

	Hochdruckwasser mit Chemie	Manuelle Reinigung mit Chemie	Sandstrahlen	Trockeneisstrahlen
Demontage	6 Stunden	6 Stunden	6 Stunden	
Rüstzeit	12 Stunden		12 Stunden	
Reinigungsdauer	72 Stunden	90 Stunden	52 Stunden	14 Stunden
Trocknung	48 Stunden			
Beschichtung			16 Stunden	
Montage	10 Stunden	6 Stunden	10 Stunden	
<b>Gesamtzeit</b>	<b>148 Stunden</b>	<b>102 Stunden</b>	<b>96 Stunden</b>	<b>14 Stunden</b>
Beschädigung	Rost / Lagerschäden		Oberflächenabtrag	
Entsorgung	Neutralisation der Abwassers	Sondermüll Entsorgung	Strahlgut gilt als Sondermüll	
<b>Kosten</b>	<b>€6.500.-</b>	<b>€7.000.-</b>	<b>€8.000.-</b>	<b>€2.000.-</b>

Rechenbeispiel einer Druckmaschine vom Model Heidelberg



### Die Vorteile von Trockeneisreinigung

<p>KEINE ENTSORGUNG</p> <p>UMWELTFREUNDLICH</p> <p>SCHONENDE REINIGUNG</p> <p>PRODUKTIONSSTEIGERND</p> <p>SCHNELLIGKEIT</p> <p>BETRIEB OHNE STROM</p> <p>VIELSEITIG</p> <p>KOSTENSENKEND</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Das Strahlmedium sublimiert sofort nach dem Aufprall in den gasförmigen Zustand.</li> <li>▶ Das Verfahren funktioniert ohne chemische Zusätze. Nur der Schmutz wird entsorgt.</li> <li>▶ Die Beschaffenheit der Pellets verursacht keinen Oberflächenabtrag.</li> <li>▶ Keine Stillstandzeiten. Maschinenteile können noch im eingebauten Zustand gereinigt werden.</li> <li>▶ Schnell und mobil einsatzbereit. Kein aufwendiges Nachbehandeln mehr notwendig.</li> <li>▶ Die Strahlanlagen werden rein pneumatisch betrieben. CO<sub>2</sub>-Strahlen ist also überall möglich.</li> <li>▶ Zahlreiche Düsen machen die Arbeiten an unzugänglichen oder großflächigen Stellen attraktiv.</li> <li>▶ Schnell, schonend und entsorgungsfrei. So rechnet sich der Einsatz schon nach kurzer Zeit!</li> </ul>
--	--



### Voraussetzungen für die Trockeneisreinigung

Grundsätzlich benötigt man einen Kompressor (ca. 8bar & 1,8m<sup>3</sup>/min), Trockeneispellets, eine Strahlanlage und die entsprechende Schutzrüstung um effektiv zu arbeiten. Die Reinigungsleistung (Fläche pro Zeit) hängt maßgeblich von vier Faktoren ab.

<p>1) Die Eigenschaft</p> <p>2) Die Ausdehnung</p> <p>3) Die Beschaffenheit</p> <p>4) Zugänglichkeit</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Welche Art der Verunreinigung soll entfernt werden? Hier sind Material, Schichtdicke, Härte, Viskosität und Verspröbarkeit entscheidend für Ihren Reinigungsaufwand.</li> <li>▶ Je unterschiedlicher Trägermaterial und Substrat auf die Kälteeinwirkung reagieren, desto höher die Reinigungsleistung. Beispielsweise versprödet Fett erheblich schneller als Stahl.</li> <li>▶ Wie sieht es unter der Verschmutzung aus? Die Oberflächenstruktur und Materialstärke tragen sichtbar zum schnellen Reinigungserfolg bei.</li> <li>▶ Das Trockeisstrahlverfahren ist ein Sichtstrahlverfahren, d.h. die Strahldüse muss direkt zur Verunreinigung.</li> </ul>
--	--







Europas führender Hersteller von Trockeneisstrahlerequipment

Gründung : 1994

Mitarbeiter : 24

Firmensitz : Hofolding bei München

Außlandsvertretungen : 13

Referenzen :



Strahlanlagen

Zwei-Schlauchsystem

Einschlauchsystem



Mini Jet



Micro Jet



Tornado Jet



Micro Tornado

GREEN TECH  
DRY ICE CLEANING SYSTEMS



Pelletizer GTP 160 EVO

Kapazität : 180 kg/h

Leistung : 4KW/h

- Variable Härteeinstellung
- CO<sub>2</sub>- Rückgewinnungs-  
Vorbereitung



**GREEN TECH**  
DRY ICE CLEANING SYSTEMS

**ICT**  
Ice Clean Thomas

Thermobehälter

Hochqualitative VA-Isolierbehälter zur  
Aufbewahrung von Pellets

- Verschiedene Größen : 100kg – 400kg
- Max. Haltbarkeit der Pellets : 10 Tage



**GREEN TECH**  
DRY ICE CLEANING SYSTEMS

**ICT**  
Ice Clean Thomas

Zubehör



Strahlpistolen und Düsen

**GREEN TECH**  
DRY ICE CLEANING SYSTEMS



Zubehör

Vario Set

9 Kombinationen - Möglichkeiten  
von Düse und Strahlrohr



**Optimal zur Reinigung von  
komplizierten Formen!**

**GREEN TECH**  
DRY ICE CLEANING SYSTEMS



Der nächste Schritt...



Lernen Sie **ICT** kennen und vereinbaren Sie einen Termin für  
ein unverbindliches Beratungsgespräch mit einem Mitarbeiter.  
einen Strahlversuch bzw. Vorführung in Ihrem Haus.  
einen Strahlversuch mit einer Material-Probe bei uns.

► ...vielen Dank das Sie sich die Zeit genommen haben.



Demovorführung



lädt ein

Zur einer Demonstration der  
Reinigungstechnologie  
im Aussenbereich



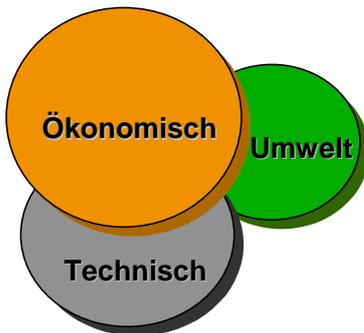
## Ersatz von Problemlösemittel

Felix Schmid, Fa. Schmid & Färber AG, CH-Dietikon

### Anforderungen an neuzeitliche Reinigungssysteme

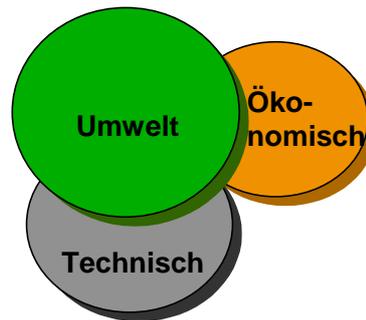
→ Umdenken ←

Vergangenheit



- Gute Reinigung
- Einfache Prozesse

Gegenwart - Zukunft



- Boden / Wasser / Luft-Emissionen
- VOC-Abgabe
- Ozonschicht

### Reinigungsmittel "neuer" Generation

Kundenspezifische Produkte, welche

- ökologische
- toxikologische
- technische
- ökonomische

Anforderungen optimal erfüllen



**Problemlöser**

# Vorteile neuer Produkte

## ➔ Flexibilität

### Einstellbare Parameter:

- + Flammpunkt ➔
- + Verdunstung ➔
- + Lösekraft ➔
- + Geruch ➔
- + Öko-toxisches Verhalten ➔
- + und weitere ➔

### Auswirkung:

- Brandklasse
- Abtrocknung
- Reinigungsergebnis
- Arbeitsplatzhygiene
- Arbeitssicherheit
- Umweltverhalten
- .....



# Praxisbeispiele

# Elasto – Clean E

<b>Inhalt</b>	➔	<b>Formulierung von Estern</b>
<b>Ersatz von</b>	➔	<b>Dichlormethan</b>
<b>Anwendung</b>	➔	<b>Lösen von PU</b>
<b>Applikation</b>	➔	<b>Spülen von Mischkammern und Schläuchen</b>
<b>Verbrauch</b>	➔	<b>21 to. / Jahr Dichlormethan 14 to. / Jahr Elasto – Clean E</b>
<b>Einsparung</b>	➔	<b>14'000.-- €/ Jahr</b>

# Elasto – Clean E

Öko - Tox	Elasto – Clean E	Dichlormethan
-----------	------------------	---------------

<b>Kennzeichnung</b>	<b>----</b>	<b>gesundheitssch.</b>
<b>MAK - Wert</b>	<b>300 ppm</b>	<b>100 ppm</b>
<b>WGK</b>	<b>1 = schwach-wg</b>	<b>2 = wassergef.</b>
<b>Flammpunkt</b>	<b>&gt; 100°C</b>	<b>n.a.</b>
<b>Siedebereich</b>	<b>220 – 240°C</b>	<b>41°C</b>
<b>Dampfdruck</b>	<b>0,1 mbar</b>	<b>465 mbar</b>

# Resin – Clean 5A-DE

<b>Inhalt</b>	➔ <b>Formulierung von Ethern und Estern</b>
<b>Ersatz von</b>	➔ <b>Aceton</b>
<b>Anwendung</b>	➔ <b>Lösen von Polyester und PU</b>
<b>Applikation</b>	➔ <b>Spülen von Mischkammern und Schläuchen</b>
<b>Verbrauch</b>	➔ <b>1,6 to. / Jahr Aceton 0,6 to. / Jahr Resin – Clean 5A-DE</b>
<b>Mehrkosten</b>	➔ <b>2'000.-- €/ Jahr</b>

# Resin – Clean 5A-DE

Öko - Tox	Resin–Clean 5A-DE	Aceton
-----------	-------------------	--------

<b>Kennzeichnung</b>	<b>Reizend</b>	<b>Reizend</b>
<b>MAK - Wert</b>	<b>100 ppm</b>	<b>500 ppm</b>
<b>WGK</b>	<b>1 = schwach-wg</b>	<b>1 = schwach-wg.</b>
<b>Flammpunkt</b>	<b>80°C</b>	<b>&lt; 21°C</b>
<b>Siedebereich</b>	<b>180 - 200°C</b>	<b>56°C</b>
<b>Dampfdruck</b>	<b>&lt; 0,5 mbar</b>	<b>245 mbar</b>

# Resin – Clean AM

<b>Inhalt</b>	➔ <b>Formulierung von Aminen und Ethern</b>
<b>Ersatz von</b>	➔ <b>Dimethylformamid (DMF)</b>
<b>Anwendung</b>	➔ <b>Lösen von PA und PU</b>
<b>Applikation</b>	➔ <b>Reinigen von Rotationszylindern</b>
<b>Verbrauch</b>	➔ <b>3,6 to. / Jahr Dimethylformamid 2,8 to. / Jahr Resin – Clean AM</b>
<b>Mehrkosten</b>	➔ <b>4'000.-- €/ Jahr</b>

# Resin – Clean AM

<b>Öko - Tox</b>	<b>Resin – Clean AM</b>	<b>Dimethylformamid</b>
------------------	-------------------------	-------------------------

<b>Kennzeichnung</b>	<b>Reizend</b>	<b>Giftig + H</b>
<b>MAK - Wert</b>	<b>100 ppm</b>	<b>10 ppm</b>
<b>WGK</b>	<b>1 = schwach-wg</b>	<b>1 = schwach-wg.</b>
<b>Flammpunkt</b>	<b>95°C</b>	<b>58°C</b>
<b>Siedebereich</b>	<b>170 – 200°C</b>	<b>153°C</b>
<b>Dampfdruck</b>	<b>&lt; 0,5 mbar</b>	<b>3 mbar</b>

# De – paint OF-1/3

<b>Inhalt</b>	➔ Formulierung von Alkoholen, Estern Oxidationsmitteln und org. Säuren
<b>Ersatz von</b>	➔ DMF-Dichlormethan-Gemisch
<b>Anwendung</b>	➔ Lösen von EP-Dickschichten
<b>Applikation</b>	➔ Reinigen von Formen und Werkzeugen
<b>Verbrauch</b>	➔ 1,6 to. / Jahr DMF-Gemisch 0,8 to. / Jahr De – paint OF-1/3
<b>Mehrkosten</b>	➔ 1'000.-- €/ Jahr

# De – paint OF-1/3

Öko - Tox	De – paint OF-1/3	DMF-Gemisch
-----------	-------------------	-------------

<b>Kennzeichnung</b>	<b>gesundheitssch.</b>	<b>Giftig</b>
<b>MAK - Wert</b>	<b>100 ppm</b>	<b>10 ppm</b>
<b>WGK</b>	<b>1 = schwach-wg</b>	<b>2 = wassergef.</b>
<b>Flammpunkt</b>	<b>65°C</b>	<b>n.a.</b>
<b>Siedebereich</b>	<b>170 - 200°C</b>	<b>41 - 153°C</b>
<b>Dampfdruck</b>	<b>1 mbar</b>	<b>465 mbar</b>

# Resin – Clean ES-3

<b>Inhalt</b>		<b>Formulierung von Ethern, Alkoholen &amp; Glycolen</b>
<b>Ersatz von</b>		<b>Dichlormethan-Gemisch</b>
<b>Anwendung</b>		<b>Lösen von Polyolefin (APAO)</b>
<b>Applikation</b>		<b>Reinigen von Werkzeugen und Maschinenteilen</b>
<b>Verbrauch</b>		<b>800 kg / Jahr Dichlormethan 200 kg / Jahr Resin–Clean ES-3</b>
<b>Einsparung</b>		<b>Kostenneutral</b>

# Resin – Clean ES-3

<b>Öko - Tox</b>	<b>Resin – Clean ES-3</b>	<b>Dichlormethan</b>
------------------	---------------------------	----------------------

<b>Kennzeichnung</b>	<b>Reizend</b>	<b>gesundheitssch.</b>
<b>MAK - Wert</b>	<b>100 ppm</b>	<b>100 ppm</b>
<b>WGK</b>	<b>1 = schwach-wg</b>	<b>2 = wassergef.</b>
<b>Flammpunkt</b>	<b>&gt; 100°C</b>	<b>n.a.</b>
<b>Siedebereich</b>	<b>200 - 240°C</b>	<b>41°C</b>
<b>Dampfdruck</b>	<b>&lt; 0,1 mbar</b>	<b>465 mbar</b>

# Resin – Clean 2419

<b>Inhalt</b>		<b>Formulierung von Estern und Ammien</b>
<b>Ersatz von</b>		<b>N-Methylpyrrolidon (NMP)</b>
<b>Anwendung</b>		<b>Lösen von PU</b>
<b>Applikation</b>		<b>Spülen von heissen Anlagenteilen (ca. 120°C)</b>
<b>Verbrauch</b>		<b>1,0 to. / Jahr NMP 0,8 to. / Jahr Resin–Clean 2419</b>
<b>Mehrkosten</b>		<b>4'000.-- €/ Jahr</b>

# Resin – Clean 2419

<b>Öko - Tox</b>	<b>Resin – Clean 2419</b>	<b>NMP</b>
------------------	---------------------------	------------

<b>Kennzeichnung</b>	<b>Reizend</b>	<b>Reizend + H</b>
<b>MAK - Wert</b>	<b>100 ppm</b>	<b>80 ppm</b>
<b>WGK</b>	<b>1 = schwach-wg</b>	<b>1 = schwach-wg</b>
<b>Flammpunkt</b>	<b>145°C</b>	<b>90°C</b>
<b>Siedebereich</b>	<b>&gt; 240°C</b>	<b>205°C</b>
<b>Dampfdruck</b>	<b>&lt; 0,01 mbar</b>	<b>0,3 mbar</b>

# Meta – Clean DW

<b>Inhalt</b>		<b>Formulierung natürlicher Ester</b>
<b>Ersatz von</b>		<b>Trichlorethylen (Tri)</b>
<b>Anwendung</b>		<b>Entfernen von Polierpasten (Voreinigen)</b>
<b>Applikation</b>		<b>Reinigen von Messerteilen</b>
<b>Verbrauch</b>		<b>0,8 to. / Jahr Meta – Clean DW</b>
<b>Einsparung</b>		<b>Kostenneutral</b>

# Meta – Clean DW

Öko - Tox	Meta – Clean DW	Tri
-----------	-----------------	-----

<b>Kennzeichnung</b>	<b>----</b>	<b>Giftig</b>
<b>MAK - Wert</b>	<b>300 ppm</b>	<b>30 ppm</b>
<b>WGK</b>	<b>1 = schwach-wg</b>	<b>3 = stark-wg</b>
<b>Flammpunkt</b>	<b>&gt; 150°C</b>	<b>n.a.</b>
<b>Siedebereich</b>	<b>&gt; 240°C</b>	<b>87°C</b>
<b>Dampfdruck</b>	<b>&lt; 0,01 mbar</b>	<b>80 mbar</b>

# Elasto – Clean L

<b>Inhalt</b>	➔	<b>Formulierung von Ethern</b>
<b>Ersatz von</b>	➔	<b>Methylethylketon</b>
<b>Anwendung</b>	➔	<b>Lösen von PU- und Acryllacken</b>
<b>Applikation</b>	➔	<b>Reinigen von elektronischen Baugruppen</b>
<b>Verbrauch</b>	➔	<b>3,0 to. / Jahr Methylethylketon 3,0 to. / Jahr Elasto – Clean L</b>
<b>Einsparung</b>	➔	<b>Kostenneutral</b>

# Elasto – Clean L

<b>Öko - Tox</b>	<b>Elasto – Clean L</b>	<b>Methylethylketon</b>
------------------	-------------------------	-------------------------

<b>Kennzeichnung</b>	<b>----</b>	<b>Reizend + H</b>
<b>MAK - Wert</b>	<b>1000 ppm</b>	<b>200 ppm</b>
<b>WGK</b>	<b>1 = schwach-wg</b>	<b>1 = schwach-wg</b>
<b>Flammpunkt</b>	<b>&lt; 21°C</b>	<b>&lt; 21°C</b>
<b>Siedebereich</b>	<b>76°C</b>	<b>79°C</b>
<b>Dampfdruck</b>	<b>110 mbar</b>	<b>105 mbar</b>

# Meta – Clean H-5

<b>Inhalt</b>	➔	<b>Formulierung von Ethern</b>
<b>Ersatz von</b>	➔	<b>Aceton</b>
<b>Anwendung</b>	➔	<b>Lösen von Polyester</b>
<b>Applikation</b>	➔	<b>Reinigen von Werkzeugen, Formteile und Anlagen</b>
<b>Verbrauch</b>	➔	<b>20 to. / Jahr Aceton 20 to. / Jahr Meta – Clean H-5</b>
<b>Einsparung</b>	➔	<b>14'000.-- €/ Jahr</b>

# Meta – Clean H-5

Öko - Tox	Meta – Clean H-5	Aceton
-----------	------------------	--------

<b>Kennzeichnung</b>	<b>----</b>	<b>Reizend</b>
<b>MAK - Wert</b>	<b>1000 ppm</b>	<b>500 ppm</b>
<b>WGK</b>	<b>1 = schwach-wg</b>	<b>1 = schwach-wg.</b>
<b>Flammpunkt</b>	<b>&lt; 21°C</b>	<b>&lt; 21°C</b>
<b>Siedebereich</b>	<b>45°C</b>	<b>56°C</b>
<b>Dampfdruck</b>	<b>300 mbar</b>	<b>245 mbar</b>

# Übersicht Lösevermögen Kunststoffe

## ( Auszug einzelner Reinigertypen )

<i>Produkt</i>	<i>Klebstoffe</i>	<i>PUR</i>	<i>Epoxy</i>	<i>Polyester</i>	<i>PVC</i>	<i>Polyamid</i>	<i>PET</i>	<i>ausgehärtete Systeme</i>
Elasto-Clean E	O	++	+	+	O	---	O	---
Resin-Clean 5A-DE	+	++	+	+	O	---	+	O
Resin-Clean A	++	++	+	++	++	O	++	+
Resin-Clean AM	++	++	+	++	++	++	++	++
De-paint OF-1/3	+	O	++	O	O	O	+	++
Resin-Clean ES-3	+	+	+	++	+	++	+	++
Resin-Clean 2419	+	++	+	++	+	++	+	++
Meta – Clean H-5	+	O	+	++	+	---	+	+
Elasto-Clean L	++	+	+	++	++	O	++	++

++ = ausgezeichnete Lösekraft, + = gute Lösekraft, O = mässige Lösekraft, --- = schlechte Lösekraft

# Emissionsarme Reinigungsapparate



Dipl.-Ing. (FH) Ralf Dienel, Dürr Ecoclean GmbH, Filderstadt

Ecoclean

## 1 Allgemeines

Gereinigt wird heute eine Vielzahl von Teilen aus den verschiedensten Werkstoffen. Die Teile kommen aus den unterschiedlichsten Branchen wie Maschinen-, Anlagen-, Fahrzeug- und Gerätebau sowie Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, optische Industrie, Möbelherstellung, Elektronik, Haushaltswaren usw.

Gereinigt wird vom Rohmaterial über Halbzeuge bis hin zu fertig montierten Baugruppen bzw. Endprodukten. Winzige Elektronikteile, die mit dem Auge fast nicht mehr wahrnehmbar sind, bis hin zu Fahrzeugkarossen oder Flugzeugteilen. Die Anforderungen an die Sauberkeit der Oberfläche wird vom Anwender bestimmt und beruht meist auf Erfahrung. Allgemeingültige Qualitätsangaben gibt es (noch) nicht.

Die Reinigung erfolgt dabei mit unterschiedlichem technischem Aufwand:

- **Manuelles Reinigen**  
mittels Lappen, Pinsel, Bürsten, usw.  
ergänzt durch z.B. Tauchen, Abspritzen, Erwärmen oder Ultraschall
- **Maschinelles Reinigen**  
bestehend aus manuellem Bestücken und Entnehmen  
in z.B. Spritzkabinen, Karussell- oder Durchlaufanlagen
- **Automatisches Reinigen**  
in geschlossenen Anlagen mit automatischer Beschickung und programmierbaren Reinigungsabläufen

Neben dem technischen Aufwand lässt sich auch nach den verwendeten Reinigungsmedien unterscheiden. Im Bereich der Teilereinigung findet man im Wesentlichen:

- Wässrige Reinigungssysteme
- Reinigung mit leichtflüchtigen organischen Verbindungen (Lösemittel)  
z.B. CKW, KW, Glykolether, Alkohol, Ester, ...

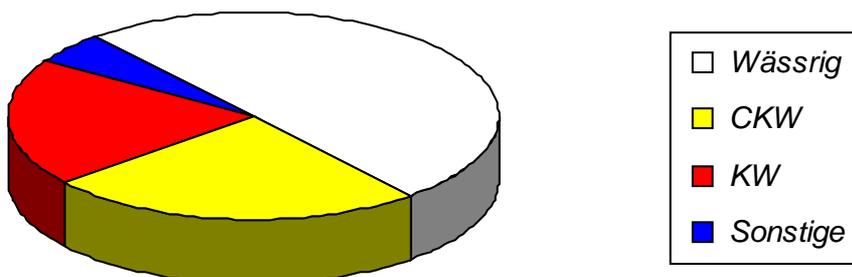


Abb.1: Verteilung Reinigungsverfahren

Die Parameter für den Verfahrensablauf, z.B. Anzahl der Bäder, Volumen, Temperaturen, Art der Applikation, Behandlungszeiten, Reiniger etc., werden in der Regel durch Versuche mit Originalteilen beim Anlagenlieferanten ermittelt.

Standardisierte Verfahrensabläufe für die verschiedenen Reinheitsanforderungen – festgelegt durch den Anwender oder bedingt durch den nachfolgenden Arbeitsschritt – gibt es normalerweise nicht, da eine Vielzahl verschiedener Ausgangsparameter wie Geometrie der Teile, Bearbeitungshilfsmittel, Werkstoff, Chargengröße, Packung, Durchsatz, Aufstellfläche, Verkettung etc. die Verfahrensauswahl erheblich beeinflussen.

Die Reinigung erfolgt entweder als (mehrmalige) Zwischen- oder als Endreinigung.

## 1.1 Anlagen und Prozesse

Die Reinigungsanlagen werden heute in Modulbauweise erstellt und können somit problemlos der Reinigungsaufgabe angepasst werden. Im Anlagenaufbau wird unterschieden in:

- Durchlaufanlagen
- Mehrkammeranlagen
- Einkammeranlagen
- bzw. Kombinationen daraus.

Die Reinigungsverfahren bestehen in der Regel aus den einzelnen Reinigungsschritten:

- Reinigen
- Spülen
- Trocknen
- bzw. Kombinationen daraus.

Jeder Reinigungsschritt kann je nach Anlagenaufbau unterschiedlich durchgeführt werden. Die gängigsten Abläufe bzw. Zusatzbehandlungen sind:

- Tauchen
- Spritzen
- Kreislauffiltration
- Ultraschall
- Vakuumtrocknen
- Umlufttrocknen
- bzw. Kombinationen daraus.

### 1.1.1 Durchlaufanlagen

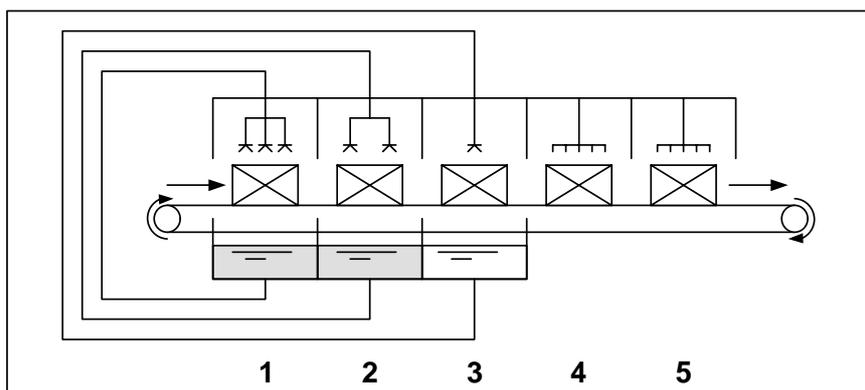


Abb. 2: Prinzipschema Durchlaufanlage

In Abbildung 2 wird beispielhaft eine Durchlaufanlage beschrieben. Die einzelnen Bereiche erfüllen dabei folgende Aufgaben:

1. Vor-Reinigen im Spritzverfahren
2. Reinigen im Spritzverfahren
3. Spülen im Spritzverfahren
4. Abtropfen und Abblasen
5. Trocknen (Heißluft)

Der Warenkorb durchläuft auf einem Förderband die Anlage. Die Bewegung des Bandes kann dabei kontinuierlich oder getaktet erfolgen. Durchlaufanlagen werden i.d.R. für einfache Reinigungsaufgaben in der Zwischen- oder Vorreinigung eingesetzt.

Durchlaufanlagen sind fast immer wässrige Reinigungssysteme.



Abb. 3: Durchlaufanlage für Kleinteile

### 1.1.2 Mehrkammeranlagen

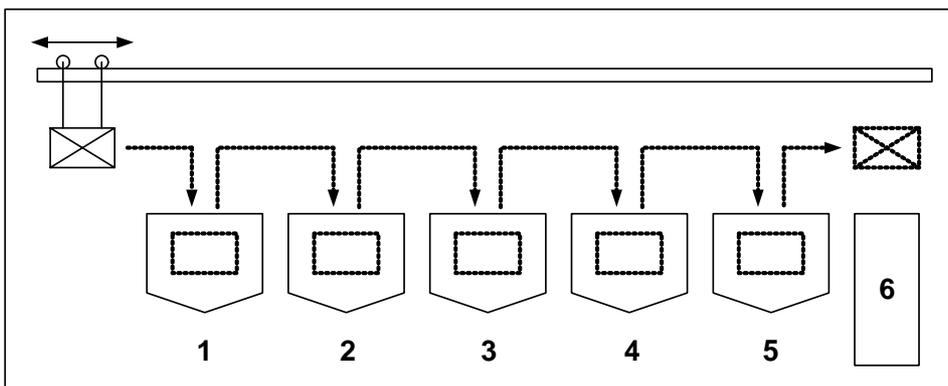


Abb. 4: Prinzipschema einer wässrigen Mehrkammeranlage

In Abbildung 4 wird beispielhaft eine Mehrkammeranlage beschrieben. Hier wird der Warenkorb durch einen Fahrwagen von Bad zu Bad gefahren. Die einzelnen Behandlungsbecken erfüllen im vorliegenden Beispiel die folgenden Aufgaben:

1. Vor-Reinigen
2. Reinigen
3. Spülen
4. Spülen mit VE-Wasser
5. Heißlufttrocknung
6. Wasseraufbereitung (VE-Wasser, Aquaclean)

Die Behandlung in den einzelnen Bädern wird häufig durch Zusatzbehandlungen wie Kreislauffiltration und/oder Ultraschall ergänzt.

Mehrkammeranlagen können sowohl mit Lösemittel, als auch mit Wasser betrieben werden. In Deutschland sind jedoch Mehrkammeranlagen auf Lösemittelbasis aufgrund der Emissionen kaum noch zu finden.



Abb. 5: Außenansicht



Abb. 6: Innenansicht

### 1.1.3 Einkammeranlagen

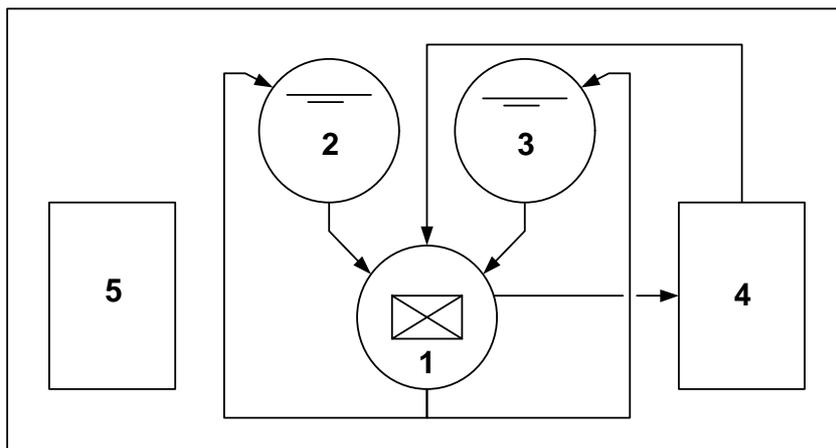


Abb. 7: Einkammeranlage

In Abbildung 7 wird beispielhaft eine Einkammeranlage beschrieben. Sie besteht aus den Komponenten:

1. Arbeits- oder Prozesskammer
2. Flutbehälter 1 (Reinigen)
3. Flutbehälter 2 (Spülen oder Konservieren)
4. Trocknung (Umluft und/oder Vakuum)
5. Aufbereitung Reinigungsmedium (Destillation)

Der wesentliche Unterschied zur Mehrkammeranlage ist, dass immer nur eine Charge gereinigt werden kann. Alle Behandlungsschritte erfolgen nacheinander in einer Arbeits- bzw. Prozesskammer. Durch diesen Aufbau sind Einkammeranlagen vom Durchsatz her begrenzt, bieten aber hinsichtlich der möglichen Behandlungsschritte und eines emissionsarmen Betriebs deutliche Vorteile.

Einkammeranlagen können mit allen Reinigungsmedien betrieben werden. Für den Betrachter lassen sich diese Anlagen von außen kaum noch unterscheiden.



Abb. 8: Wässrige Anlage



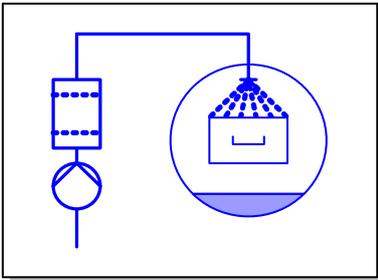
Abb. 9: KW-Anlage



Abb. 10: CKW-Anlage

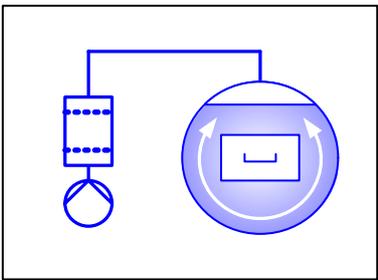
## 1.2 Typische Verfahrensschritte

### Spritzen



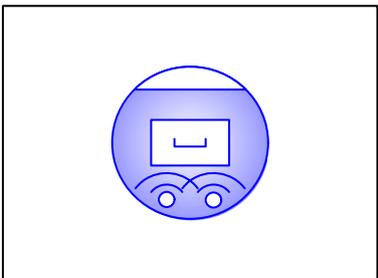
Beim Spritzen wird das Reinigungsmedium über Düsen über die Ware verteilt. Je nach Geometrie der Ware kann diese Form der Reinigung bereits ausreichen.

### Flutwaschen



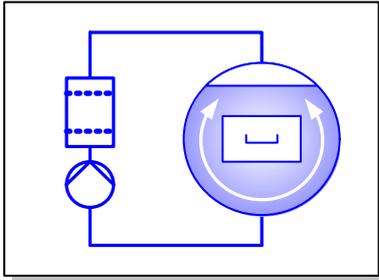
Die Ware vollständig vom Reinigungsmedium umgeben. Dies kann durch Tauchen in ein Behandlungsbecken (Mehrkammeranlagen) oder Fluten aus einem zusätzlichen Vorratstank (Einkammeranlagen) erfolgen. Ergänzend hierzu kann die Ware geschwenkt oder gedreht werden.

### Ultraschall



Durch zusätzlichen Ultraschall kann eine bessere Abreinigung von Oberflächen (insbesondere Partikel und Pasten) bewerkstelligt werden. Die Energie wird über Schwinger in das Reinigungsmedium eingebracht. Typische Frequenzen dieser Ultraschallschwinger liegen im kHz-Bereich (typ. 25-40 kHz). Das Prinzip der Ultraschallreinigung beruht auf kleinsten Dampfblasen an der Warenoberfläche, die schlagartig zusammenbrechen und dort hohe mechanische Energien freisetzen (vgl. Kavitation).

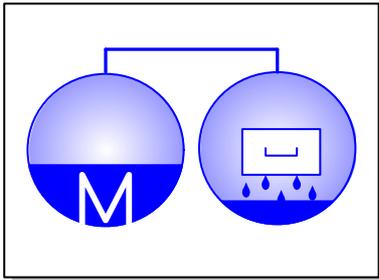
### Kreislauffiltration



Bei der Kreislauffiltration wird das Reinigungsmedium aus dem Behandlungsbad abgezogen, über einen Filter geführt und in das Behandlungsbad zurückgeführt. Je nach eingesetztem Filtersystem und gewählter Umlaufleistung lassen sich gute bis sehr gute Badqualitäten realisieren.

Wird das filtrierte Medium unter Badniveau zurückgeführt, spricht man auch vom Injektionsflutwaschen (IFW), das entweder mit hohem Druck (HD-IFW) oder großem Volumenstrom (HL-IFW) durchgeführt wird.

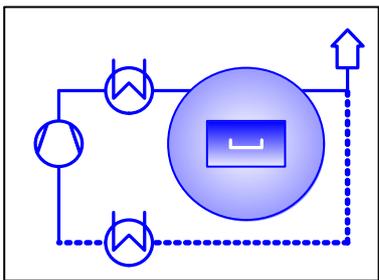
### Dampfentfetten



Das Dampfentfetten wird i.d.R. nur bei Lösemittelanlagen angewendet. Hierbei wird der Lösemitteldampf auf kältere Ware geleitet. Dort kondensiert der Dampf allseitig an der Oberfläche und tropft anschließend ab.

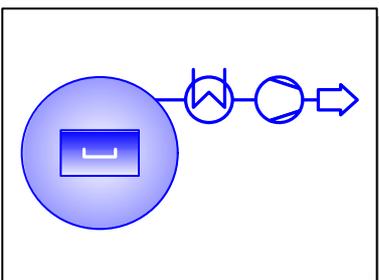
Da das Kondensat eine sehr hohe Reinheit aufweist, lassen sich hierdurch hochgradige Entfettungsleistungen sicherstellen.

### Umlufttrocknen



Beim Umlufttrocknen wird (i.d.R. vorgewärmte oder heiße) Luft über die Ware geführt. Die zu trocknende Flüssigkeit verdunstet an der Warenoberfläche und wird vom Luftstrom aufgenommen. Die Luft kann bei umweltrelevanten oder wertvollen Flüssigkeiten (Reinigungsmedium) im Kreis geführt werden. Dann ist eine zusätzliche Trocknung des Luftstroms vorzusehen, bevor er wieder über die Ware geführt wird. Komplexe Geometrien wie beispielsweise Bohrungen oder Sacklöcher sind auf diese Art nur sehr schwer zu trocknen.

### Vakuumtrocknung



Beim Vakuumtrocknen wird die Trocknung der Ware dadurch erreicht, dass der Druck unter den Dampfdruck der zu trocknenden Flüssigkeit (Reinigungsmedium) abgesenkt wird.

Die für die Verdampfung erforderliche Energie stammt ausschließlich aus der zu trocknenden Ware. Die Vakuumtrocknung ermöglicht eine optimale Trocknung von geometrisch komplizierten (Metall-)Teilen.

In modernen Reinigungsanlagen werden viele der oben beschriebenen Verfahrensschritte genutzt - häufig auch direkt hintereinander (z.B. zuerst Ultraschall und anschließend IFW). Diese automatisierten Abläufe lassen sich am Bedienfeld der Anlagen als frei programmierbare Waschprogramme fest hinterlegen und auf Bedarf abrufen.

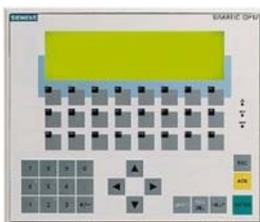


Abb. 11: OP17 (Quelle: Siemens)

### 1.3 Warenträger und Beschickung

Die korrekte Wahl des Warenträgers definiert zu einem bedeutenden Teil die erreichbaren Reinigungsergebnisse. Grundsätzlich gilt, dass bei höheren Anforderungen an das Reinigungsergebnis auch ein erhöhter Aufwand an das Teilehandling erforderlich ist. Das gilt insbesondere für der Abreinigung von Spänen und Partikelschmutz, bei der eine Zugänglichkeit der Waschmechanik (IFW, Ultraschall,...) zwingend erforderlich ist. So lässt sich beispielsweise eine Ultraschallreinigung in Lochblechkästen oder gar geschlossenen Behältern so gut wie gar nicht realisieren.



Abb. 12: Lochblechkästen und unterschiedliche Lochungen

#### 1.3.1 Reinigung als Schüttgut



Abb. 13: Reinigung als Schüttgut (Quelle: Draht Schnee, Dürr Ecoclean)

Die Reinigung als Schüttgut ermöglicht große Durchsatzleistung, einfaches Handling und ist bei reinen Entfettungsaufgaben i.d.R. ausreichend.

#### 1.3.2 Reinigung als Einzelteil



Abb. 14: Reinigung als Einzelteil (Quelle: Draht Schnee, Dürr Ecoclean)

Die Einzelteilereinigung ermöglicht es, die Reinigungssysteme genau auf das zu reinigende Teil abzustimmen. So können beispielsweise Sacklöcher gezielt mit Reinigungsanlagen angefahren und gereinigt werden.

### 1.3.3 Reinigung als Gestellware

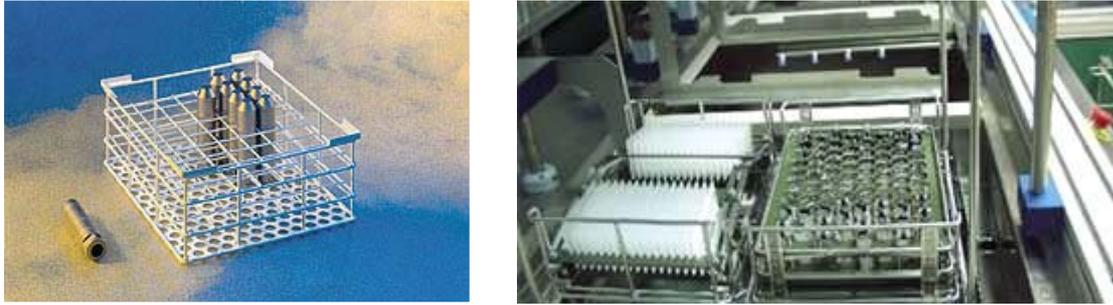


Abb. 15: Reinigung als Gestellware (Quelle: Draht Schnee, Metallform)

Die Reinigung im Warengestell stellt eine Zwischenlösung dar. Sie stellt deutlich bessere Reinigungsergebnisse sicher, als bei der Reinigung im Schüttgut. Der Durchsatz ist allerdings etwas geringer, aber immer noch deutlich höher als bei der klassischen Einzelteilereinigung.

Neben dem eigentlichen Warentransport lassen sich in diesem Bereich auch Wäge-, Sortier und Umfüllvorgänge unterbringen. Im vorliegenden Beispiel besteht die Aufgabenstellung aus:

- Dosieren der Ware (Schüttgut)
- Gewichtsgesteuertes Befüllen der Waschkörbe
- Teilerückführung
- Chargenverfolgung

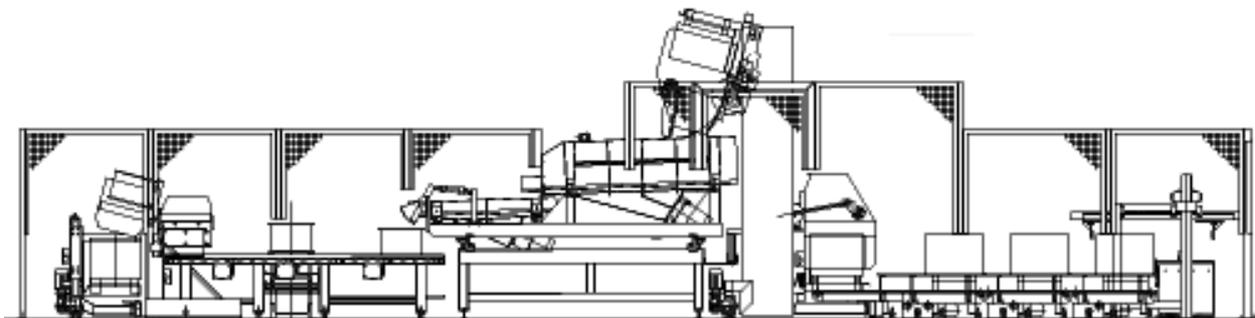


Abb. 16: Kombinierte Beschickung von Kleinteilen (Vorderansicht)



Abb. 17: Beschickung im Zusammenspiel mit der Reinigungsanlage

## **2 Reinigungssysteme**

### **2.1 Wässrige Reinigungssysteme**

Die Reinigungsleistung von wässrigen Systemen steht und fällt mit der richtigen Wahl der eingesetzten Reiniger. Grundsätzlich werden folgende Leistungsmerkmale von Reinigern verlangt:

- Gutes Schmutzlösevermögen zur Realisierung kurzer Behandlungszeiten
- Angepasstes Schmutztragevermögen für praxismgerechte Filtrierbarkeit
- Einfache Konzentrationsbestimmung der Reinigungsmittels (manuell/ automatisiert)
- Sichere Nachdosierbarkeit der Flüssigprodukte (manuell/ automatisiert)
- Kein Materialangriff des Reinigungsgutes durch gezielte Inhibierung
- Optimale Schaum- und Hochdruckstabilität auch bei hohen Umpumpleistungen
- Niedrige Anwendungstemperatur zur Energieeinsparung
- Gute Mikrofiltrierbarkeit zur Sicherstellung geringer Ausmagerung
- Günstige Korrosionsschutzeigenschaften zur Erzielung maximaler Schutzdauer
- Demulgierleistung zur Gewährleistung von Ölseparierung
- Gute Verdampfungsseigenschaften bei Badpflege durch Verdampfungsstechnik

Um diese Vielzahl an unterschiedlichen (und manchmal auch widersprüchlichen) Eigenschaften sicherzustellen, bestehen Reiniger aus einer Vielzahl von Einzelkomponenten, die erst im Zusammenspiel ihre gewünschte Wirkung entfalten.

Hierzu zählen im wesentlichen (Quelle: Fa. Henkel):

#### **Builder**

- Phosphate: Pigmentschmutzentfernung, Komplexierung von Ca/Mg-Ionen
- Alkalien: Hoher pH-Wert, Verseifung von Fetten, Leitfähigkeit
- Silikate: Schmutztragevermögen, Inhibierung Metallangriff, Deckschichtbildung
- Carbonate: pH-Wert Stabilisierung
- Borate: Puffersystem

#### **Additive**

- Komplexbildner
- Korrosionsschutzadditive
- Inhibitoren
- Antischaummittel
- Lösevermittler

## Tenside und Netzmittel

Eine Übersicht über die typischen Anwendungen bietet die folgende Tabelle:

Tab. 1: Reinigertypen (Quelle: Fa. Henkel)

<b>pH-Wert</b>	<b>Inhaltsstoffe</b>	<b>Substrate/ Anwendung</b>	<b>Industrie</b>
<b>sauer</b> pH < 1,5	Säuren Inhibitoren	Metalle Dekapieren/ Beizen Beizen/ Entfetten	Emaille Galvanik
<b>schwach sauer</b> pH 4 ... 6	Saure Salze Tenside	Stahl Alkaliempfindliche Werkstoffe Reinigen, Phosphatieren	Schienenfahrzeuge Straßenfahrzeuge
<b>neutral</b> pH 7 ... 9,5	Tenside Korrosionsinhibitoren Phosphate Lösungsvermittler	Empfindliche Oberflächen Schwache Verschmutzung Korrosionsschutz	Automobil Werkzeug Härten
<b>schwach alkalisch</b> pH 9 ... 10,5	Phosphate Borate, Carbonate Komplexbildner Tenside	Leichtmetalle Kupfer, Zink Schwache Verschmutzung Hoher Reinigungsanspruch	Galvanik Anodisieren Phosphatieren Beschichten
<b>stark alkalisch</b> pH 10,5 ... 13	Alkali, Silikate Phosphate, Tenside Komplexbildner	Stahl Starke Verschmutzung Hoher Reinigungsanspruch	Emaille, Galvanik Bandstahl Reparaturbetrieb

Es liegt auf der Hand, dass der Anwender hier auf die Unterstützung der jeweiligen Reinigerlieferanten angewiesen ist. So ist es nicht unüblich, dass die Produktpalette namhafter Hersteller über hundert verschiedene Reiniger umfasst (z.B. Fa. SurTec: 102 Produkte zum Thema Reinigen – Stand 11/2004), die auf die jeweiligen Anwendungsgebiete optimal angepasst wurden. Grundsätzlich muss der Anwender jedoch immer eine gewisse Vorwahl treffen, auf die eine korrekte Reinigerwahl aufbauen kann. Eine gute Übersicht bietet beispielsweise die folgende Matrix:

Tab. 2: Auswahlkriterien bei Reinigern (Quelle: Dansotec GmbH)

### Produktsuche

Bitte wählen Sie die benötigten Spezifikationen aus.

Bezeichnung 
 Alle anzeigen
  Sauer
  Alkalisch
  Neutral

Eigenschaften	Applikation	Werkstoffe	Einsatzbereiche	Wasser	Umweltschutz
PH-Wert <input type="text" value="Alle"/>	Tauchen <input type="checkbox"/>	GG <input type="checkbox"/>	Härteöle <input type="checkbox"/>	Weich < 8° dh <input type="checkbox"/>	Gefahrgut <input type="checkbox"/>
Temp.min.*C <input type="text" value="Alle"/>	Spritzen <input type="checkbox"/>	Stahl <input type="checkbox"/>	Zieh/Stanzöle <input type="checkbox"/>	Hart > 8° dh <input type="checkbox"/>	wGK <input type="text" value="Alle"/>
Temp.max.*C <input type="text" value="Alle"/>	Hochdruck <input type="checkbox"/>	Edelstahl <input type="checkbox"/>	Schleif/Poliermittel <input type="checkbox"/>	Hart > 20° dh <input type="checkbox"/>	
Schaumfrei ab <input type="text" value="Alle"/>	Injektionsfluten <input type="checkbox"/>	Messing <input type="checkbox"/>	Entphosphatisierung <input type="checkbox"/>		
Emulgier-eigenschaften <input type="text" value="Alle"/>	Ultraschall <input type="checkbox"/>	Neusilber <input type="checkbox"/>	Phosphatieren <input type="checkbox"/>		
Ultrafiltrierbar <input type="checkbox"/>		Magnesium <input type="checkbox"/>	Härtetauglich <input type="checkbox"/>		
Salzfrei <input type="checkbox"/>		Kupfer <input type="checkbox"/>	Unterhaltsreiniger <input type="checkbox"/>		
Korrosionsschutz <input type="checkbox"/>		Zink <input type="checkbox"/>	Abrieb <input type="checkbox"/>		
		Zinkdruckguss <input type="checkbox"/>			
		Aluminium <input type="checkbox"/>			
		Kunststoffe <input type="checkbox"/>			

\* de=  
\*\* em=

## 2.2 Lösemittelsysteme

Für Reinigungsaufgaben werden auf dem Markt die verschiedensten Lösemittel angeboten. Unter Lösemittel versteht man hier leichtflüchtige organische Verbindungen. In Europa wird die Verwendung dieser Lösemittel im Bereich der Oberflächenreinigung durch die VOC-Richtlinie (Richtlinie 1999/13/EG) geregelt. In Deutschland erfolgte die Umsetzung durch die Anpassung der vorhandenen 2. BImSchV und die neue 31. BImSchV:

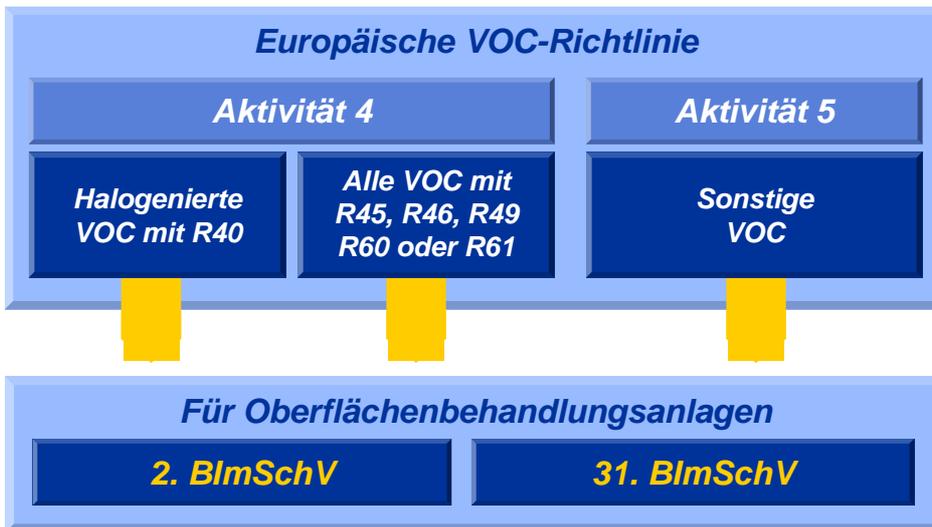


Abb. 18: Nationale Umsetzung der VOC-Richtlinie

Die hier getroffenen Definitionen für Lösemittel lauten:

### Flüchtige organische Verbindung:

...eine organische Verbindung, die bei 293,13 K einen Dampfdruck von 0,01 kPa oder mehr hat oder unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen eine entsprechende Flüchtigkeit aufweist.

### Lösemittel:

...eine flüchtige organische Verbindung, die, ohne sich chemisch zu verändern, allein oder in Kombination mit anderen Stoffen Rohstoffe, Produkte oder Abfallstoffe auflöst oder als Reinigungsmittel zur Auflösung von Verschmutzungen, als Lösungsmittel, als Dispersionsmittel oder als Mittel zur Einstellung der Viskosität oder der Oberflächenspannung oder als Weichmacher oder Konservierungsmittel verwendet wird.

### Halogeniertes organisches Lösungsmittel:

... ein organisches Lösungsmittel, das mindestens ein Brom-, Chlor-, Fluor- oder Jodatome je Molekül enthält.

#### 2.2.1 Leichtflüchtige halogenierte organische Verbindungen

In Deutschland existiert für den Einsatz leichtflüchtiger halogenierter Verbindungen eine Positivliste (2. BImSchV). D.h. es dürfen grundsätzlich keine anderen Verbindungen eingesetzt werden als:

- Perchlorethylen (Per)
- Trichlorethylen (Tri)
- Methylenchlorid (MC)
- Hydrofluorether (HFE)

Tab. 3: Übersicht halogenierte Lösemittel

	<b>PER</b>	<b>TRI</b>	<b>MC</b>	<b>HFE 7100</b>
Chem. Formel	$C_2Cl_4$	$C_2Cl_3H$	$CCl_2H$	$C_4F_9OCH_3$
Dichte (kg/l)	1,62	1,46	1,32	1,42
Siedepunkt (°C)	121	87	40	61
Kauri Butanol Index <sup>1</sup>	90	129	136	10
ODP <sup>2</sup>	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
GWP <sup>3</sup>	≈ 9	≈ 9	9	320

Da die chlorierten Kohlenwasserstoffe (Per, Tri, MC) ein Gefahrenpotenzial für die menschliche Gesundheit und für die Umwelt haben, werden sie in Deutschland nur in allseits geschlossenen Anlagen eingesetzt. Eine Freisetzung wird dadurch soweit wie möglich minimiert. Darüber hinaus werden diese Lösemittel in speziellen emissionsarmen Systemen umgeschlagen:

Abb. 19: Ver- und Entsorgungssystem<sup>4</sup>

Abb. 20: Fass für CKW-Frischware



Abb. 21: Fass für CKW-Altware

Hydrofluorether (HFE) erfordern keine Stabilisatoren in der Anwendung. Gesundheitlich sind sie weniger bedenklich als CKW. HFE werden als azeotrope Mischung (z.B. mit Isopropylalkohol) oder kombiniert mit anderen nicht halogenierten organischen Lösemitteln eingesetzt (Co-Solvent Prozess). Gemäß 2. BImSchV sind HFE-Anlagen geschlossen auszuführen und müssen einen Emissionsmassenstrom von max. 30 g/h einhalten.

## 2.2.2 Leichtflüchtige organische Verbindungen

Nicht halogenierte Kohlenwasserstoffe sind i.d.R. brennbare bzw. entzündliche Verbindungen. Die Reinigungsleistung hängt von der jeweiligen Formulierung ab. Typische Lösemittel aus sind:

- Unpolare Lösemittel (z.B. Isoparaffine)
- Teilpolare Lösemittel (z.B. Alkoxy Propanol)
- Polare Lösemittel (z.B. NMP)

<sup>1</sup> Kauri-Butanol nach ASTM D1133-86 ( cm<sup>3</sup> Lösemittel für 20g Kauri-Harz)

<sup>2</sup> ODP = Ozone Depletion Potential

<sup>3</sup> GWP = Global Warming Potential (CO<sub>2</sub> in 100 Jahren = 1)

<sup>4</sup> Quelle: Safechem

Tab. 4: Übersicht halogenfreie Lösemittel

	<b>Isoparaffin z.B. Isopar H</b>	<b>Alkoxy Propanol z.B. Dowcene 1601</b>	<b>Polares Lösemittel z.B. NMP</b>
Dichte (kg/l)	0,76	0,88	1,03
Siedepunkt (°C)	182 - 192	170 - 175	204
Flammpunkt (°C)	56	63	91
UEG - OEG (in Luft)	0,6% - 7,0%	1,1% - 8,4%	1,3% - 9,5%
Wasserlöslichkeit (Gew%)	< 0,1%	6,3%	100%

Reine Kohlenwasserstoffe (Isoparaffine) haben im Vergleich mit halogenierten Lösemitteln eine niedrige Reinigungsleistung als CKW. Durch eine moderne Anlagentechnik lässt sich diese aber extrem steigern. Mittlerweile steht deren Reinigungsleistung denen der CKW in nichts mehr nach.

Modifizierte Alkohole, Ester und andere organische Verbindungen erweitern den potenziellen Einsatzbereich dieser Reinigungstechnik ständig. Limitierend hierbei ist nicht die Eignung als Reinigungsmedium selbst, sondern vorrangig die anlagentechnische Umsetzung. Hier tauchen Aufgabenstellungen auf wie z.B.:

- Korrekte Materialwahl für statische und dynamische Dichtungen
- Lösemittelaufbereitung (Schwersiederabtrennung, Leichtsiederabtrennung)
- Praktikable Lösemittelpflege (insbesondere bei Eintrag von Chlor und Schwefel)
- Sicherheitstechnik (Ex-Schutz)
- Emissionskontrolle

### 2.3 Verleich der Reinigungssysteme

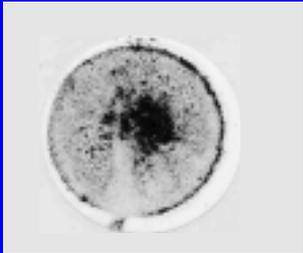
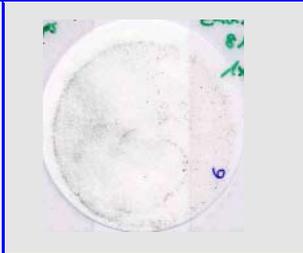
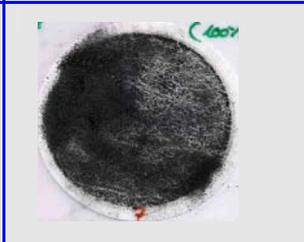
Die unterschiedlichen Reinigungssysteme sind nicht beliebig untereinander kompatibel bzw. austauschbar. Ein Wechsel ist damit nicht immer möglich und muss im Vorfeld gut überlegt werden. Eine erste Einschätzung, welche Verfahren und welche Zusatzeinrichtungen für die jeweilige Reinigungsaufgabe geeignet sind, ermöglicht folgende Tabelle:

Tab. 5: Eignung für unterschiedliche Reinigungsaufgaben

	<b>Wässrig</b>	<b>KW</b>	<b>CKW</b>
<b>Organisch, unpolar</b> (Öle, Fette,...)	-	+ ... ++	++
<b>Organisch, polar</b> (z.B. Kolophonium)	o	o ... ++	o ... +
<b>Anorganisch, unpolar</b> (Abrieb, Staub,...)	+	o ... +	o
<b>Anorganisch, polar</b> (z.B. Salze)	++	o ... +	-

Zur Veranschaulichung soll folgendes Beispiel dienen: Hier wurde das gleiche Werkstück mit unterschiedlichen Verschmutzungen präpariert und anschließend mit einem wässrigen System und einer Lösemittelanlage gereinigt. Danach erfolgte eine Restschmutzanalyse. Hierbei wird der nach dem Reinigen noch auf dem Werkstück befindliche Restschmutz abgewaschen und auf Papierfilter gezogen. Die Ergebnisse zeigen die klare Tendenz „Gleiches mit Gleichem“ zu reinigen.

Tab. 6: Abreinigung Partikelschmutz

	<b>Öl</b>	<b>Emulsion 10%</b>	<b>Emulsion konzentriert</b>
<b>Reinigung Wässrig</b>			
<b>Reinigung Lösemittel</b>			

Neben der eigentlichen Reinigung spielt immer auch die Trocknung eine entscheidende Rolle. Mit welchem technischen und energetischen Aufwand eine vollständige Trocknung sichergestellt werden kann, zeigt folgende Tabelle:

Tab. 7: Trocknungsaufwand

	<b>Wässrig</b>	<b>KW (Isoparaffin)</b>	<b>CKW (Per)</b>
<b>Energiebedarf</b>	<i>sehr hoch</i>	<i>sehr niedrig</i>	<i>sehr niedrig</i>
<b>Verd.enthalpie</b>	<i>2.257 kJ/kg</i>	<i>265 kJ/kg</i>	<i>209 kJ/kg</i>
<b>Art der Trocknung</b>	<i>Umluft, Vakuum</i>	<i>Vakuum</i>	<i>Umluft, Vakuum</i>
<b>Aufwand</b>	<i>hoch</i>	<i>mäßig</i>	<i>niedrig</i>
<b>Emissionsminderung</b>	<i>nicht erforderlich</i>	<i>erforderlich</i>	<i>erforderlich</i>

Bei modernen Reinigungsanlagen spielt die Standzeit der Bäder bzw. des Lösemittels eine wichtige Rolle. Längere Standzeiten lassen sich nur durch eine am Öleintrag orientierte Aufbereitung des Waschmediums realisieren. Bei Lösemittelanlagen wird fast ausschließlich destillativ aufbereitet. Bei wässrigen Anlagen findet sich eine Destillation (Aquaclan) vor allem dann, wenn der dadurch einhergehende Reingerverlust akzeptabel ist.

Durch diese integrierten kontinuierlichen Destillationen lassen sich bei Lösemitteln Standzeiten von mehreren Jahren erreichen. Limitiert wird diese häufig nur durch nicht destillierbare Verunreinigungen bzw. nachlassende technische Eigenschaften (z.B. höherer Stabilisatorverbrauch bei CKW-Anlagen).

Tab. 8: Thermische Aufbereitung (Destillation)

	<b>Wässrig</b>	<b>KW (Isoparaffin)</b>	<b>CKW (Per)</b>
<b>Verfahren</b>	<i>Destillation</i>	<i>Vakuumdestillation</i>	<i>(Vakuum-) Destillation</i>
<b>Energiebedarf</b>	<i>2.160 kJ/liter</i>	<i>201 kJ/liter</i>	<i>340 kJ/liter</i>
<b>Aufwand</b>	<i>hoch</i>	<i>mäßig</i>	<i>niedrig</i>
<b>Qualität d. Aufbereitung</b>	<i>niedrig</i>	<i>gut - sehr gut</i>	<i>sehr gut</i>

## 2.4 Emissionen

Der Lösemittelverbrauch durch den Einsatz moderner CKW-Reinigungsanlagen ist in Deutschland von 32.000 t (1986) auf 6.500 t (1995) gesunken. Dies entspricht einem Rückgang um ca. 80 % (Quelle: BIA-Report 3/03).

In Einzelfällen konnte – insbesondere bei Großanlagen – der Lösemittelverbrauch um über 95 % gesenkt werden (Quelle: Dürr Ecoclean). Die Emissionen von Lösemittelreinigungsanlagen lassen sich im Wesentlichen auf die folgenden Pfade zurückführen:

- Gefasste Abluft (z.B. aus der Vakuumpumpe)
- Diffuse Emissionen (z.B. Leckagen, Öffnen des Arbeitsbehälters)
- Wartungs- und Reparaturarbeiten (z.B. Destillationsrückstände, Filterwechsel)
- Unzureichende Trocknung

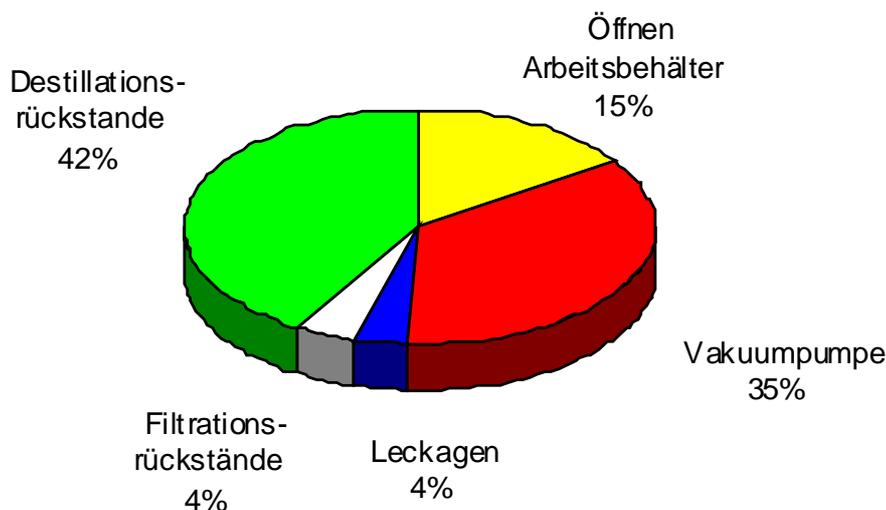


Abb. 22: Typische Verteilung der Lösemittelverluste

Durch die geschlossene Ausführung der Anlagen nach dem Stand der Technik können die diffusen Emissionen deutlich reduziert werden. Bei offenen Anwendungen ist nahezu der gesamte Lösemittelverlust den diffusen Emissionen zuzuordnen. Diffuse Emissionen schlagen sich unmittelbar auf die Arbeitsplatzkonzentrationen nieder.

Durch den Einsatz geschlossener CKW-Anlagen kann beispielsweise die Arbeitsplatzkonzentration unter 5 ppm gesenkt werden. Dieser Fortschritt spiegelt sich auch in den Zahlen des BIA-Reports 3/03<sup>5</sup> wider:

1979 bis 1987	577 mg/m <sup>3</sup> (84 ppm)
1988 bis 1998	221 mg/m <sup>3</sup> (31 ppm)

Neben den offensichtlichen Unterschieden im Anlagenaufbau besitzen offene Anlage oftmals nur unzureichende Trocknungssysteme. Dies führt zu zusätzlichen Verlusten aufgrund nicht vollständig getrockneter Ware, insbesondere bei komplexer Teilegeometrie.

### 3 Beste verfügbare Technik (BVT)

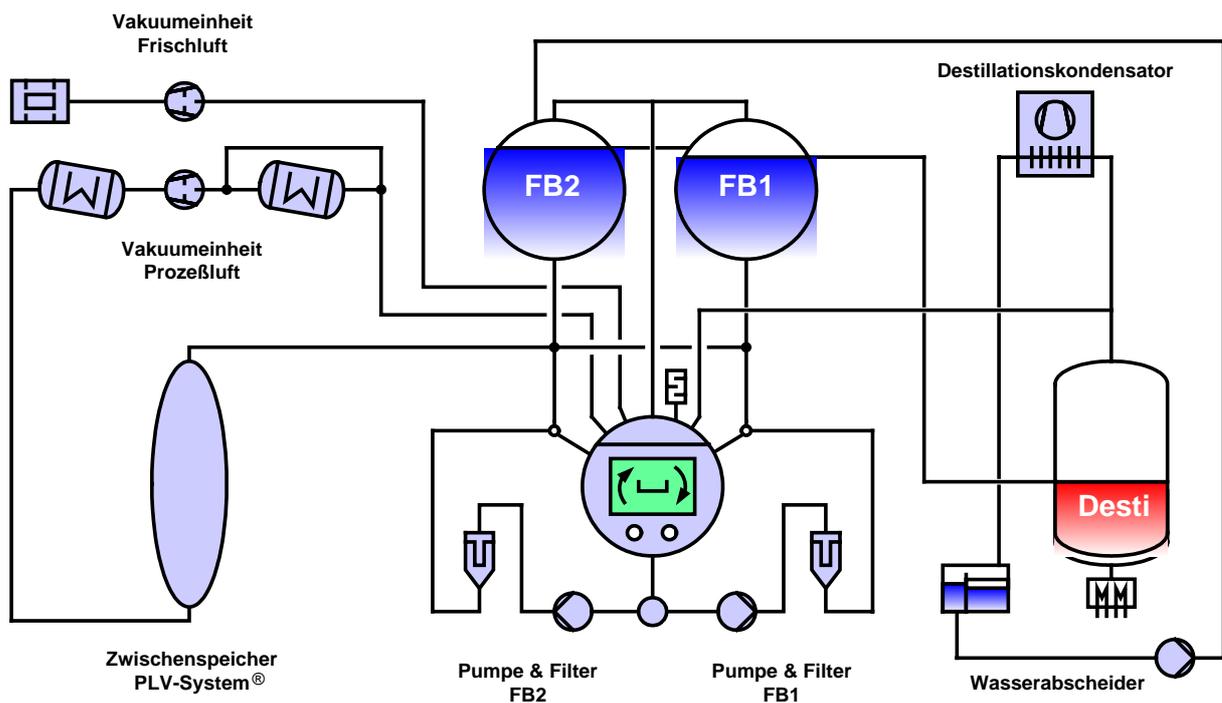


Abb. 23: CKW Reinigungsanlage mit PLV-System

<sup>5</sup> Per-Messungen der BG 5/6 im Bereich Oberflächenreinigung Metall

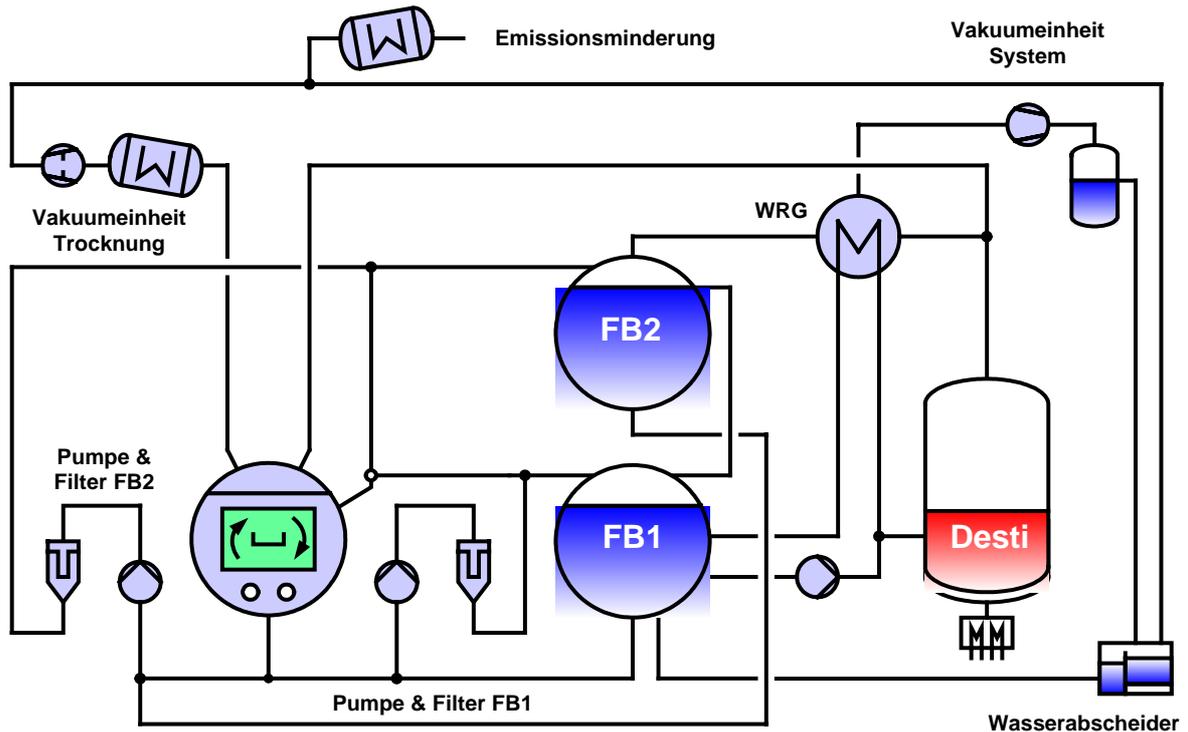


Abb. 24: KW Reinigungsanlage unter Vollvakuum für Fahrweise über Flammpunkt

## 4 Anwendungsbeispiele

### 4.1 Ersatz einer CKW-Altanlage durch eine CKW-Neuanlage

Ein belgisches Unternehmen entsorgt Transformatoren, die mit PCB-haltigem Öl gefüllt sind. Dazu werden die Transformatoren entleert und zerlegt. Die Gehäuse und Kupferlamellen werden mittels CKW in einer über zehn Jahre alten Anlage gereinigt und danach als Altmetall entsorgt. Die gereinigten Teile werden nach der Reinigung auf Restkontaminationen untersucht. Als Grenzwert müssen hierbei ca.  $2 \mu\text{g}/\text{m}^2$  eingehalten werden.



Abb. 25: Entsorgungsbetrieb für PCB-Trafos

Die vorhandene Anlage musste ersetzt werden. Die Kennzahlen der neuen Anlagen waren:

- Chargenabmessungen: 1,6 m x 1,1 m x 1,5 m
- Chargengewicht: 1.000 kg
- Durchsatz: 2 Chargen/h
- Lösemittel: Perchlorethylen (ca. 10.000 Liter)
- Öleintrag: bis zu 40 Liter/h

Die Reinigungsergebnisse der neuen CKW-Anlage liegen deutlich unter dem Grenzwert – im Schnitt bei ca. 0,2 µg/m<sup>2</sup>.

Nach über einem Jahr Betrieb stellt sich der Lösemittelverbrauch<sup>6</sup> wie folgt dar:

- Alte Anlagentechnik: 7.000 Liter/ Monat
- Neue Anlagentechnik: 300 Liter/ Monat

Bei einem mittleren Lösemittelpreis von 3,- €/kg ergibt sich eine jährliche Kostenersparnis von ca. 386.000,- €. Diese Zahlen sind aufgrund der Anlagengröße sehr beeindruckend, lassen sich aber durchaus auf kleinere Applikationen zurückrechnen.

#### 4.2 Ersatz einer wässrigen Reinigung durch eine KW-Reinigungsanlage

Ein mittelständiger Automobilzulieferer reinigt seit vielen Jahren mit einer wässrigen Reinigungsanlage. Die ursprüngliche CKW-Reinigung wurde aus umweltpolitischen Gründen ausgemustert.

Der hohe Öleintrag verursacht bei der wässrigen Reinigung einen hohen Aufwand bei der Badpflege und beim Reinigerverbrauch. Damit gehen auch entsprechende Entsorgungskosten einher. Die Firma entschließt sich daher zum Wechsel auf eine Kohlenwasserstoffanlage. Beschafft wird eine kleine Standardanlage.

- Chargenabmessungen: 530 x 320 x 200 mm
- Chargengewicht: max. 80 kg
- Lösemittel: Isoparaffin (ca. 900 Liter)



Abb. 26: Compact 80C

<sup>6</sup> Quelle: SITA Decontamination

Die Reinigungsanlage arbeitet im 3-Schicht-Betrieb. Der Öleintrag beträgt ca. 1 kg/h. Die integrierte Lösemittelaufbereitung (Destillation) stellt eine konstant hohe Reinigungsleistung auch ohne aufwändige Badpflege sicher. Die Reinigungsergebnisse erfüllen die Kundenerwartungen zu 100 %, obwohl die Anlage einen im Vergleich zur Projektierung 50 % höheren Durchsatz zu bewältigen hat.

Die Lösemittelbilanz für diese Anlage gem. 31.BImSchV lautet:

Eingesetztes Lösemittel (I1): 1.1 t/a (Nachgefülltes Lösemittel)

Zurückgew. Lösemittel (I2): 259 t/a (Kontinuierliche Destillation)

Lösemittel als Abfall (O6): 0,82 t/a (Lösemittel in 6,3 t/a Destillationsrückstand)

Diffuse Emissionen (O4): 0,3 t/a (alles außer Abfall)

- Die Anlage fällt mit einem Lösemittelverbrauch von 1,1 t/a unter die 31.BImSchV.
- Die diffusen Emissionen liegen bei 0,12% (Grenzwert: 20 %).
- Bei einem durchschnittlichen Lösemittelpreis von 1,60 €/kg liegen die Betriebskosten für das nachzufüllende Lösemittel bei ca. 1.800,- €/Jahr.
- Der Entsorgungspreis für den Destillationsrückstand liegt bei ca. 300,- €/t. Damit belaufen sich die Entsorgungskosten auf ca. 1.900,- €/Jahr.

Vollzug der 31.BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Bayrisches Landesamt für Umweltschutz**

**DÜRR**  
Ecoclean

**"VOC-emissionsarme Reinigungsapparate:  
Anwendungsbeispiele Fa. DÜRR Ecoclean GmbH**



Dipl.-Ing.(FH) Ralf Dienel  
Verfahrensentwicklung  
DÜRR Ecoclean GmbH  
70794 Filderstadt

DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt

Dienel, 18.01.2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Die DÜRR Ecoclean GmbH**



**... in Deutschland**





**DÜRR Ecoclean GmbH**  
Mühlenstraße 12  
D-70794 Filderstadt  
Telefon +49 (0)711 7006 0  
Telefax +49 (0)711 7006 148

**DÜRR Ecoclean GmbH**  
Industriestraße 10  
D-52156 Monschau  
Telefon +49 (0)2472 83 0  
Telefax +49 (0)2472 83 165

[www.durr-ecoclean.com](http://www.durr-ecoclean.com)

DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt  Dienel, 18.01.2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Reinigen von Produkten**

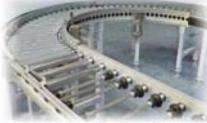


**Herstellen**



Bildmaterial: Gildemeister

**Chargieren & Transportieren**



Bildmaterial: Interroll

**Reinigen**



DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt  Dienel, 18.01.2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Wässrige Reinigungsanlagen**

**DÜRR**  
Ecoclean

**Ein- und Mehrkammeranlagen ◦ Durchlaufanlagen ◦ Inline-Anlagen**

DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt

Dienel, 18.01.2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Lösemittelanlagen**

**DÜRR**  
Ecoclean

**Einkammeranlagen**

DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt

Dienel, 18.01.2005

(\*) nur CKW

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Produktreihe Lösemittelanlagen**

**DÜRR**  
EcoClean

### Stufung der Anlagentechnik nach Chargengröße





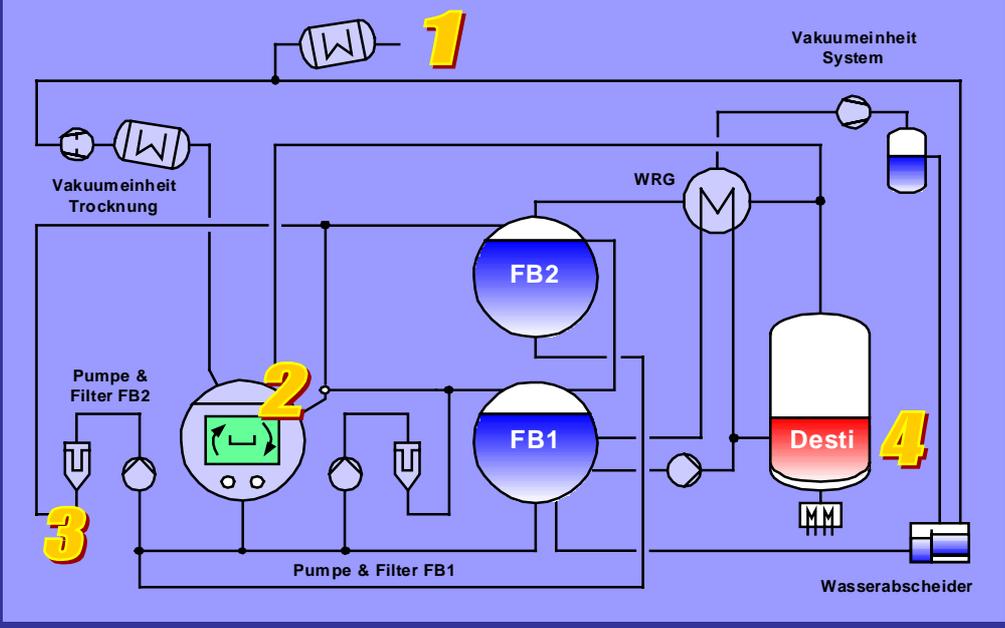

Minio 85C	Compact 80C/S	Universal 81C/S	Special 95C/S
380 x 220 x 200 mm 50 kg/Ch	530 x 320 x 200 mm 75 kg/Ch	670 x 480 x 300 mm 150 kg/Ch	1.250 x 840 x 970 mm 1.000 kg/Ch
Lösemittelinhalt: > 200 ltr.	Lösemittelinhalt: > 520 ltr.	Lösemittelinhalt: > 920 ltr.	Lösemittelinhalt: > 4.000 ltr.

DÜRR EcoClean GmbH, D-70794 Filderstadt Dienel, 18.01.2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Emissionen und Verluste**

**DÜRR**  
EcoClean



The diagram illustrates the solvent recovery process with four numbered points of interest:

- 1**: Vakuumeinheit System (Vacuum unit system)
- 2**: Pumpe & Filter FB2 (Pump and filter FB2)
- 3**: Pumpe & Filter FB1 (Pump and filter FB1)
- 4**: Desti (Distillation column)

DÜRR EcoClean GmbH, D-70794 Filderstadt Dienel, 18.01.2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Emissionsberechnung Anlagenhersteller**

**DÜRR**  
Ecoclean

Vorgaben	Wert
Arbeitskammervolumen	0,25 m <sup>3</sup>
Kondensatoren u. Rohrleitungen	0,2 m <sup>3</sup>
Durchsatz	10 Chargen/h
Konzentration beim Öffnen des AB	20 g/m <sup>3</sup>
Abluftkonzentration	12 g/m <sup>3</sup>
Gasballast Vakuumpumpe	5 m <sup>3</sup> /h
Jährliche Arbeitsstunden	5.760 h/a
Leckrate	1 m <sup>3</sup> /h
Abfall aus Filtration	500 liter/a
Ölaustrag aus Destillation	6.776 liter/a

DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt  Diemel, 18.01.2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Emissionsberechnung Anlagenhersteller**

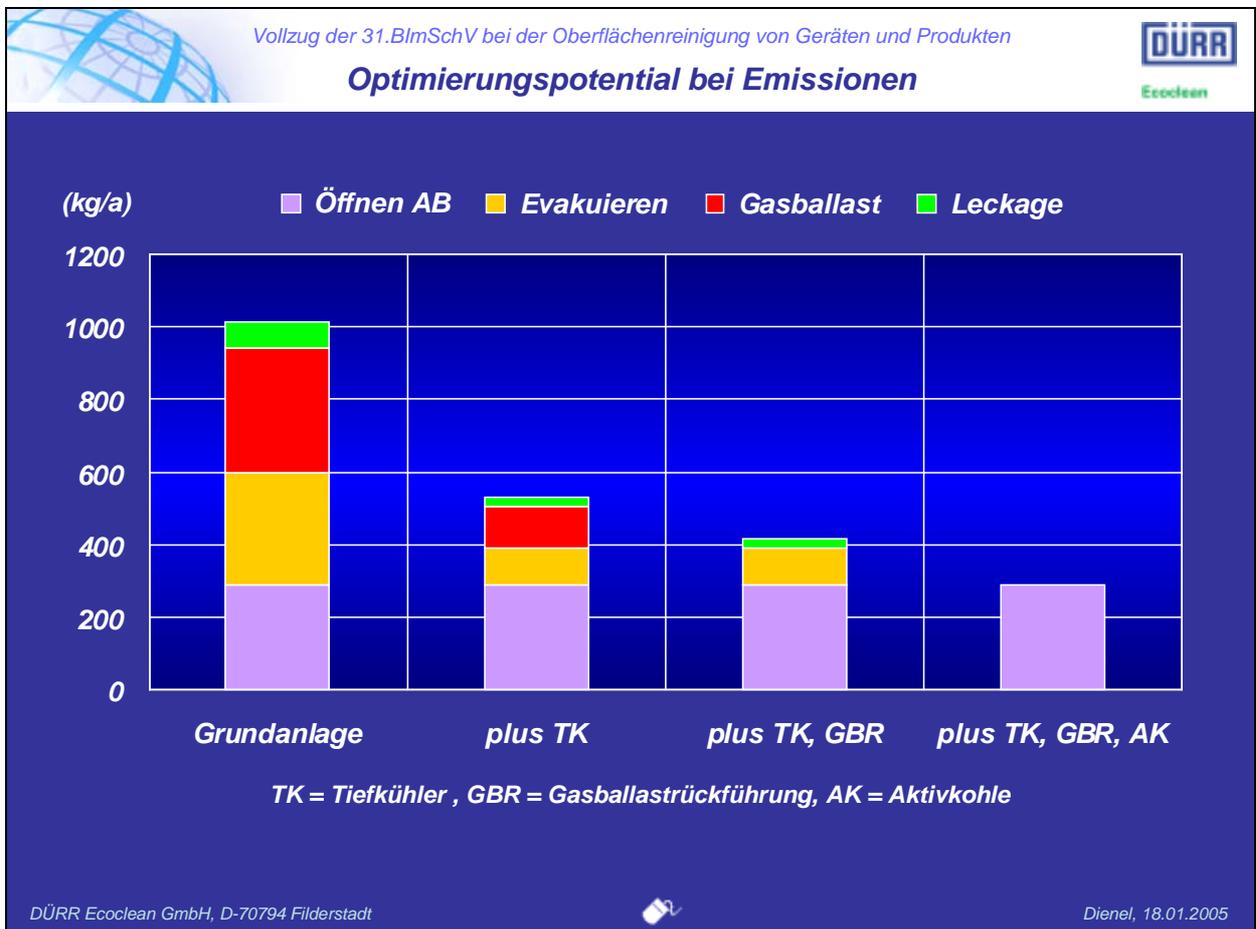
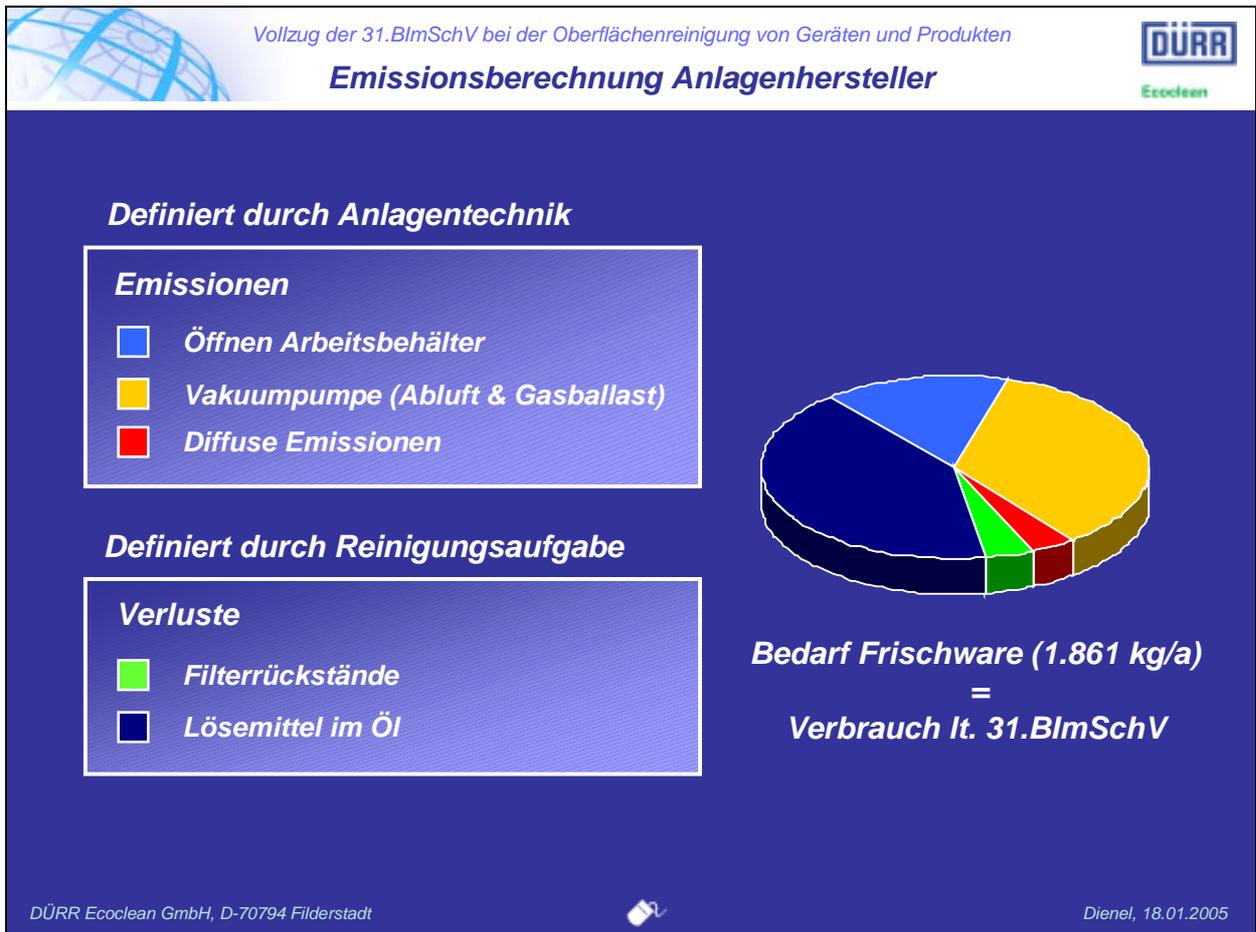
**DÜRR**  
Ecoclean

Emissionen	Berechnung	Wert
Abluft	$0,45 \text{ m}^3 \times 10 \text{ Ch/h} \times 5.760 \text{ h/a} \times 12 \text{ g/m}^3$	311 kg/a
Gasballast	$5 \text{ m}^3/\text{h} \times 5.760 \text{ h/a} \times 12 \text{ g/m}^3$	345 kg/a
Arbeitsbehälter	$0,25 \text{ m}^3 \times 10 \text{ Ch/h} \times 5.760 \text{ h/a} \times 20 \text{ g/m}^3$	288 kg/a
Leckagen	$1 \text{ m}^3/\text{h} \times 5.760 \text{ h/a} \times 12 \text{ g/m}^3$	69 kg/a
<b>Summe</b>		<b>1.013 kg/a</b>

Verluste	Berechnung	Wert
Filtrerrückstände	$500 \text{ ltr/a} \times 20\% \times 0,76 \text{ kg/ltr}$	76 kg/a
Ölaustrag	$6.776 \text{ ltr/a} \times 0,15\% \times 0,76 \text{ kg/ltr}$	772 kg/a
<b>Summe</b>		<b>848 kg/a</b>

DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt  Diemel, 18.01.2005





Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

### Praxisbeispiel KW-Reinigungsanlage



**Auszug aus dem Lastenheft:**

- Ware: Verschraubungen und Eckventile
- Chargen: 530 x 320 x 200 mm, 55 kg
- Verfügbarkeit 24/6: > 95%
- Öleintrag: ca. 30 ltr/d
- Späneeintrag: ca. 8-10 ltr/d
- Ölfrei (Klebetest)
- Restpartikel unter 500µm



**Compact 80C**






DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt



Dienel, 18.01.2005



Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

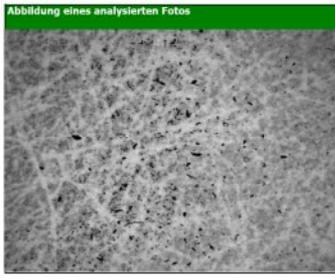
### Praxisbeispiel KW-Reinigungsanlage



**Reinigungsergebnis Entfettung: Zweistufiges Waschen und Dampfentfetten**

**Reinigungsergebnis Restpartikel: Filtration 200 µm - 100 µm - 25 µm**

**Abbildung eines analysierten Fotos**



**Versuchsdaten:**  
 Versuchsnummer: V03172 - Filter2/V1  
 Datum: 29/9/2003  
 Kunde:                       
 Teileart: MS-Teilesorte 2  
 Teileanzahl: 5  
 Prüfmethode: US-1 min, 40 kHz  
 Filtertyp: Sum SVLP  
 Zoom: 25-fache Vergrößerung  
 Gemessene Bilder: 8  
 Bearbeiter: BHL / LJ

Partikelanzahl pro Größenklasse			
Kontaminationszahl			
Restschmutzmenge			
Klasse	Gemessene Anzahl	in Prozent	Hochrechnung auf Gesamtfilter
<50 µm	476	30.07 %	497
50 - 100 µm	660	41.69 %	690
100 - 150 µm	223	14.09 %	233
150 - 200 µm	114	7.20 %	119
200 - 300 µm	79	4.99 %	83
300 - 500 µm	29	1.83 %	30
>500 µm	2	0.13 %	2
Summe:	1583	100.00 %	1654

Größter Partikel: 748 µm  
 kleinster Partikel: 50 µm  
 Kontaminationszahl: 28 tsd  
 Restschmutzmenge (Gravimetrische Messung): **0.4mg/Teil**

**Abbildung eines analysierten Fotos**



**Versuchsdaten:**  
 Versuchsnummer: V03172 - Filter4/V2  
 Datum: 29/9/2003  
 Kunde:                       
 Teileart: MS-Teilesorte 4  
 Teileanzahl: 20  
 Prüfmethode: US-1 min, 40 kHz  
 Filtertyp: Sum SVLP  
 Zoom: 25-fache Vergrößerung  
 Gemessene Bilder: 8  
 Bearbeiter: BHL / LJ

Partikelanzahl pro Größenklasse			
Kontaminationszahl			
Restschmutzmenge			
Klasse	Gemessene Anzahl	in Prozent	Hochrechnung auf Gesamtfilter
<50 µm	217	40.26 %	227
50 - 100 µm	228	42.30 %	238
100 - 150 µm	62	11.50 %	65
150 - 200 µm	17	3.15 %	18
200 - 300 µm	11	2.04 %	11
300 - 500 µm	4	0.74 %	4
>500 µm	0	0.00 %	0
Summe:	539	100.00 %	563

Größter Partikel: 358 µm  
 kleinster Partikel: 50 µm  
 Kontaminationszahl: 7 tsd  
 Restschmutzmenge (Gravimetrische Messung): **0.025mg/Teil**

DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt



Dienel, 18.01.2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Praxisbeispiel KW-Reinigungsanlage**

**Bilanz nach einjährigem Betrieb der Anlage**

**Frischware**  
1,1 t/a



**Emissionen**  
0,3 t/a

**Lösemittel im Abfall**  
0,8 t/a

**Bilanz nach 31. BImSchV:**

- ⊙ Lösemittelverbrauch 1,1 t/a
- ⊙ Diffuse Emissionen 0,12%

**Reinigungsbetrieb:**

- ⊙ 1,8 kt Ware von 5,5 t Öl gereinigt
- ⊙ Emissionen pro Tonne Ware: **166 g !**
- ⊙ LM-Abfall pro Tonne Ware: **443 g !**

DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt  Diemel, 18.01.2005

Vollzug der 31. BImSchV bei der Oberflächenreinigung von Geräten und Produkten

**Fazit**

- ⊙ **Reinigung mit VOC-Anlagen ist ökologisch und ökonomisch sinnvoll**
- ⊙ **Verbrauch lt. 31. BImSchV = Emissionen und Verluste**
  - Emissionen lassen sich technisch minimieren (z.B. Tiefkühlkondensation)
  - Verluste hängen primär vom Einsatzfall ab (Späne- und Öleintrag)
- ⊙ **Trotz Reinigung in geschlossenen Anlagen i.d.R. über Mengenschwelle von 1t/a (Grund sind nicht die Emissionen)**

DÜRR Ecoclean GmbH, D-70794 Filderstadt **Ende**  Diemel, 18.01.2005



## **Textbeitrag der Fa. Pero AG:**

# **Metall- Reinigungs-Anlagen für die auf dem Markt befindlichen Lösemittel KW und CKW**

Die Firma Pero AG, ist Hersteller von Metall-Reinigungs-Anlagen für die auf dem Markt befindlichen Lösemittel KW und CKW.

Bei diesen Maschinen handelt es sich um vollautomatisch arbeitende, physikalische Systeme, die neben ihrer wesentlichen Aufgabe, dem perfekten Reinigen von Teilen und Baugruppen, selbstverständlich auch allen infrage kommenden Gesetzen und Verordnungen wie der 31. BImSchV (VOC) entsprechen.

Unsere Kunden gehören im Wesentlichen der mittelständischen Industrie an, die meist nur eine Maschine betreiben. Einige haben aber auch eine ganze Reihe Systeme im Einsatz. Von unseren Anlagen wird selbstverständlich verlangt, dass sie im 3-schichtigen Betrieb die Notwendigkeit eines Reduzierungsplanes nach Anhang IV A erst gar nicht aufkommen lassen. So haben wir bei der Firma Volkswagen zwei Anlagen der Baureihe „V2“, mit einem Arbeitskammervolumen von je  $\frac{1}{4} \text{ m}^3$  (gesamt Lösemittelinhalt in der Maschine  $1,2 \text{ m}^3$ ) seit über einem Jahr im Einsatz. Nach Auskunft des zuständigen Umweltbeauftragten wurde pro Maschine und Jahr im 3-Schicht-Betrieb 1 Fass Kohlenwasserstoff Lösemittel verbraucht.

Bei Lackieranlagen werden große Luftmengen mit geringem Lösemittelinhalt gefördert, was eine Rückgewinnung unmöglich macht u. ggf. eine katalytische Nachverbrennung verlangt.

Unsere Vakuum-Entfettungsanlage arbeitet im Unterdruckbereich bei  $< 100 \text{ mbar}$  und daher faktisch ohne Luft, die aufwändig kältetechnisch gereinigt werden muss.

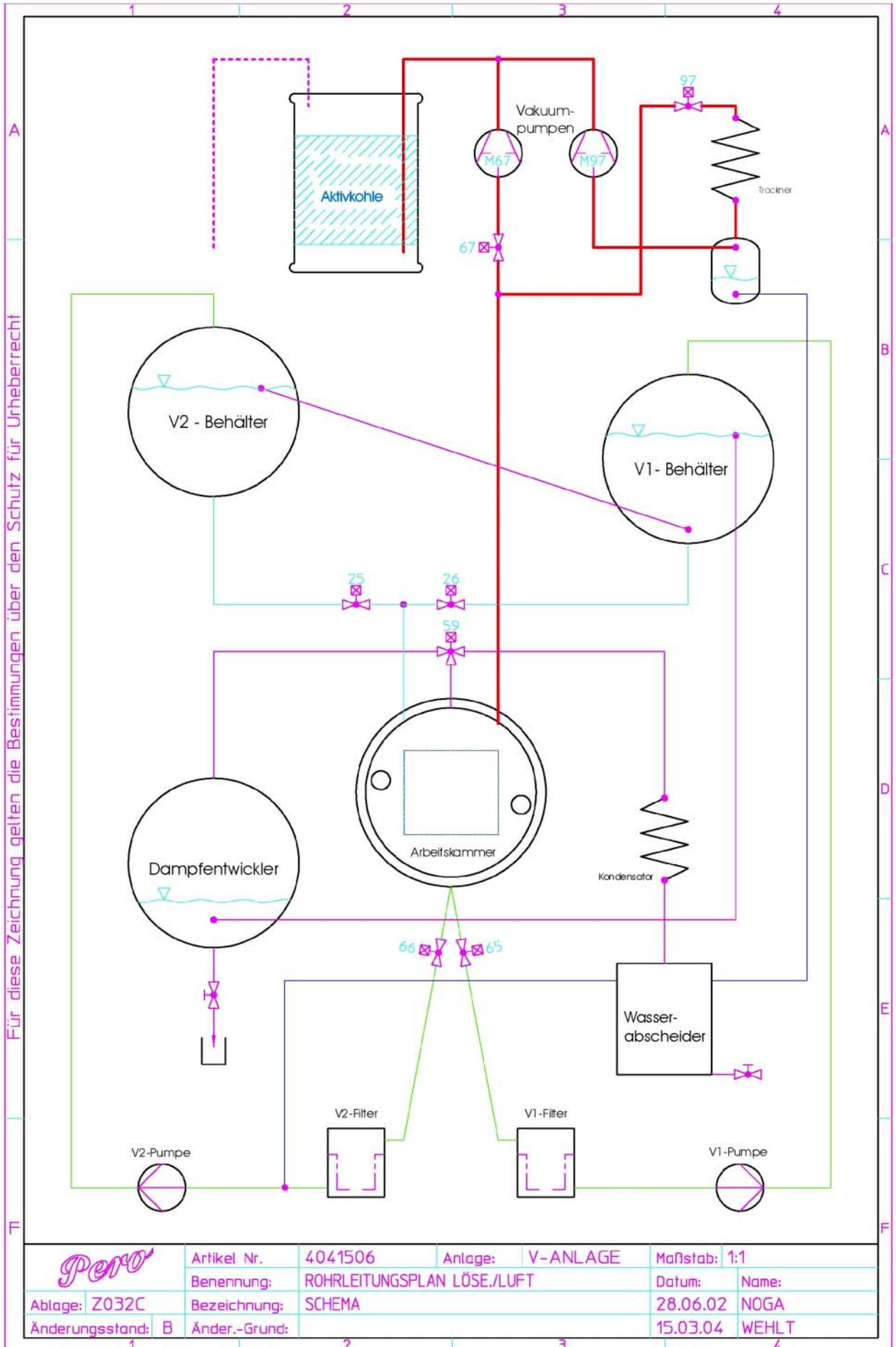
Beim Beschicken der Arbeitskammer mit Ware dient die Kammer als Schleuse zwischen atmosphärischem und Unterdruckbereich. Nach dem Schließen des Arbeitskammerdeckels wird diese „Schleuse“ ebenfalls luftleer gesaugt.

Damit müssen wir zum Trocknen der Ware nur das Lösemittel, das sich gasförmig oder flüssig in der Arbeitskammer befindet, kältetechnisch austauen. Die hinter der Vakuumpumpe entweichende, minimale Restmenge an Lösemittel, wird in einer nachgeschalteten Aktivkohle abgefangen und mit der Kohle umweltfreundlich verbrannt.

Es ist sichergestellt, dass nach der Aktivkohle weniger als  $20 \text{ mg/m}^3 \text{ C}$  entweichen.

Mit modernen Anlagensystemen können durch die Vakuumtechnologie fugitive Verluste nicht entstehen, sondern im Gegenteil, es würde im Falle einer Undichtigkeit Luft angesaugt.

Ein durch die Lösemittelbilanz ermittelter „Verbrauch“ findet sich zum größten Teil in dem Destillationssumpf der Maschine, sowie in der nachgeschalteten Aktivkohle wieder.



## Tagungsleitung / Referenten

Dr. Nadja Sedlmaier  
Bayer. Landesamt für Umweltschutz  
86177 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 – 52 20  
Fax: (0821) 90 71 – 55 60  
E-Mail: [nadja.sedlmaier@lfu.bayern.de](mailto:nadja.sedlmaier@lfu.bayern.de)

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Dienel  
Dürr Ecoclean GmbH  
Verfahrensentwicklung  
Mühlenstrasse 12  
70794 Filderstadt

Tel.: (0711) 70 06 – 180  
Fax: (0711) 70 06 – 179  
E-Mail: [ralf.dienel@ecoclean.durr.com](mailto:ralf.dienel@ecoclean.durr.com)  
Internet: [www.durr-ecoclean.com/](http://www.durr-ecoclean.com/)

Dipl. Sozialökonom Mario K. Dobernowsky  
Kooperationsstelle Hamburg  
Besenbinderhof 60  
20097 Hamburg

Tel.: (040) 28 58 – 635  
Fax: (040) 28 58 – 641  
E-Mail: [dobernowsky\\_koop@public.uni-hamburg.de](mailto:dobernowsky_koop@public.uni-hamburg.de)  
Internet: [www.kooperationsstelle-hh.de](http://www.kooperationsstelle-hh.de)

Klaus Kuhl  
Kooperationsstelle Hamburg  
Besenbinderhof 60  
20097 Hamburg

Tel.: (040) 28 58 – 634  
Fax: (040) 28 58 – 641  
E-Mail: [kuhl\\_koop@public.uni-hamburg.de](mailto:kuhl_koop@public.uni-hamburg.de)  
Internet: [www.kooperationsstelle-hh.de](http://www.kooperationsstelle-hh.de)

Dr. Richard Schlachta  
Bayer. Landesamt für Umweltschutz  
86177 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 – 51 97  
Fax: (0821) 90 71 – 55 60  
E-Mail: [richard.schlachta@lfu.bayern.de](mailto:richard.schlachta@lfu.bayern.de)

Felix Schmid  
Fa. Schmid & Färber  
Lerzenstraße 19  
CH-8953 Dietikon

Tel.: +41 (0) 43 322 40 40  
Fax: +41 (0) 43 322 40 44  
E-Mail: [fschmid@faerber-schmid.ch](mailto:fschmid@faerber-schmid.ch)  
Internet: [www.faerber-schmid.ch](http://www.faerber-schmid.ch)

Andreas Thomas  
Ice-Clean-Thomas GmbH  
Obereschacher Straße 11/1  
78052 VS-Villingen

Tel.: (07721) 7 23 03  
Fax: (07721) 96 35 85  
E-Mail: [info@ice-clean.de](mailto:info@ice-clean.de)  
Internet: [www.ice-clean.de](http://www.ice-clean.de)

Unterbergstraße 66  
78687 Zimmern – 2

Tel.: (0741) 3 44 04  
Fax: (0741) 3 40 90

Pero AG  
Hunnenstr. 18  
86343 Königsbrunn

Tel.: (8231) 60 11 – 0  
Fax: (8231) 60 11 – 10  
E-Mail: [pero-ag@t-online.de](mailto:pero-ag@t-online.de)  
Internet: [www.pero-ag.de/](http://www.pero-ag.de/)