

VOFAPro
**TECHNISCHE
INFORMATION**

*Reinigungsmittel auf Basis von Pflanzenölen für
Industrielle Anwendungen*

VOFAPro steht für: Pflanzliche Öle und ihre Fettsäureester als Ersatzstoffe für organische Lösemittel in industriellen Prozessen (Vegetable Oils and their Fatty Acid Esters as Substitutes for Organic Solvents in Industrial Processes). Das Projekt arbeitet als Forschungsverbund mit Partnern in Dänemark, Irland, den Niederlanden und Deutschland.



Agro-Industrial-Research-Programm
of the European Union, GD XII

INHALT

| | |
|--|-----------|
| Industrielle Reinigung von Oberflächen mit Fettsäureestern | 1 |
| <ul style="list-style-type: none">• Gefährdungen durch Lösemittlemissionen• Nachwachsende Rohstoffe für Reinigungszwecke• Charakteristika und Reinigungsfähigkeit• Vorteile für die Umwelt• Geringe ökologische Auswirkungen | |
| <hr/> | |
| VOFA und ihre Verträglichkeit gegenüber anderen Materialien | 2 |
| <ul style="list-style-type: none">• VOFA - Lösefähigkeit im allgemeinen• Löslichkeit von Bindemitteln• Löslichkeit von Schmutz• Gummi und Kunststoffe• Korrosion | |
| <hr/> | |
| Reinigung von Metalloberflächen | 4 |
| <ul style="list-style-type: none">• VOFAs als Industriereiniger• Schlußfolgerungen• Optimierung/Anpassung• Drei Beispiele | |
| <hr/> | |
| Entfernen von Farben und Lacken | 6 |
| <ul style="list-style-type: none">• Feuchte und halbtrockene Farbe• Druckfarbe• Schlußfolgerungen• Optimierung/Anwendung• Drei Beispiele | |
| <hr/> | |
| Recycling | 10 |
| <hr/> | |
| Kosten und Kosten-Nutzen-Bewertung | 10 |
| <hr/> | |
| Übersicht: VOFAs als Reinigungsmittel | 11 |

Industrielle Oberflächenreinigung mit Fettsäureestern

Pflanzenöle und ihre Fettsäureester (VOFA = Vegetable Oils and their Fatty Acid Esters) können als Ersatz für organische Lösemittel bei industriellen Reinigungsprozessen verwendet werden. Die Ester basieren auf Pflanzenölen wie Sojaöl, Rapsöl und Kokosöl. Sie besitzen physikalische und chemische Eigenschaften, die sie als Reinigungsmittel verwendbar machen.

VOFAPro hat die Eigenschaften und das Reinigungsvermögen von Fettsäureestern im Hinblick auf eine Reihe von industriellen Anwendungen untersucht. Diese Handlungsanleitung liefert Industrieunternehmen Basisinformationen, um die Erprobung von Esterprodukten, die anstelle von organischen Lösemitteln verwendet werden können, zu unterstützen. In dieser Handlungsanleitung finden Sie Informationen über die Fähigkeiten und Grenzen von VOFA's und positive Ergebnisse aus Anfangsversuchen, zusammen mit Beschreibungen möglicher Einsatzgebiete von VOFA's wie z.B. Metallreinigung und die Entfernung von Farben und Lacken.

Gefährdungen durch Lösemittlemissionen

Jedes Jahr emittieren ca. 22 Millionen Tonnen flüchtiger organischer Lösemittel (NMVOC) - ohne Methan in Europa. Die Verdunstung organischer Lösemittel trägt in hohem Maße zu dieser Emission bei. Die Farbherstellung und -verwendung, die Druckindustrie und die Metallentfettung gemeinsam verursachen ca. 65% der industriellen Lösemittlemissionen.

Umweltgefährdungen durch die Emission organischer Lösemittel betreffen auch den Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre sowie die Entstehung atmosphärischen Ozons. Der Gebrauch von Lösemitteln ist auch mit der Wasser- und Bodenverschmutzung verbunden. Gesundheitsrisiken für Personen, die mit organischen Lösemitteln in Kontakt kommen, bestehen für das zentrale Nervensystem, Gehirn, Leber und Nieren; es kann zu Haut- und Augenreizungen kommen. Aus diesen Gründen schlug der Europäische Rat 1996 eine Richtlinie vor, die die Emissionen organischer Verbindungen aus der industriellen Verwendung organischer Lösemittel begrenzt. Dieser Richtlinienvorschlag schreibt eine Verringerung der industriellen Emissionen um 57% vor.

Nachwachsende Rohstoffe für Reinigungszwecke

Die Weltproduktion von Pflanzenölen als Nahrungsmittel und für den technischen Gebrauch ist in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Der Anbau von Ölsaaten hat neue Arten mit höheren Erträgen oder mit bestimmten Zusammensetzungen von Fettsäuren hervorgebracht. Im Prinzip kann jedoch der Bedarf der chemischen Industrie durch die z.Z. vorhandenen Pflanzenarten gedeckt werden. Natürliche Öle und Fette sind selbst Ester. Im allgemeinen besitzen Pflanzenöle eine hohe Viskosität und sind nicht in ausreichender Weise stabil gegenüber Oxidation. Um ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften zu verbessern, werden Fettsäureester synthetisiert, indem die aus Pflanzenölen gewonnenen Fettsäuren verestert werden (Veresterung/Umeste

rung). Die industrielle Kapazität der Esterproduktion kann der Marktnachfrage nach speziell synthetisierten Produkten angepaßt werden.

Charakteristika und Reinigungsvermögen

Die physikalisch-chemischen Meßparameter zeigen, daß von VOFA-Produkten ein gutes Reinigungspotential erwartet werden kann. Sie besitzen eine geringe Viskosität, was bedeutet, daß sie leicht auf Objekte, die gereinigt werden sollen, aufgetragen werden können. Ihre Oberflächenspannung ist ähnlich der anderer organischer Zusammensetzungen; das bedeutet, daß das Benetzungsvermögen von VOFA's so gut ist wie das anderer konventioneller Reinigungsmittel. Darüberhinaus haben VOFA's die Fähigkeit, Industrieschmutz wie Lanolin und Ensis-Öl (eine provisorische Schutzbeschichtung auf Mineralölbasis) zu entfernen. Schließlich sind VOFA-Produkte bei Raumtemperatur nicht flüchtig, was sie zu einer attraktiven Alternative für organische Lösemittel macht.

Bis zum heutigen Zeitpunkt haben die meisten Firmen noch keine Versuche mit VOFA-Produkten durchgeführt. Eine Ausnahme ist der Offset-Druck. Diese Industrie hatte den größten Erfolg mit VOFA. Andere Firmen in anderen Branchen hatten jedoch auch gute Ergebnisse. Einige Beispiele werden in dieser Handlungsanleitung erwähnt. Fettsäureester sind eine neue Generation von Reinigungsmitteln auf der Basis nachwachsender Rohstoffe und können zu ernsthaften Konkurrenten für organische Lösemittel werden. Die in dieser Handlungsanleitung gegebenen Informationen sollen Firmen in ihrer Entscheidung unterstützen, den geeigneten Reiniger für ihren speziellen Zweck zu wählen.

Vorteile für die Umwelt

In VOFAPro sind die (potentiellen) ökologischen Auswirkungen, die durch den Gebrauch von VOFA's und organischen Lösemitteln verursacht werden, mit Hilfe einer ökologischen Lebenszyklusanalyse (Life Cycle

Assessment - LCA) untersucht worden. Mit dieser Methode werden ökologische Auswirkungen in fast allen Phasen des "Lebenszyklus" eines Produkts beobachtet. Das Ergebnis dieser LCA ist das sog. ökologische Profil eines jeden Produkts. Die Auswahl der ökologischen Auswirkungen umfaßt nicht alle denkbaren negativen Umwelteinflüsse. Einige Einflüsse, wie die Verschlechterung der Ökosystems, können nicht in Zahlen ausgedrückt werden. Für andere Einflüsse, wie die Auswirkungen auf die Arbeitsumwelt, gibt es genügend Daten. In einigen Fällen würde der Ersatz von organischen Lösemitteln durch VOFAs eine klare ökologische Verbesserung bedeuten. Aus der Untersuchung der verschiedenen Rohmaterialien geht hervor, daß ein Methylester auf Kokosölbasis zum gegenwärtigen Zeitpunkt am günstigsten wäre. In der aktuellen Studie wurden die ökologischen Einflüsse, die durch die Verwendung von 1.000 kg des Produkts verursacht werden, berechnet. Wenn geringere VOFA-Mengen benötigt werden, um eine spezifische Reinigung durchzuführen (verglichen mit der benötigten Menge an Lösemitteln), verbessert sich das ökologische Profil noch mehr. Aufgrund erster Versuche mit VOFAs scheint dies der Fall zu sein. Zusätzlich können einige Verbesserungen innerhalb des VOFA-Lebenszyklus vorgenommen werden. Diese beinhalten z.B. eine umfassendere Nutzung von Kokos-Nebenprodukten und einen besser kontrollierten Einsatz von Düngemitteln im Rapsanbau.

Geringe ökologische Auswirkungen

Als Teil des VOFAPro-Projekts wurde die biologische Abbaubarkeit von fünf Fettsäureestern und einem kommerziellen Rapsölprodukt gemessen, um mögliche Umweltauswirkungen von VOFA zu bestimmen. All diese Produkte wurden durch die in den Tests verwendeten Bakterien aus Kläranlagen schnell abgebaut. Dies zeigt, daß diese Ester leicht biologisch abbaubar sind und man erwarten kann, daß sie auch in der Umwelt schnell abgebaut werden.

Es liegt auf der Hand, daß die Toxizität von VOFA von unmittelbarer Bedeutung für ihre ökologische Wirkung ist. Da wir besonders an den Auswirkungen der Produkte im Abwasser interessiert waren, wurden vier Ester und das Rapsölprodukt auf ihre Toxizität gegenüber Wasserlebewesen untersucht. Erstaunlicherweise stellte sich heraus, daß es selbst in gesättigter Esterlösung keine akuten Auswirkungen auf Daphnia-Testorganismen gibt. Dies zeigt deutlich, daß die Toxizität dieser Zusammensetzungen sehr gering ist, auch wenn eine gründlichere Untersuchung mit Langzeittests mögliche Auswirkungen zeigen könnte.

Abschließend wurde mit Hilfe des Programms USES für einige Fettsäureester eine ökologische Risikoanalyse durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, daß es eine sehr weite Sicherheitsspanne zwischen Konzentrationen gibt, die in der Umwelt wahrscheinlich auftreten, und solchen, bei denen Auswirkungen auf Wasserlebewesen zu erwarten sind. Diese Produkte können daher als ökologisch unbedenklich betrachtet werden.

VOFA und ihre Verträglichkeit gegenüber anderen Materialien

Bei der Verwendung von VOFA-Produkten ist es wichtig zu wissen, ob und wie VOFA-Produkte Maschinenteile, die Farbe auf der Maschine oder die verwendeten Leitungen und Rohre angreifen, und natürlich, ob das VOFA-Produkt ein wirkungsvolles Reinigungsmittel bei einem bestimmten Reinigungsvorgang ist

Ziel ist es, den besten Reiniger zu wählen und gleichzeitig Probleme zu vermeiden, die bei einem Reinigungsvorgang auftreten könnten, wie z.B. Aufquellen von Kunststoff und Gummi (in Verbindung mit Pumpen und Werkzeugen) und Korrosion von Maschine oder Metallteilen. Die Löslichkeitsparameter (HSP) können herangezogen werden, um VOFA-Produkte mit konventionellen Lösemitteln, die bei einem bestimmten Reinigungsvorgang verwendet werden, zu vergleichen. Die Löslichkeit von Bindemitteln kann ein Hinweis darauf sein, ob die Farbe auf der Maschine durch das VOFA-Produkt angegriffen wird. Die Schmutzlöslichkeit gibt selbstverständlich nur die Arten von Industrieschmutz an, die von dem VOFA-Produkt entfernt werden.

VOFA-Lösefähigkeit im allgemeinen

Das Löseverhalten von VOFA-Produkten hängt in erster Linie von der Größe der Estergruppe ab. Je größer die Estergruppe ist, um so geringer ist die Lösefähigkeit. Die Länge der Hauptkette hat darauf nur einen sehr geringen Einfluß. Das Löslichkeitsverhalten von VOFA wurde durch die experimentelle Bestimmung der

Hansen-Löslichkeitsparameter (HSP) ermittelt, s. Tabelle 1. Der Vergleich der ermittelten Hansen-Löslichkeitsparameter mit denen anderer Lösemittel weist eine Ähnlichkeit zwischen VOFA-Produkten und bestimmten Ethern, ungesättigten Aliphaten und aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen auf.

Vergleicht man wichtige technische Eigenschaften, wird deutlich, daß die Ester auf Pflanzenbasis im allgemeinen höhere Siedepunkte und Viskositätswerte im Vergleich zu einem C9-C12 dearomatisierten Kohlenwasserstoff besitzen. Die Oberflächenspannungen und Dichten der Ester sind mit denen des Kohlenwasserstoffs vergleichbar.

und Epoxidharze mit niedrigem Molekulargewicht lösen. Nitrozellulose ist in VOFAs teilweise löslich.

Löslichkeit von Bindemitteln

Löslichkeitstests zeigen, daß die meisten VOFAs die Fähigkeit haben, Bindemittel wie Alkyde, Chlorkautschuk und Hexa-Methoxy-Methylmelamin zu lösen oder sich mit ihnen zu vermischen. Methyl- und Ethylester können außerdem Bindemittel wie Phenolharze

Löslichkeit von Schmutz

Die durchgeführten Löslichkeitstests geben ebenfalls Hinweise auf die Art von Verbindungen, die VOFAProdukte möglicherweise entfernen können, z.B. sollten sie Lanolin und Ensis-Öl (eine provisorische Schutzbeschichtung auf Mineralölbasis) entweder durch Auflösung oder Verdünnung entfernen können. Die Löslichkeitsparameter für Lanolin und Ensis-Öl (vermischt mit Kohlenstoff) sind $\delta_p=17,3-17,6$; $\delta_H=2,42,6$; $\delta_D=2,0-2,3$; Radius = 6,7-6,9 (J/cm³/1/2, in festem Zustand.

| Löslichkeitsparameter (SP) bei 23°C und andere Eigenschaften | Reine Fettsäureester | Kommerzielle Esterprodukte | C ₉ -C ₁₂ dearomatisierter Kohlenwasserstoff* |
|---|----------------------|----------------------------|---|
| SP-Total - δ_{TOT} (J/cm ³) ^{1/2} | 14.8 - 16.8 | 14.8 - 16.8 | 14 - 16 |
| SP-Dispersion - δ_D (J/cm ³) ^{1/2} | 14.2 - 16.2 | 14.2 - 15.4 | 14 - 16 |
| SP-Polar - δ_p (J/cm ³) ^{1/2} | 1.0 - 2.3 | 0.8 - 2.4 | 0 |
| SP-Hydrogenbindung - δ_H (J/cm ³) ^{1/2} | 3.3 - 6.7 | 3.4 - 8.4 | 0 |
| Siedepunkt - t_{bp} (°C) | 241.0 - 347.2 | 211.4 - 366.3 | 173 - 192 |
| Viskosität (20°C) - (mPa*s) | 2.3 - 9.8 | 2.4 - 9.0 | 1.13 |
| Oberflächenspannung (20°C)-(dynes/cm) | 27.9 - 30.8 | 22.4 - 31.3 | 23.3 |
| Dichte (20°C) - (g/cm ³) | 0.859 - 0.875 | 0.853 - 0.896 | 0.765 |

Tabelle 1 Die Bandbreite der Löslichkeitsparameter der reinen und kommerziellen Fettsäureester, die während des VDFAPro-Projekts gemessen wurden. Als Vergleich sind die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Ester und eines C9-C12 dearomatisierten Kohlenwasserstoffs (gesättigte Alkane) angegeben.

Gummi und Kunststoffe

Die Fähigkeit, VOFAs zu absorbieren, hängt von der Art des betreffenden Kunststoffs oder Gummis ab. Bei Raumtemperatur (23°C) wurden nach einwöchigem Kontakt mit VOFAs folgende Auswirkungen beobachtet.

Aus früheren Studien ist bekannt, daß Nitrilbutadien und EPDM-Kautschuk bei Einwirkung von VOFA ein ähnliches Verhalten zeigen wie die oben erwähnten Kautschukarten. Ein Vergleich von VOFA mit dem dearomatisierten Kohlenwasserstoff zeigt, daß die Ergebnisse der Quelltests sehr ähnlich sind. Folgende Unterschiede haben sich ergeben:

Silikon- und Butylkautschuk werden von Kohlenwasserstoffen doppelt so stark angegriffen wie von VOFAs
 der Neoprenkautschuk wird von VOFAs angegriffen, jedoch nicht vom Kohlenwasserstoff;
 das Quellverhalten von Kautschuk ist bei einer Mikroemulsion (Rapsölester) im allgemeinen geringer als bei reinen VOFAs.

| Material | Ester auf Pflanzenbasis | Synthetische Ester Mineralölbasis | Mikroemulgierte Rapsölester | C9-C12 dearomatisierter Kohlenwasserstoff |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---|
| Teflon (PFTE) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Viton | 0.0 - 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0 |
| Polypropylen | 0.3 - 0.7 | 0.4 | 0.5 | 1 |
| PVC* | 2.5 - 10 | 7 | 11 | -7 |
| Nylon | 6 - 11 | 6 | 29 | 3 |
| Silikonkautschuk | 19 - 65 | 95 | 15 | 121 |
| Butylkautschuk | 35 - 60 | 59 | 15 | 96 |
| Neoprenkautschuk | 26 - 60 | 33 | 34 | 2 |
| Natürlicher Kautschuk | 174 - 193 | 18-7 | 64 | 173 |

Tabelle 2 Die Zunahme (Abnahme) von Masse der Materialien in Gewichts-% nach Einwirkung von VOFA. * = PVC nimmt ab, wenn die Einwirkung mit Estern fortgesetzt wird, was auf das Herauslösen des Weichmachers zurückzuführen sein muß. Dearomatisierter Kohlenwasserstoff = Isopar H.

Korrosion

Fünf Fettsäureester (zwei auf Kokosölbasis, ein synthetischer, einer auf Rapsölbasis mit Emulgator und eine Probe von reinem Methyloleat) wurden auf Korrosionswirkungen bei einer Reihe von Metallen bei Raumtemperatur untersucht. Saubere abgewogene Metallstreifen wurden teilweise in die Ester getaucht. Nach dreißig Tagen wurden die Proben herausgenommen, gereinigt und wieder gewogen. Jeder festgestellte Gewichtsverlust war ein Hinweis auf Korrosion. Die Ergebnisse zeigten, daß Pflanzenester nicht von Natur aus korrosiv wirken. Die Produkte, die auf reinen Fettsäureestern aus Pflanzenölen basierten, griffen die Metalle nicht an. Korrosion wurde nur bei zwei kommerziellen Produkten festgestellt, wovon eins synthetisch war und das andere auf Pflanzenölen basierte, jedoch einen Emulgator enthielt. Zinkbeschichtete Metalle oder solche, die Zink enthielten (Zintec, Galvan

neal, feuerverzinkter Stahl und Messing) wurden vor allem von dem VOFA-Produkt mit Emulgator angegriffen, während das synthetische Produkt korrodierend auf Stahl wirkte. Bei Zink kann die Korrosion auf die hohe Säurezahl des VOFA-Produkts (Korrosion von Zink ist pH-abhängig) oder andererseits auf die Abwesenheit von natürlichen Korrosionsinhibitoren zurückzuführen sein. Hohe Säurezahlen sind keine natürliche Eigenschaft von Fettsäureestern, vielmehr hängen sie mit der Lagerung und weiteren Behandlung der Produkte zusammen. Die geringfügige Korrosion von Stahl wurde durch ein Produkt mit geringer Säurezahl verursacht. Da dies ein vollkommen synthetisches Produkt ist, besteht augenscheinlich ein Mangel an natürlichen Korrosionsinhibitoren.

Reinigung von Metalloberflächen

Die Reinigung von Metallen kann auf verschiedene Arten durchgeführt werden. Es gibt in der gesamten Metallindustrie kein definitives gebräuchliches Verfahren. Die Reinigungsverfahren werden je nach dem erforderlichen Reinheitsgrad, der Art der Verunreinigung und der Größe, Form und Zusammensetzung des zu reinigenden Metalls ausgewählt.

Die vier Grundmethoden der Reinigung sind das Reinigen von Hand, Tauchbäder, Sprühreinigung und Dampffettung. Jedes dieser Grundverfahren muß den spezifischen Anforderungen innerhalb eines bestimmten Arbeitsprozesses angepaßt werden, d.h. den Einsatzbedingungen (Dauer, Temperatur etc.) und dem Reiniger.

Die Art des verwendeten Reinigers hängt von verschiedenen Faktoren ab. Zwei der wichtigsten Faktoren sind die Art der Verschmutzung und die Zusammensetzung des gereinigten Gegenstands. Der Reiniger muß den Schmutz ohne unerwünschte Nebenwirkungen auf das Metall entfernen können. Die in diesem Projekt untersuchten physikalischen und chemischen Eigenschaften zeigen, daß die VOFA-Produkte als wirkungsvolle Reiniger geeignet sind.

VOFAs als Industriereiniger

- VOFA-Produkte können für eine Reihe von Reinigungstechniken verwendet werden, d.h. für die manuelle Reinigung, für Tauchbäder und Sprühreinigung. Diese Produkte können jedoch nicht für die Dampfentfettung verwendet werden, da diese Technik von der Flüchtigkeit des Reinigers abhängig ist. Die Einsatzbedingungen (Dauer, Temperatur etc.) müssen der Art der Verschmutzung, dem erforderlichen Reinheitsgrad usw. angepaßt werden.
- VOFA-Produkte können Industrieschmutz entfernen. Sie sind wirksam gegenüber Mineralölprodukten (wie z.B. Schmiermittel, provisorische Schutzbeschichtungen, Kühlschmierstoffen etc/, Fette, Lanolin deine Zusammensetzung, die besonders schwer zu entfernen ist) und bestimmte Farben. VOFA-Produkte haben, wie organische Lösemittel auch, nur eine begrenzte Wirkung auf Oxidschichten oder eingebrannten Schmutz.
- Die Reinigung mit VOFA-Produkten kann einen Ölfilm auf dem gereinigten Gegenstand hinterlassen. Dieser Film kann in einigen Fällen wie eine provisorische Schutzschicht wirken. Bei der weiteren Behandlung müssen diese Rückstände jedoch entfernt werden. Dies kann auf verschiedene Arten durchgeführt werden -durch Wischen, mit einem organischen Lösemittel wie z.B. „Testbenzin“, Verdunstung (nur unter bestimmten Bedingungen möglich) oder Emulgierung des VOFA-Produkts mit nachfolgendem Abspülen mit Wasser.
- Der Reinheitsgrad, der für eine nachfolgende Beschichtung auf Wasser- oder Lösemittelbasis erforderlich ist, kann mit VOFA-Produkten erreicht werden, wenn die Esterrückstände entfernt werden. Die Dauerhaftigkeit der Beschichtung kann durch die unvollständige Entfernung der Rückstände beeinträchtigt werden.
- Fettsäureester auf Pflanzenölbasis wirken normalerweise nicht korrodierend auf Metalle. Rostfreier Stahl und Aluminium sind am widerstandsfähigsten, wohingegen verzinkte und zinkhaltige Metalle durch VOFA-Produkte, die freie Fettsäuren enthalten, angegriffen werden (das Vorhandensein freier Fettsäuren kann aus der Messung der Säurezahl durch Titrierung abgeleitet werden/. Die Korrosion von Flußstahl wurde bei einem vollkommen synthetischen VOFA-Produkt, d.h. nicht auf Pflanzenölbasis, festgestellt.
- VOFA-Produkte können Gummi quellen lassen und den Weichmacher aus verschiedenen Kunst-

stoffen lösen, jedoch ist diese Wirkung im allgemeinen mit der organischer Lösemittel vergleichbar. VOFA-Produkte haben den Nachteil, daß sie länger auf dem Gummi oder Kunststoff bleiben können, da sie nicht flüchtig sind.

- VOFA-Produkte sind nicht flüchtig, was wiederum bedeutet, daß sie einen hohen Flammpunkt besitzen und normalerweise weder entflammbar noch explosiv sind. Aus diesem Grund sind keine besonderen Arbeitsanweisungen erforderlich. Wenn sie verschüttet oder verspritzt werden, müssen sie jedoch sofort entfernt werden, denn VOFA-Produkte sind ölig und können daher Oberflächen rutschig machen.
- VOFA-Produkte sind nicht toxisch und stellen keingesundheitliches Risiko für die Beschäftigten dar.

Schlußfolgerungen

VOFA-Produkte sind sehr wirkungsvolle Reiniger (sie können sogar Lanolin entfernen, was erfahrungsgemäß sehr schwierig ist/. VOFA-Produkte können organische Lösemittel im Metallservicesektor, d.h. bei der Reinigung und Pflege der Maschinen, ersetzen. Wird keine weitere Behandlung durchgeführt, ist das Vorhandensein von VOFA-Rückständen unwichtig. Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß Kunststoffoder Gummiteile nicht über einen längeren Zeitraum VOFA-Produkten ausgesetzt sind, um ein Quellen oder Herauslösen einzuschränken. Da ein zweiter Schritt zur Entfernung von VOFA-Rückständen immer notwendig ist, wenn eine weitere Behandlung erforderlich ist, können VOFA-Produkte als Vorreiniger (für die Entfernung von groben Verschmutzungen) eingesetzt werden.

Optimierung/Anpassung

Die obigen Handlungsanleitungen für den VOFAEinsatz sind so umfassend wie möglich. Da die Reinigungsvorgänge, Verunreinigungen usw. bei den Betrieben jedoch unterschiedlich sind, sollten sie nur als Ansatzpunkt für diejenigen angesehen werden, die den Einsatz von VOFA-Produkten als Ersatz für organische Lösemittel in industriellen Reinigungsprozessen in Betracht ziehen. Die Einsatzbedingungen können den jeweiligen Anforderungen angepaßt werden. Mechanische Kraft, Temperatur und Dauer des Reinigungsvorgangs sind Möglichkeiten, um die Wirksamkeit der Reinigungsprodukte zu optimieren. Die Produkte selbst können auch anders zusammengesetzt werden, um ihre Wirksamkeit zu steigern, d.h. es können Zusätze wie z.B. Emulgatoren verwendet werden, damit der Reiniger leicht mit Wasser entfernt werden kann. Die folgenden Beispiele zeigen, wie verschiedene Betriebe ihre Aufgabenstellungen an den Einsatz von VOFA-Produkten angepaßt haben.

Drei Beispiele

Blohm + Voss Industrietechnik GmbH

Mit VOFA-Produkten können demontierte Maschinen und Anlagenteile gereinigt werden. Die Schiffswerft Blohm + Voss in Hamburg hat für solche Arbeiten in den letzten zwei Jahren Esticlean 298 (ein VOFA-Produkt) routinemäßig eingesetzt.

Das Produkt wird entweder mit einer Fußpumpe durch einen Schlauch zu einem Pinsel geführt, mit dem die Teile manuell gereinigt werden, oder die Werkzeuge und Maschinenteile werden in ein Ultraschallbad getaucht, das den Reiniger enthält. Das Bad wird auf eine Temperatur von 75°C erhitzt. Der Ersatz durch Esticlean hat bei einigen Vorgängen zu einem erhöhten mechanischen Aufwand geführt, jedoch ist Blohm + Voss der Meinung, daß dies durch den Rückgang der Beschwerden der Beschäftigten über Hautreizungen mehr als ausgeglichen wird.

Kontaktadresse: Blohm + Voss Industrie GmbH
Herr Klemz
Herrmann-Blohm-Straße 5
D-20457 Hamburg
Fax: 00 4940-31193414

Bus Danmark A/S

Bus Danmark A/S hat gezeigt, daß VOFA-Produkte bei der Reinigung der Außenflächen von Bussen eingesetzt werden können. Das Produkt, ein Rapsreiniger, wird aufgesprüht und muß ein paar Stunden einwirken (für die Reinigung des Businneren beträgt die empfohlene Einwirkungsdauer nur 10 Minuten).

Nach dieser Zeit fährt der Bus durch eine automatische Waschanlage. Da das VOFA-Produkt einen Emulgator enthält, können das Reinigungsmittel und der gelöste Schmutz einfach mit Wasser abgewaschen werden. Der Ersatz des ursprünglichen Reinigungsmittels durch den Rapsreiniger hat zu einer Abnahme der körperlichen Anstrengung und des mechanischen Aufwands

bei der Reinigung geführt, da der Reiniger außerordentlich wirksam ist und sogar angetrockneten Bitumen und Asphalt entfernt.

Kontaktadresse: Bus Danmark A/S
Klargoringscenter
Industrieparken 34-36
DK-2750 Ballerup
Tel.: 00 45-44-97 61 77
Fax: 0045-44-97 61 90

Aluminium Menziken Industrie AG

VOFA-Produkte können eingesetzt werden, um Ziehölle von Aluminiumteilen zu entfernen, wie der Fall Aluminium Menziken Industrie AG zeigt. Das Unternehmen verwendete vorher als Reiniger Perchlorethylen, das ersetzt werden mußte, um die gesetzlichen Vorschriften und ökologischen Anforderungen zu erfüllen.

Die Reinigung mit Perchlorethylen wurde in zwei Schritten durchgeführt - Tauchbäder mit anschließender Dampfentfettung. Die Reinigung mit VOFA-Produkten wurde folgendermaßen möglich: der ursprüngliche Perchlorethylen-Tauchbehälter enthält jetzt das VOFA-Produkt Symbio Clean K3, das bei einer Temperatur von 60°C verwendet wird. Der Behälter für die Dampfphase wurde jetzt als Wanne für die Nachtauchlösung zur Entfernung der VOFA-Rückstände eingesetzt /hierfür wird Symbio Clean NTL verwendet, das ebenfalls auf Fettsäureestern basiert, jedoch eine höhere Flüchtigkeit besitzt). Der gesamte Tauchvorgang dauert 10 Minuten. Als letzter Schritt wird Symbio Clean NTL in einem Umluftkondensationstrockner abgedunstet. Der Hauptvorteil der Reinigung mit Symbio-Produkten besteht darin, daß sich der Reinigerverbrauch um das 6 - 8fache reduziert hat.

Kontaktadresse: Alu Menziken Industrie AG
Werk Reinach
CH-5734 Reinach

Entfernung von Farben und Lacken

Die Entfernung von Farben und Lacken kann in einer Reihe von Arbeitsprozessen durchgeführt werden. Die vier Hauptgebiete sind: Reinigung von Anlagen für die Herstellung von Farben und Lacken, Reinigung von Auftragwerkzeugen, Reinigung von Oberflächen vor einer Beschichtung und Reinigung von beschichteten Oberflächen. Jeder dieser Vorgänge muß an die jeweiligen Anforderungen der in einem bestimmten Unternehmen eingesetzten Technik angepaßt werden.

Damit ein bestimmter Stoff entfernt werden kann, muß bei der Wahl des Reinigungsmittels die Löslichkeit oder Mischbarkeit mit der feuchten Farbe/Lack, der trockenen Beschichtung oder dem Schmutz berücksichtigt werden.

Gleichzeitig müssen unerwünschte Nebenwirkungen auf die Maschinenteile, d.h. Metall, beschichtetes Metall, Gummi- und Kunststoffteile, vermieden werden. Wichtig für die richtige Wahl ist eine chemische Charakterisierung von VOFA-Produkten in bezug auf ihr Reinigungspotential, das wiederum von ihrem Lösungsvermögen abhängt. Die Reinigungswirkung von VOFA-Produkten gegenüber Farben und Lacken ist bereits untersucht worden. Hierbei wurde getestet, wie gut sechs verschiedene VOFA-Arten Farbe/Lack von einer Glasoberfläche entfernen. Die sechs getesteten VOFAs waren: ein Oleat, zwei Laurate (aus Kokosölbasis), ein synthetischer Ester und zwei Rapsölester, wobei einer einen Emulgator enthielt und der andere eine Mikroemulsion war.

Feuchte und halbtrockene Farbe

Die Farbe wurde als feuchter Film von einer Dicke von 120µm auf eine Glasplatte aufgetragen. Das Reinigungsvermögen von VOFA-Produkten wurde getestet, indem VOFAs auf verschiedene Bereiche der mit Farbe bestrichenen Oberfläche aufgetragen wurden, und zwar nach einer Trockenzeit von 10 Minuten, 30 Minuten, einer Stunde, zwei Stunden, vier Stunden und nach 20 Stunden. Nach jeder Trockenzeit wurde geprüft, ob die Farbe durch VOFA-Produkte entfernt werden konnte oder nicht. In einem anderen Test wurden VOFAs 10 Minuten auf der mit Farbe bestrichenen Fläche gelassen. Danach wurde geprüft, ob sich durch mechanische Bearbeitung mit VOFAs die Farbe entfernen ließ.

Die Ergebnisse dieser Tests stehen in Tabelle 3. Die Resultate können mit Xylol für Chlorkautschuk und Polyester/Melamin und mit "white spirit" für Alkyd verglichen werden.

Druckfarbe

Vier Druckfarben wurden auf dieselbe Art wie die Farben getestet. Die Druckfarben waren ein PVC-haltiges Plastisol und zwei Nitrozellulose-Farben auf

Lösemittelbasis (wovon eine nur Nitrozellulose enthielt und das andere Nitrozellulose in Verbindung mit Polyamid, sowie eine UV-härtende Farbe, die Akrylpolymer enthielt. Die Nitrozellulosefarben konnten in keinem Fall gelöst werden. Der Grund hierfür ist, daß die Farbe sehr schnell trocknet, so daß es nach 10 Minuten nicht mehr möglich war, die Glasplatte zu reinigen. Diese Farben können nur in feuchtem Zustand entfernt werden. Die UV-härtende Farbe und das Plastisol konnten in allen Fällen entfernt werden. Ungehärtete Farben können durch Verdünnung oder mechanische Bearbeitung entfernt werden. Beispiele für solche Farben sind UV-härtende Systeme (Akrylartey, Plastisol (PVC + Weichmacher) und Offset-Farbe (Goldset, Bogenoffsetdruck, Heatset). Binder mit Kreuzbindungen von Molekülen können allerdings weder durch Lösung noch durch Verdünnung entfernt werden.

Ähnliche Zusammensetzungen lösen sich mit großer Wahrscheinlichkeit gegenseitig. Daher können sich VOFAs mit Offsetfarben auf Mineralöl- oder Pflanzenölbasis mischen, auch wenn sie die Polymere in der Farbe nicht auflösen können.

| Farbsystem | Beispiele für Reinigerarten | Reinigungsvermögen (Zeit nach dem Farbauftrag) | | | | |
|------------------------------------|--|---|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|---------------|
| | | 10 min | 30 min | 1 Std. | 4 Std. | 20 Std. |
| Alkyd, mittlere Kettenlänge | Rapsölmethylester, 2-Ethylhexyllaurat und synthetische Ester | Gut | | Gut, mit mechanischer Bearbeitung | | Keine Wirkung |
| Polyester/Melamin, nicht trocknend | Methyloleat, Kokosölester | Gut | Gut, mit mechanischer Bearbeitung | | | |
| Chlorkautschuk | Rapsölmethylester, Methyloleat, Kokosölester | Gut | Gut, mit mechanischer Bearbeitung | | | |

Tabelle 3: Beurteilung von VOFA-Produkten und ihr Reinigungsvermögen bei verschiedenen Farb- und Lacksystemen. Bei den Reinigerarten werden die VOFAs genannt, die die besten Ergebnisse brachten.

Schlußfolgerungen

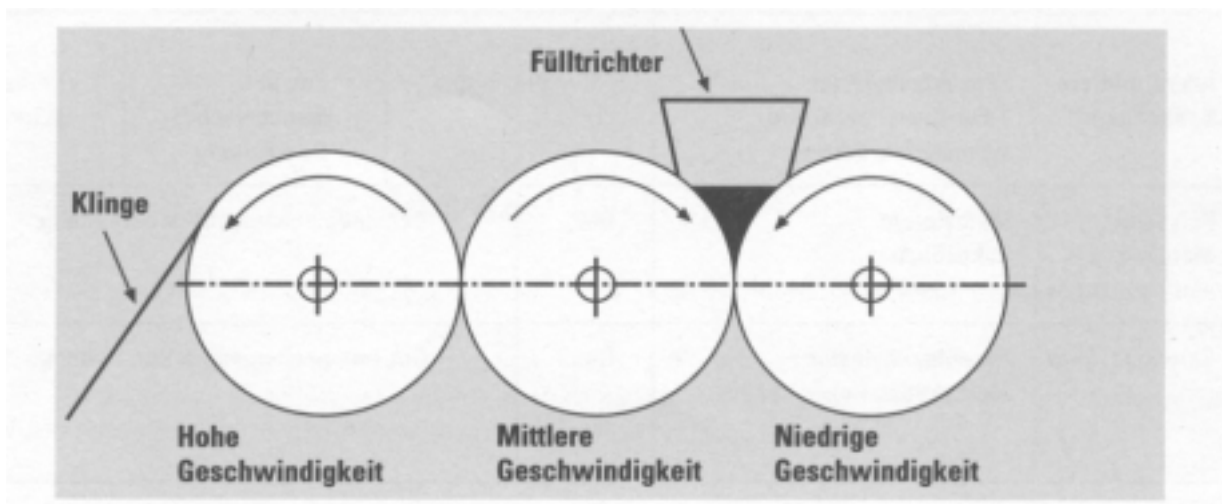
VOFA-Produkte sind wirkungsvolle Reiniger, wenn sie den Stoff, den sie entfernen sollen, lösen oder sich mit ihm vermischen können. Die grundlegende Schlußfolgerung ist, daß es möglich ist, einen feuchten Film zu verdünnen und in einigen Fällen einen halbtrockenen Film zu lösen, falls das Bindersystem der Farbe/Lack im VOFA löslich ist. Der VOFA-Einsatz kann wie folgt zusammengefaßt werden:

- VOFAs können als Reiniger bei der Farb- und Lackherstellung eingesetzt werden, falls das Produkt in VOFA löslich oder mit VOFA mischbar ist. Dies ist normalerweise nur dann der Fall, wenn die Reinigung manuell durchgeführt wird und die Anlage von VOFA nicht angegriffen wird.
- VOFAs können als Reinigungsmittel für Reinigungsgeräte wie Bürsten und Rollen für Alkyde, Polyester/Melamin und Chlorkautschuk eingesetzt werden.
- VOFAs können als Reiniger für ungehärtete Systeme eingesetzt werden, die durch Wärme, Oxidation oder UV-/EB-Licht gehärtet werden, da sie diese Systeme verdünnen.
- VOFAs können als Reiniger für beschichtete Oberflächen eingesetzt werden, falls das Rindersystem nicht durch das VOFA angegriffen wird.

Drei Beispiele

Reinigung von Drei-Rollen-Mühlen bei der Herstellung von Offsetfarben

Beim typischen Herstellungsprozeß von Offsetfarben wird als erstes eine Firnis vorbereitet, die Harz und Öl enthält. Ausgewählte Inhaltsstoffe werden miteinander vermischt und auf eine bestimmte Temperatur erhitzt, damit sich die Harzbestandteile auflösen. Temperatur und Dauer der Erwärmung beeinflussen die Verteilung des Molekulargewichts. Als nächstes wird das Pigment in der Firnis verteilt. Drei-Rollen-Mühlen werden bei der Herstellung von Druckfarbe eingesetzt. Firnis, Pigment und Zusätze werden in einem Behälter vermischt bzw. gerührt. Der Behälter wird auf die Drei-Rollen-Mühle gehoben, und die Paste wird zwischen die beiden hinteren Rollen gegossen.



- VOFAs können als Reiniger von Druckmaschinen eingesetzt werden, da VOFAs im allgemeinen mit dem Lösesystem der Druckfarbe mischbar sind. Dies konnte im Offsetdruck nachgewiesen werden. VOFAs mit Emulgator oder als Mikroemulsion eröffnen neue Bereiche für den Einsatz von VOFAs als Reiniger.

Optimierung/Anwendung

Die oben beschriebenen Richtlinien für den VOFA-Einsatz orientieren sich in hohem Maße an Aspekten der Löslichkeit. In den meisten Fällen ist das Rindersystem ausschlaggebend dafür, ob VOFAs eingesetzt werden können. Es muß jedoch auch die Mischbarkeit mit dem Lösesystem (wenn es kein 100%iges Rindersystem ist) berücksichtigt werden. Die obengenannten Informationen sollten daher als Ansatzpunkt angesehen werden, da eine Optimierung bei den meisten Systemen notwendig ist. Die Gebrauchsanleitungen sollten den spezifischen Anforderungen eines jeden Reinigungsvorganges angepaßt werden. In vielen Fällen wird es notwendig sein, das VOFA-Produkt im Hinblick auf Zusätze wie z.B. Emulgatoren und auf seine Wirksamkeit zu wählen, sowie den Reinigungsprozeß neu zu organisieren. In der Praxis ist es ratsam, mehr als ein VOFAProdukt mit dem Stoff, der entfernt werden soll, zu testen. Abschließend muß immer ein Verfahren für die Abfallbeseitigung gefunden werden.

Die Farbe wird mit einer Klinge von der vorderen Rolle abgenommen und wieder auf die hinteren Rollen gegeben. Jede Rolle dreht sich mit einer anderen Geschwindigkeit: die hintere ist die langsamste, die mittlere ist schneller und die vordere die schnellste. Wenn die Maschine gestartet wird, beginnt die Farbe durchzulaufen. Die Rollen werden allmählich immer enger zusammengezogen, bis der Mahlvorgang zufriedenstellend ist.

Die Pigmentpaste wird in der Drei-Rollen-Mühle so lange gemahlen, bis die Pigmentpartikel eine Mahlstärke von weniger als 5µm besitzen. Nach dem Mahlen der Pigmentpaste bzw. -farbe wird die Farbe zur abschließenden Mischung und Einstellung in einen Behälter gegossen. Die Mühle wird, falls erforderlich, gereinigt, z.B. beim Wechsel des Systems oder falls die Farbe bis zum nächsten Produktionsvorgang oxidieren kann.

Die Drei-Rollen-Mühle kann automatisch gereinigt werden, indem man sie mit einem geeigneten Lösemittel laufen läßt. Das üblicherweise verwendete Lösemittel war ein Erdöldestillat.

Der Ersatz für ein Erdöldestillat ist Firnis und ein Pflanzenöl oder -ester, was von der Farbzusammensetzung abhängt. Coates Lorilleux A/S in Dänemark verwendet eine Firnis zusammen mit Kokos- oder Sojaöl. Für eine Standard-Drei-Rollen-Mühle beträgt die benötigte Menge ca. 0,5 -1 kg. Die Firnis und das entsprechende ÖI werden zwischen die beiden hinteren Rollen gegossen, während die Maschine läuft, so daß der Reiniger nach vorne gerollt wird und vorn wieder herausläuft, wo er entfernt wird. Normalerweise ist es nicht notwendig, die Rückstände von den Rollen abzuwischen, da sie mit der Farbe verträglich sind. Coates Lorilleux A/S hat die Erfahrung gemacht, daß dieses Verfahren ebenso wirkungsvoll ist wie ein Erdöldestillat. Der Reiniger kann mehrmals verwendet werden, bevor er ersetzt werden muß.

Kontaktadresse: Coates Lorilleux A/S
Meterbuen 3-7
DK-2740 Skovlunde
Fax: 00 45 44-94 72 92

Reinigung von Drucksieben mit Plastisolfarbe beim Textildruck

Flachsiebdruck und Rotationssiebdruck sind beim Textildruck weit verbreitet. Der Druckvorgang besteht darin, eine viskose Druckmasse mit einer flexiblen synthetischen Gummiquetschwalze durch die Öffnungen des Siebs zu pressen. Der Gummischaber wird dabei ständig in einem konstanten Winkel und mit konstantem Druck über das Sieb gezogen. Die Druckpaste kann entweder wäßrig oder ein Plastisol sein, das aus PVC und einem Weichmacher besteht. Der bedruckte Stoff kann entweder Baumwolle oder ein synthetisches Material sein. Der Stoff wird mit Hilfe eines Klebers auf einer Platte befestigt. Flachsiebdruck mit Plastisolen ist für Stoffe geeignet, die bereits zugeschnitten und manchmal schon genäht sind. Die Plastisole werden bei einer Temperatur von 150-170°C in einem Ofen gehärtet.

Die Siebe werden gereinigt, wenn der Druckvorgang abgeschlossen ist. In diesem Beispiel werden nur Plastisole behandelt. Das ungehärtete Plastisol kann vom Drucksieb durch eine Vorreinigung mit einem Lösemittel, gefolgt von einer Endreinigung mit Wasser entfernt werden.

Bei Jydsk Stoftryk wird das Sieb in ein Bad mit einem pflanzlichen Reinigungsmittel auf Sojaölbasis (GrafoClean) getaucht. Das Plastisol wird manuell mit einer Bürste entfernt. Um die Rückstände des pflanzlichen Reinigers zu entfernen, wird das Sieb abschließend in einem anderen Bad mit Wasser und Seife gereinigt. Das Tauchbad mit Pflanzenöl bzw. -ester wird wiederverwendet, nachdem sich die Farbe gesetzt hat. Die Farbablagerung oder der Bodensatz können entfernt werden, indem z.B. nach einem Wochenende ein Einsatz vom Boden des Tauchbades hochgeholt wird. Dann kann das Tauchbad mehrmals wiederverwendet werden.

Warnung! Es ist nicht ratsam, das Drucksieb direkt mit Wasser bei hohem Druck zu reinigen, nachdem das VOFAProdukt auf die Farbe aufgetragen wurde. Wenn dieses Abwasser in die Kanalisation gerät, ist die Farbe in hohem Maße umweltschädlich. Daher sollte immer eine Vorreinigung vorgenommen werden, bei der die Farbe gesammelt und wie Chemieabfall behandelt wird.

Kontaktadresse: Jydsk Stoftryk Aps
Klosterport 4a
DK-8000 Aarhus C.
Fax: 00 45 86-19 17 29

Reinigung von Pinseln, die mit Alkydfarbe verunreinigt sind

Holz- und Metallfarben enthalten *oft* ein Alkyd. Das Alkyd kann mit "white spirit" oder dearomatisiertem Kohlenwasserstoff verdünnt werden. Die Farbaufbringung geschieht durch Vorrichtungen wie Pinsel und Rollen oder durch Aufsprühen. In vielen Fällen werden die Werkzeuge so selten wie möglich gereinigt, z.B. erst dann, wenn der Vorgang für diesen Tag beendet ist. Die normale Reinigung eines Pinsels läuft wie folgt ab:

- Eintauchen des Pinsels in "white spirit"
- Entfernen der gelösten Farbe mit einem Tuch oder Papier so gründlich wie möglich
- dieser Vorgang wird wiederholt, bis der Pinsel sauber erscheint

- Auswaschen des Pinsels mit Seife mit einem hohen pH-Wert
- Ausspülen in Wasser

Der "white spirit" kann bei genau demselben Reinigungsvorgang durch Pflanzenester ersetzt werden. Das Reinigungsergebnis wird ähnlich sein. Die Vorteile bei der Verwendung von Pflanzenester sind:

- geringere Menge an Reinigungsmittel
 - geringerer Abfall
 - keine Emission von flüchtigen organischen Lösemitteln.
- Ein wäßriges Alkyd müßte entweder mit einer Mikroemulsion mit Pflanzenölestern oder Wasser und Seife abgewaschen werden.

Recycling

Technisch gesehen ist das VOFA-Recycling bereits möglich. Im Prinzip gibt es zwei verschiedene Recyclingsysteme für Reiniger mit hohem Siedepunkt wie Fettsäureester: die Vakuumdestillation und die Ultrafiltration.

Die Destillation wird *oft* bei konventionellen organischen Lösemitteln eingesetzt, weist jedoch bei Reinigern mit hohem Siedepunkt technische Schwierigkeiten auf. Die Destillation verbraucht sehr viel Energie, und die ungesättigten Fettsäuren sind gegenüber den bei diesem Vorgang erforderlichen Temperaturen nicht stabil genug.

Die Vakuumdestillation kann jedoch bei gesättigten Fettsäuren eingesetzt werden. Die erforderliche Energiemenge und die hohen Kosten sind noch ein Hindernis. Außerdem besteht die Möglichkeit, daß die chemische Struktur des Reinigers durch die Temperatur angegriffen wird. Darüberhinaus könnte es bei der Destillation Probleme geben, wenn der Reiniger (Fettsäureester) und die Verunreinigung (z.B. Mineralöl) ganz ähnliche Siedepunkte besitzen. Im Prinzip kann die Vakuumdestillation jedoch beim Recycling von Fettsäureestern eingesetzt werden, z.B. beim Offsetdruck, wo Fettsäureester mit Farbe, Wasser und Papierstaub verunreinigt werden.

Eine andere Recyclingmethode ist die Filtrierung, d.h. die mechanische Trennung. Für die Ultrafiltrierung werden Membranen mit einer Porengröße zwischen 0,1 µm und 0,001 µm verwendet. Die Porengröße hängt von der gewünschten Trennwirkung ab. Zusammen mit der "Querstrom"-Filtration haben sich diese Systeme beim Recycling von Reinigern mit hohem Siedepunkt wie Fettsäureester bewährt. Die "Querstrom"-Filtration ist ein dynamischer Prozeß, bei dem ein sehr starker Strahl parallel zur Oberfläche des Filters fließt, wodurch der Aufbau eines Filterkuchens verhindert wird. Nach dem Recyclingprozeß muß der hochkonzentrierte Schmutz entsorgt werden. Eine geringe Menge an neuem Reiniger muß hinzugefügt werden, um den

Verlust durch die Entsorgung auszugleichen. Der Vollständigkeit halber sollte der recycelte Reiniger auf mögliche Veränderungen der chemischen Struktur untersucht werden.

Diese Filtrierung ist im allgemeinen sehr brauchbar bei der Trennung von Mischungen, die unterschiedlich große Moleküle enthalten, wie ÖI, Wasser oder Metallpartikel. Bei der Beurteilung der Wirksamkeit der Filtration als Recyclingvorgang sollte immer sowohl der Reiniger (incl. Zusätze) als auch die Verunreinigung berücksichtigt werden. Besonders in der Metallindustrie treten verschiedene Arten von Verunreinigungen auf, und jedes Recyclingsystem, das getestet wird, muß den spezifischen Bedürfnissen des Unternehmens angepaßt werden. VOFA-Produkte, die ungesättigte Fettsäuren enthalten, wie z.B. Produkte auf Rapsölbasis, können aufgrund der Doppelbindungen in den Fettsäureestern oxidieren. Je mehr Doppelbindungen das Produkt enthält, um so höher ist die Jodzahl und um größer sein Oxidationsvermögen. Dies sollte sowohl bei der Lagerhaltung als auch beim Umgang mit VOFA-Produkten berücksichtigt werden.

Wenn ein Produkt sehr leicht oxidiert, kann die Selbstentzündung ein Problem sein, wenn z.B. ein Tuch, das mit dem Produkt getränkt ist, an der offenen Luft liegengelassen wird, oder wenn das Produkt auf Isoliermaterial einer Anlage, die mit hohen Temperaturen arbeitet, verschüttet wird. Eine Jodzahl unter 100 bedeutet, daß das Risiko der Selbstentzündung weitgehend reduziert ist. Um eine Selbstentzündung zu verhindern, sollten Putzlappen oder ähnliche Materialien mit Resten in einem geschlossenen Behälter aufbewahrt werden.

Kosten und Kosten-Nutzen-Bewertung

Reiniger auf der Basis von Fettsäureestern sind gewöhnlich pro Liter teurer als organische Lösemittel. Der Preis von VOFA-Produkten liegt zwischen 5 und 8 DM pro Liter (bei Großmengen können die Preise günstiger sein). In Zukunft werden eine höhere Nachfrage und ein stärkerer Wettbewerb unter den Anbietern die Preise zugunsten des Verbrauchers beeinflussen.

In der Praxis kann der Nachteil höherer Preise durch eine Reihe von positiven Folgen mehr als ausgeglichen werden. Erste Tests und Erfahrungen von VOFA-Produkten in Unternehmen zeigten, daß unter Berücksichtigung aller Kostenaspekte der Ersatz von Lösemitteln durch Fettsäureester sogar Kosten einsparen kann.

Kostenvorteile durch erfolgreiche Umstellung auf VOFA-Produkte:

- Vermeidung von Lösemittlemissionen am Arbeitsplatz.
- Reduzierung der Umweltverschmutzung
- Kostensenkung für technische Anlagen zur Emissionsverminderung und Emissionsmessungen.
- Kostensenkung für Schutzkleidung und medizinische Betreuung der Beschäftigten.
- In der Regel sind keine Maßnahmen zur Vermeidung der Explosionsgefahr erforderlich.
- Aufwendungen für Feuerschutzmaßnahmen und Lagerhaltungskosten können verringert werden.
- Da es bei diesen Reinigern keinen Verlust durch Verdunstung gibt, kann der Verbrauch erheblich gesenkt werden.
- Da die VOFA's nicht verdunsten und gute Eigenschaften als Schmutzträger besitzen, erhöht sich die Standzeit der Reinigungsbäder.

Zunächst müssen die Unternehmen Zeit und Geld investieren, um VOFA-Produkte für ihre spezifischen Reinigungszwecke zu testen. Die Reinigungsanlagen und vorgänge müssen möglicherweise verändert werden, die Beschäftigten benötigen neue Arbeitsanweisungen. Solche Phasen gibt es jedoch in jedem Substitutionsprozeß, und auf lange Sicht werden die Unternehmen trotz der höheren Preise von VOFA-Produkten ökonomische Vorteile erzielen. Außerdem ist ein Produktionsprozeß, der sicherer und umweltverträglicher ist, für sich selbst wertvoll und kann für Marketingaktivitäten genutzt werden.

Übersicht.- VOFAs als Reinigungsmittel

Die folgende Übersicht ist von Besma International Chem A/S, die uns freundlicherweise ihre Erfahrungen mit der Verwendung von VOFAs in verschiedenen industriellen Vorgängen mitgeteilt haben. Unsere eigenen Erfahrungen haben wir ebenfalls hinzugefügt. Diese Übersicht ist natürlich nicht vollständig, gibt jedoch eine rasche Information über die Gebiete, in denen VOFA-Produkte eingesetzt werden können.

In allen Fällen können VOFAs mit Emulgator mit Hilfe von Wasser entfernt werden. VOFAs ohne Emulgator können mit einer dünnen Mikroemulsionslösung (VOFA) oder durch manuelle Reinigung mit einem Tuch entfernt werden.

Soll ein Produkt durch ein anderes ersetzt werden, ist es immer wichtig zu beachten, ob der Reinigungsprozeß an VOFA-Produkte angepaßt werden kann. Bereiche, in denen VOFAs am nützlichsten sind, ist die manuelle Reinigung oder das Tauchbad. Es hat jedoch auch in anderen Fällen, in denen standardisierte Reinigungsanlagen verwendet wurden, z.B. bei Bus Danmark A/S, gute Resultate gegeben.

Das Abwasser sollte immer entsprechend den jeweiligen gesetzlichen Vorschriften gesammelt und entsorgt werden. Mit Hilfe von Polyesterflocken können sich die Abfallprodukte absetzen, und der Reiniger kann bis zu seiner Sättigung wiederverwendet werden. In einigen Fällen ist bei der Abwasserentsorgung eine Öltrennung vorgeschrieben. Die Entsorgung von Chemieabfällen sollte immer gemäß den gesetzlichen Vorschriften vorgenommen werden.

| Gefährlicher Stoff | Ersatz | Aufgabenbereich |
|---|------------------------------------|--|
| Farben- und Lackindustrie | | |
| "White spirit" Verdünner Aromatische Kohlenwasserstoffe Aceton Methylethylketon Ammoniaklösung | Mikroemulsion (VOFA), verdünnt | Reinigung vor Farbauftrag. |
| | Microemulsion (VOFA), konzentriert | Pinselfreinigung. In eine geringe Menge Mikroemulsion tauchen und mit so wenig Wasser wie möglich auswaschen. |
| | VOFA mit Emulgator | Pinselfreinigung. In eine geringe Menge VOFA tauchen. Mit einem Tuch die Rückstände entfernen. Mit so wenig Wasser (und Seife) wie möglich auswaschen. |
| Polyesterindustrie | | |
| Aceton Methylethylketon Cyclohexanon | VOFA mit oder ohne Emulgator | Entfernung von feuchtem oder trockenem Polyester von Pinseln, wenn wässrige Reiniger vermieden werden sollen. |
| | Microemulsion (VOFA) | Entfernung geringer Mengen von feuchtem Polyester. Reinigung von wasserverträglichen Oberflächen. |
| Graffiti-entfernung | | |
| Methylenchlorid Aromatische Kohlenwasserstoffe | VOFA mit oder ohne Emulgator | Graffiti-entfernung. „Zeichentusche" und Farbe. |
| Graphische Industrie (incl. Druckfarbenherstellung) | | |
| Spezialbenzin Testbenzin Mineralölprodukte | VOFA mit Emulgator | Offsetfarbe auf Farbwalzen, Gummitüchern, Farbkasten, Druckplatten, Gegendruckzylindern. |
| | Microemulsion (VOFA) | Endreinigung von Rollen |
| | VOFA mit Emulgator | Entfernung von Farbe, z.B. Offset und Plastisol. |
| Metallindustrie | | |
| „White Spirit" Trichlorethylen 1,1,1-Trichlorethan Perchlorethylen Cyclohexanon Maschinenreiniger Mineralölprodukte | VOFA mit oder ohne Emulgator | Entfettung und Entfernung von Farbbreständen und Rückständen von Kleber, ÖI, Fett und Schmutz. |
| | Mikroemulsion (VOFA) | Entfettung und Entfernung von Farbbreständen und Rückständen von Kleber, ÖI, Fett und Schmutz. |
| Autoindustrie | | |
| Maschinenreiniger Verdünner „White spirit" Glykolether | VOFA mit Emulgator | Entfettung und Reinigung von Farbbreständen, Antikorrosionsmitteln, Kleber etc. |
| | Mikroemulsion (VOFA) | Autoreinigung. Reinigung und Entfernung von ÖI, Fett und Wachs. Reiniger für Bremsen und Motor. |
| Asphaltindustrie | | |
| „White spirit" Aromatische Kohlenwasserstoffe Erdölprodukte | VOFA mit Emulgator | Lösung und Entfernung von Bitumen, Teer und Asphalt. |
| | Mikroemulsion (VOFA) | Geringe Mengen von Bitumen. Reinigung von Werkzeugtischen und Anlagen. Fahrzeugreinigung. |

AIR - Programm. und VOFAPro

VOFAPro (Vegetable Oils and their Fatty Acid Esters as Substitutes for Organic Solvents in Industrial Processes) ist eine Zusammenarbeit, an der verschiedene Institutionen aus vier Mitgliedsländern der Europäischen Union beteiligt sind. Der Schwerpunkt liegt auf der Beschreibung der technischen Eignung und des Reinigungsvermögens von Fettsäureestern, besonders im Hinblick auf die Reinigung von Metalloberflächen und das Entfernen von Farben. Darüber hinaus wurden eine Lebenszyklusanalyse erstellt und Untersuchungen über die biologische Abbaubarkeit, technische Erfahrungen über die Reinigung von Oberflächen und die Verfügbarkeit von Pflanzenölen durchgeführt.

VOFAPro wurde 1995 als Forschungsprojekt eingerichtet und hauptsächlich durch das Agro-Industrial Research Programme (AIR: Landwirtschaftlich-Industrielles Forschungsprogramm) finanziert. Dieses Programm der Europäischen Kommission wird gemeinsam von der Generaldirektion XII (Wissenschaft, Forschung und Entwicklung) und von der Generaldirektion VI (Landwirtschaft und Landwirtschaftliche Entwicklung) durchgeführt.

VOFAPro ist eine Initiative der Kooperationsstelle Hamburg und wird in vier Mitgliedsländern der Europäischen Union durchgeführt. Die Kooperationsstelle Hamburg koordiniert das Projekt und hat die rechtliche Verantwortung gegenüber der Kommission der Europäischen Union.

Impressum:

September 1997
Herausgeber:
Kooperationsstelle Hamburg
Besenbinderhof 60
D-20097 Hamburg
Tel.: 00 49-40-2858-640
Fax: 00 49-40-2858-641

Contributions written by the VOFAPro Partners.

Layout/Grafik:
Frauke Jacob

Gedruckt bei P+N, Hamburg unter Verwendung von Druckfarben und Reinigungsmitteln auf Basis pflanzlicher Öle.

Weitere Informationsschriften des Projektes VOFAPro können bei der Kooperationsstelle bestellt werden:

BERTZ, K., 1997, Vegetable Oil Based Fatty Acid Ester Production : A Study in the Frame of the EU AIRProject VOFAPro, Kooperationsstelle Hamburg.

• KOOPERATIONSTELLE HAMBURG, 1996,
Pflanzenölester als Alternative zu organischen Lösemitteln : Auswertung einer Betriebsumfrage zur Maschinen- und Tellereinigung.

TERWOERT, J. et al., 1996, LCA of cleaning products in the metal industry, Amsterdam, Chemiewinkel University of Amsterdam.

Projektpartner

DÄNEMARK

Danmarks Tekniske Universitet / ITS,
Institut for Teknologi og Samfund
Bygning 322
DK-2800 Lyngby
Tel.: 00 45-4525 6029
Fax: 00 45-4593 6620
E-mail: tj@its.dtu.dk
Institut für Technologie und Gesellschaft/
Die Technische Universität Dänemarks

EnPro ApS
Lerso Parkallé 42
DK-2100 Copenhagen
Tel.: 00 45-3927 2878
Fax: 00 45-3118 3690
ENPRO (Environment & Progress) ist ein privates Forschungs- und
Entwicklungslabor für Farbe, Anstriche und verwandte Materialien.

DEUTSCHLAND

Kooperationsstelle Hamburg VOFAPro

Besenbinderhof 60
D-20097 Hamburg
Tel.: 00 49-40-2858-639
Fax: 00 49-40-2858-641
E-mail:
koophh@rrz.uni-hamburg.de
Internet:
[http://www.uni-hamburg.de/
kooperationsstelle-hh](http://www.uni-hamburg.de/kooperationsstelle-hh)

Die Kooperationsstelle ist eine Einrichtung der Behörde für
Wissenschaft und Forschung Hamburg mit der Aufgabe, die
Zusammenarbeit von Hochschulen und Arbeitswelt in Forschung,
Lehre, Studium und Weiterbildung zu fördern.

IRLAND

Materials Ireland / Forbairt (Coatings Research Unit) Glasnevin
IR-Dublin 9 Tel.: 00 353-1-8082483 Fax: 00 353-1-8374499 E-mail:
mcstravicki@mat.irl.ie Das Forbairt-Institut bietet der irischen
Industrie staatlich unterstützte Dienstleistungen in den Gebieten
Management, Produktentwicklung, Finanzierung und ein breites
Angebot an technologischer Beratung.

NIEDERLANDE

Chemiewinkel / Faculty of Chemistry / Universiteit van
Amsterdam
Nieuwe Achtergracht 166
P.O. Box 20242
NL-1000 HE Amsterdam
Tel.: 00 31-20 525 5607
Fax: 00 31-20 525 5615
E-mail: Chemiewinkel@chem.uva.nl
Internet: <http://www.chem.uva.nl/cw>
Chemiewinkel ist ein Forschungs- und Beratungszentrum für die
Bereiche Chemie, Arbeitsschutz und Umwelt.
Department of Environmental and Toxicological Chemistry /
Universiteit van Amsterdam
Nieuwe Achtergracht 166
NL-1018 WV Amsterdam
Tel.: 00 31-20 525 6580
Fax: 00 31-20 525 6504
E-mail: john@mtc.chem.uva.nl
Abteilung des Amsterdamer Forschungsinstituts zur
Untersuchung chemischer Stoffe in Ökosystemen.

Unterstützung in Form von Esterproben / Informationen durch:

Aarhus Oliefabrik A/S
MP Bruuns Gade 27
DK-8100 Aarhus C
Tel.: 00 45-87-30 60 00
Esti Chem A/S
Sandre Molevej 14-16
DK-4600 Koge
Tel.: 00 45-53-653 372
Haltermann GmbH
Ferdinandstraße 55-57
D-20095 Hamburg
Tel.: 00 49-40-333 180

Unichema International
P.O. Box 2
NL-2800 AA Gouda
Tel.: 00 31-182-542 763
Färber & Schmid AG
Schulhausstrasse 22
CH-8955 Oetwil a.d.L.
Tel.: 00 41-1-747 04 02
SGC-Gruppen
Vesterbrogade 8
DK-7100 Vejle
Tel.: 00 45-70-20 14 49

Henkel KGaA
Henkelstraße 67
D-40191 Düsseldorf
Tel.: 00 49-211-7970

Swedish Farmers Supply & Crop Marketing Association
St. Göransgatan 160A / Box 30192
S-10425 Stockholm
Tel.: 00 46-8-657 4337

FINA Oho Chemicals/ Research and Development
Zone Industrielle C
B-7181 Senefte (Feluyl)
Tel.: 00 32-64-514 111

Basma International Chem A/S
Postbox 145
Friis Hansens Vej 6
DK-7100 Vejle