

Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)
LASI-Veröffentlichungen (LV)

LV-Nr.	Titel	Herausgabe	
1	Leitlinien des Arbeitsschutzes in Wertstoffsortieranlagen (ersetzt durch LV 15)	Juli 1995	
2.1	Richtlinien für die Akkreditierung von Messstellen zum Vollzug des Gefahrstoffrechts gemäß § 18 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung (ersetzt LV 2 vom April 1995)	Okt. 1999	
3	Musterleitfaden zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung und der TRGS 553 „Holzstaub“ zum Schutz vor den Gefahren durch Holzstaub	Febr. 1996	
4	Qualitätssicherungs-Handbuch (QSH)	März 1996	
5	Arbeitsschutzmaßnahmen bei Ozonbelastung am Arbeitsplatz	Juli 1996	
6	Leitfaden für den sicheren Umgang mit Mikroorganismen der Risikogruppe 3** (ersetzt durch TRBA 105, März 1998)	Aug. 1996	
7	Leitfaden zur Ermittlung und Beurteilung der Konzentration von Bakterien und Pilzen in der Luft in Arbeitsbereichen (ersetzt durch TRBA 405, Mai 2001)	Sept. 1996	
8	Mehlstaub in Backbetrieben Handlungsanleitung der Länderarbeitsschutzbehörden und der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten	Nov. 1996	
9	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten – (Erstauflage Dez. 1996) Neuaufgabe	April 2001	*
10	Umsetzung der Gleichwertigkeitsklausel bei überwachungsbedürftigen Anlagen	Febr. 1997	
11	Schutz schwangerer Frauen vor Benzolexposition in Verkaufsräumen von Tankstellen und anderen Arbeitsplätzen	Juli 1997	
12	Leitfaden „Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen in der Reinigungstechnik im Offsetdruck“	Juli 1997	
13	Leitlinien für den Arbeitsschutz in biologischen Abfallbehandlungsanlagen (wird derzeit überarbeitet, in Teilen inhaltsgleich mit TRBA 211, Mai 2001)	Okt. 1997	
14	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei der Bildschirmarbeit	Okt. 1997	
15	Leitlinien des Arbeitsschutzes in Abfallbehandlungsanlagen (wird derzeit überarbeitet, in Teilen inhaltsgleich mit TRBA 210, Juni 1999)	Nov. 1998	
16	Kenngrößen zur Beurteilung raumklimatischer Grundparameter	Mai 1999	
17	Leitfaden „Künstliche Mineralfasern“ - Handlungsanleitung für die Beurteilung von und den Umgang mit Mineralfaserprodukten	Mai 1999	
18	Leitfaden „Schutz vor Latexallergien“	Mai 1999	
19	Beschichten von Industriefußböden und anderen großen Flächen in Innenräumen mit Methylmethacrylat (MMA)-Harzen (LASI-ALMA-Empfehlungen, als VSK anerkannt nach TRGS 420)	Okt. 1999	
20	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen an Kassenarbeitsplätzen	Nov. 1999	*
21	Spezifikation zur freiwilligen Einführung, Anwendung und Weiterentwicklung von Arbeitsschutzmanagementsystemen (AMS) – (Erstauflage April 2000) Neuaufgabe	März 2001	
22	Arbeitsschutzmanagementsysteme – Handlungshilfe zur freiwilligen Anwendung von Arbeitsschutzmanagementsystemen (AMS) für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)	Sept. 2001	
23	Handlungshilfe zur Umsetzung der Biostoffverordnung	Aug. 2001	*
24	Umgang mit Lösemitteln im Siebdruck (LASI-ALMA-Empfehlungen)	Sept. 2001	*
25	Ersatzstoffe in der Metallreinigung	Sept. 2001	*

* Im Internet abzurufen unter: <http://lasi.osha.de/publications>

Impressum

LASI-Veröffentlichung LV 25

Leitfaden "Ersatzstoffe in der Metallreinigung"

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Den an der Erarbeitung des Leitfadens beteiligten Institutionen ist der Nachdruck erlaubt.

Herausgeber: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)

LASI-Vorsitzender: Ministerialrat Gerd Rink
Ministerium für Frauen, Arbeit,
Gesundheit und Soziales
Franz-Josef-Röder-Straße 2
366119 Saarbrücken

Verantwortlich: MinDirig. Gerd Albracht
Vorsitzender des LASI-Unterausschusses 2
"Gefahrstoffe"
Hessisches Sozialministerium
Dostojewskistraße 4
65187 Wiesbaden

Redaktion: Arbeitsgruppe "Ersatzstoffe in der Metallreinigung" des LASI-UA2

Vorsitz: Dr. Bettina Schröder
Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales
Amt für Arbeitsschutz
Adolph-Schönfelder-Straße 5
22083 Hamburg

Dieter Deitenbeck, Norbert Sauer,
Michael Thun-Störmann
Amt für Arbeitsschutz, Hamburg (Anschrift s.o.)

Mario Dobernowsky,
Dr. Heike Gertel-Kloos,
Annette Wagner
Kooperationsstelle Hamburg*
Besenbinderhof 60
20097 Hamburg

Dr. Sigurd Hohmann
Norddeutsche Metall BG
Seligmannallee 4
30173 Hannover

Michael Kressenbuch
Landesamt für Gesundheit und Arbeitssicherheit
Adolf-Westphal-Straße 4
24143 Kiel

Peter Kühl
Landesamt für Gesundheit und Arbeitssicherheit
Außenstelle Itzehoe
Oelixdorfer Straße 2
25524 Itzehoe

Michael Stoeckel
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Lüneburg
Adolph-Kolping-Straße 14
21337 Lüneburg

* Die Mitarbeit der Kooperationsstelle wurde durch finanzielle Unterstützung der Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften (VMBG) ermöglicht.

Jürgen Wehde

Zentralstelle für Arbeitsschutz
Ludwig-Mond-Straße 33
34121 Kassel

Dr. Harald Winkelmann

Sozialministerium Mecklenburg-Vorpommern
Werderstraße 124
19055 Schwerin

Bildnachweis (Titel)

Kooperationsstelle Hamburg, Besenbinderhof 60, 20097 Hamburg
(aufgenommen im Werk Hamburg der DaimlerChrysler AG)

Herausgabedatum : 14. September 2001

ISBN 3-89277-231-2


Vorwort

Mit der Veröffentlichung des Leitfadens „Ersatzstoffe in der Metallreinigung“ - LV 25 - wird der Weg des LASI konsequent weiterbeschritten, konkrete Informationen mittels einer Handlungshilfe herauszugeben, die nicht nur die Aufsichtsbehörden in den Stand versetzt, zu prüfen, ob dem Ersatzstoffgebot der Gefahrstoffverordnung nachgekommen wird, sondern auch dem Arbeitgeber hilft, seinen rechtlichen Verpflichtungen zum Ersatz gefährlicher Reinigungsmittel durch ungefährlichere Produkte nachzukommen.

Schon mit der Herausgabe des Leitfadens „Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen in der Reinigungstechnik im Offsetdruck“ – LV 12 – im Juli 1997 wurde diese Thematik vorgestellt. Die Vorgaben dieses Leitfadens konnten bisher erfolgreich umgesetzt werden.

Mit dieser LASI-Veröffentlichung soll dieser Weg weiterverfolgt werden. Es ist der Wunsch des LASI, dass im Interesse des Gesundheitsschutzes, aber auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen, dem Anliegen auch dieses Leitfadens auf breiter Linie Erfolg beschieden wird.

Die LASI - Veröffentlichung greift die in mehreren EU-Projekten gewonnenen Erkenntnisse über den möglichen Einsatz von Pflanzenölestern in der Metallreinigung auf und konkretisiert die Ersatzstoffforderung der Gefahrstoffverordnung für diesen Tätigkeitsbereich. Die LV 25 bezieht sich auf den Einsatz von Reinigungsmitteln auf der Basis von Pflanzenölestern und hochsiedenden Kohlenwasserstoffen und beschreibt Verwendungsbeschränkungen für konventionelle, leicht flüchtige organische Lösemittel. Der Einsatz dieser Ersatzstoffe bedingt, dass das gesundheitliche Risiko von Arbeitnehmern deutlich verringert wird. Die LV 25 lehnt sich dabei eng an die Empfehlungen der Brancheninitiative zur Reduzierung von Lösemittel-emissionen bei der Metallreinigung an. Darüber hinaus stellt die LASI - Veröffentlichung im Anhang Arbeitshilfen (Erfassungsbogen, Bewertung der Priorität und der Einsetzbarkeit) zur Verfügung, die einen praxisingerechten Einsatz vor Ort erleichtern sollen. Um einen möglichst einfachen Zugriff auf die Inhalte dieser Handlungsanleitung zu gewährleisten, wird die LV 25 auch ins Internet eingestellt (<http://lasi.osha.de/publications>).



Wiesbaden, September 2001

Gerd Albracht

LV 25

Ersatzstoffe in der Metallreinigung

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	7
1.1	AUSGANGSSITUATION	7
1.2	ZIELSETZUNG UND ADRESSATEN DES LEITFADENS	7
2	ERSATZSTOFFGEBOT	8
3	REINIGUNGSVERFAHREN	9
4	REINIGUNGSMITTEL	9
4.1	REINIGUNGSMEDIEN IN DER METALLREINIGUNG.....	9
4.2	BRAND- UND EXPLOSIONSGEFAHREN; SELBSTENTZÜNDUNG.....	10
4.3	GESUNDHEITSGEFAHREN	11
4.4	UMWELTGEFAHREN	12
5	BRANCHENINITIATIVE	13
6	ERSATZSTOFFAUSWAHL	14
6.1	INFORMATIONSBESCHAFFUNG	14
6.2	BEWERTUNG MÖGLICHER ERSATZSTOFFE.....	14
7	VORGEHENSWEISE DER AUFSICHTSBEHÖRDEN	17
8	QUELLEN	19
	ANHANG	21
	ANWENDUNGSBEISPIELE	21
	REINIGUNG IM RAHMEN DER INSTANDHALTUNG	21
	ENTFERNEN VON KORROSIONSSCHUTZBESCHICHTUNGEN	21
	WEITERE KONKRETE REINIGUNGSAUFGABEN	22
	ERFASSUNGSBOGEN	24
	ZUMUTBARKEITSPRÜFUNG	26
	DIE HÄUFIGSTEN FRAGEN	27
	ANSCHRIFTEN FÜR WEITERE INFORMATIONEN	28

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Rund 38.000 Tonnen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC¹) wurden 1998 in Deutschland bei der Metallentfettung in die Luft abgegeben. Damit ist dieser Sektor in relevantem Ausmaß an der Gesamtemission von fast 980.000 Tonnen beteiligt [1]. Dies liegt in hohem Maße daran, dass bei der Entwicklung und Auswahl „klassischer“ Lösemittel für diesen Zweck folgende Aspekte im Vordergrund standen:

- gutes Reinigungsvermögen,
- geringer Preis,
- rasche Trocknung der gereinigten Werkstücke.

Die Dämpfe dieser Lösemittel gefährden die Gesundheit der Arbeitnehmer, belasten die Umwelt und bergen nicht unerhebliche Brand- und Explosionsgefahren.

Seit Ende der achtziger Jahre gibt es verstärkt Bemühungen, weniger gefährliche Ersatzstoffe für Reinigungsarbeiten einzusetzen. Die Forderungen

- möglichst geringe Toxizität,
- geringe Explosionsgefahr und
- geringe Umweltbelastung

gewannen für die Entwicklung von Reinigungsmitteln an Bedeutung. Beginnend in der Druckindustrie ging es zunächst um den Ersatz von n-Hexan, chlorierten und aromatischen Kohlenwasserstoffen und die Vermeidung von Terpentinöl, später um den Ersatz niedrig siedender Lösemittel auf Kohlenwasserstoffbasis. Wichtiger Schritt in dieser Entwicklung war der Einsatz von Reinigern auf Pflanzenölbasis, die in mehreren EU-Projekten getestet, weiterentwickelt und einer breiteren Anwendung zugeführt werden konnten^{2, 3}, seit 1997 auch ganz konkret in verschiedenen Bereichen der Metallindustrie⁴.

Verbindliche Vorgaben der EG zum Umweltschutz unterstützen heute die Bemühungen um einen besseren Arbeitsschutz [2]. Der Ersatz leicht verdunstender organischer Lösemittel, sei es durch wässrige Systeme oder durch sogenannte Hochsieder, wird durch verbindliche Zeitpläne für die Emissionsminderung forciert.

Im Juli 2000 vereinbarten die Sozialpartner in Norddeutschland eine regionale „Brancheninitiative für Metall be- und verarbeitende Betriebe zum Arbeits- und Umweltschutz – Reduzierung von Lösemittlemissionen bei der Metallreinigung“ [3]. Während die Brancheninitiative zunächst auf den Einsatz alternativer Reinigungsmittel im Organisationsbereich der beteiligten Verbände abzielt, besteht aber auch dringender Handlungsbedarf in anderen Bereichen der Metallreinigung und -entfettung. Nahezu jeder Industriebetrieb hat eine kleine Schlosserei oder Instandhaltungsabteilung, die mit Reinigungsaufgaben betraut ist. Gerade hier, in den „unsichtbaren“ Bereichen der Betriebe werden Lösemittel unterschiedlichster Art eingesetzt. Die Erfahrungen aus über 100 Betrieben des LIFE-Projekts zeigten, dass häufig Unwissenheit und Unkenntnis über das eingesetzte Reinigungsmittel herrscht. Bei der Verbesserung dieser Situation kommt den staatlichen Aufsichtsbehörden eine wichtige Rolle zu.

1.2 Zielsetzung und Adressaten des Leitfadens

Dieser Leitfaden konkretisiert das Ersatzstoffgebot der Gefahrstoffverordnung für ausgewählte Reinigungsarbeiten an Metallteilen. Er bezieht sich auf den Einsatz von Reinigungsmitteln auf Basis von Pflanzenölestern und hochsiedenden Kohlenwasserstoffen und beschreibt Verwendungsbeschränkungen für konventionelle, leicht flüchtige organische

¹ **VOC: Volatile Organic Compound**

² SUBSPRINT (Substitution of organic solvents in the printing industry), Technologie-Transfer-Projekt im Rahmen des EU-SPRINT-Programms, 1992-1996, Durchführung und Koordination: Kooperationsstelle Hamburg

³ VOFAPro (Vegetable Oils and their Fatty Acid Esters as Substitutes for Organic Solvents in Industrial Processes), Forschungsprojekt im Rahmen des EU-Agro-Industrial-Research (AIR)-Programms, 1995-1997, Koordination: Kooperationsstelle Hamburg

⁴ LIFE-Projekt „Metallreinigung mit Fettsäureestern zur Reduzierung von VOC-Emissionen“ im Rahmen des EU-Förderprogramms „LIFE“, 1997-2000, Koordination: Kooperationsstelle Hamburg

Lösemittel. Es ist geprüft worden, dass die in diesem Leitfaden dargestellten Maßnahmen vom Grundsatz her technisch geeignet sind. Sie stehen im Einklang mit den Empfehlungen der norddeutschen Brancheninitiative, die in diesem Leitfaden im Abschnitt 5 dargestellt sind, richten sich aber auch an Betriebe, die keiner der dort beteiligten Organisationen angehören. Das gesundheitliche Risiko von Arbeitnehmern wird durch die Anwendung der Ersatzstoffe deutlich verringert. Es wurde darauf geachtet, dass Aspekte des Umweltschutzes nicht entgegenstehen.

Im Einzelfall muss geprüft werden, welche der Maßnahmen auch im Hinblick auf die betriebspezifischen Besonderheiten geeignet und zumutbar sind. Auch sind andere Lösungsmöglichkeiten, z.B. der Einsatz wässriger Reinigungssysteme, ausdrücklich nicht ausgeschlossen. Da ihr Einsatz nach unseren Erkenntnissen bei den in diesem Leitfaden behandelten Reinigungsaufgaben erhebliche technische Umstellungen erfordern würde, werden sie nur am Rande behandelt.

Der Leitfaden wendet sich unmittelbar an die Arbeitsschutzverwaltungen der Länder. Er bietet dem Arbeitsschutzpersonal notwendige Informationen zur Beratung der Betriebe und Arbeitshilfen für Erfassung und Bewertung der betrieblichen Situation als Grundlage einer Durchsetzung des Ersatzstoffgebotes der Gefahrstoffverordnung [4]. Es wird empfohlen, diesen Leitfaden zur Information und als Anhalt für Anforderungen der Arbeitsschutzbehörden auch den Betrieben zur Verfügung zu stellen.

2 Ersatzstoffgebot

§ 5 Arbeitsschutzgesetz [5] und § 16 Gefahrstoffverordnung formulieren Pflichten des Arbeitgebers zur Gefährdungsbeurteilung und zur möglichen Verringerung der Gefährdungen. Sie bilden die zentrale Grundlage für eine Ersatzstoffforderung und sind hier zum raschen Nachlesen noch einmal abgedruckt.

Wortlaut von § 5 Arbeitsschutzgesetz (Auszug)

- (1) Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.
- (2) [...]
- (3) Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch
 1. die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes,
 2. physikalische, chemische und biologische Einwirkungen,
 3. die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Arbeitsstoffen, Maschinen, Geräten und Anlagen sowie den Umgang damit,
 4. [...]
 5. [...]

Wortlaut von § 16 (2) Gefahrstoffverordnung

Der Arbeitgeber muss prüfen, ob Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko als die von ihm in Aussicht genommenen erhältlich sind. Ist ihm die Verwendung dieser Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse zumutbar und ist die Substitution zum Schutz von Leben und Gesundheit der Arbeitnehmer erforderlich, so darf er nur diese verwenden. Kann der Schutz von Leben und Gesundheit der Arbeitnehmer vor Gefährdung durch das Auftreten von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz nicht durch andere Maßnahmen gewährleistet werden, muss der Arbeitgeber prüfen, ob durch Änderung des Herstellungs- und Verwendungsverfahrens oder durch den Einsatz von emissionsarmen Verwendungsformen von Gefahrstoffen deren Auftreten am Arbeitsplatz verhindert oder vermindert werden kann. Ist dies technisch möglich und dem Arbeitgeber zumutbar, muss der Arbeitgeber die erforderliche Verfahrensänderung vornehmen oder die emissionsarmen Verwendungsformen anwenden. Das Ergebnis der Prüfung nach den Sätzen 1 und 3 ist schriftlich festzuhalten und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

Auf die Verwendung von Ersatzstoffen kann also nur nach sorgfältiger Prüfung verzichtet werden. Der Arbeitgeber ist hierzu der Behörde nachweispflichtig. Eine Unterschreitung von Luftgrenzwerten für organische Lösemittel am Arbeitsplatz entbindet nicht von der Prüfung der Ersatzmöglichkeiten.

Bei der Erfüllung seiner Ermittlungs- und Ersatzstoffpflichten findet der Arbeitgeber Hilfe in den ausführlichen Erläuterungen der TRGS 440 [6]. Trotzdem bleibt die Abwägung des gesundheitlichen Risikos verschiedener möglicher Einsatzstoffe schwierig und das Ersatzstoffgebot in der Folge wenig wirksam [7]. Im vorliegenden Leitfaden werden i. S. v. Nummer 6 Abs. 4 der TRGS 440 beispielhaft Substitutionsmöglichkeiten bewertet, um Betrieben und Aufsichtsbehörden die Arbeit zu erleichtern.

3 Reinigungsverfahren

Was heißt überhaupt „Reinigen“? Soweit nicht ausdrücklich anders erwähnt, umfasst der Begriff in diesem Leitfaden die in technischen Darstellungen vielfach getrennten Vorgänge „Entfetten“ und „Reinigen“, wie sie nachstehend definiert sind [8]:

Entfetten: Entfernen fettiger und öligter Verunreinigungen wie Schmieröle, Schneidöle, Bohröle, Emulgatoren-Emulsionen, Härteöle, Wachse, Handschweiß, Konservierungsmittel, Korrosionsschutzöle, Wollfett, Talg.

Reinigen: Entfernen nicht oder wenig fettender Schmutzteile wie Phosphatschichten, Sand, Späne, Salze, Schleifmittel, Polierpasten, Metallabrieb, Graphit, Zunder, Kohle, Oxide und Pigmente.

Die Reinigung von Metalloberflächen ist in unterschiedlichen Produktionsbereichen notwendig. Sie kann den Ausgangspunkt bilden für die eigentlichen Arbeiten, wenn beispielsweise verschmutzte Motoren repariert oder angelieferte Maschinenteile von Schutzbeschichtungen befreit werden müssen. Oft ist die Reinigung als Zwischenschritt in die Produktion selbst integriert, wenn Werkstücke auf Passgenauigkeit vermessen werden oder nach der eigentlichen Herstellung eine Veredelung erfolgen soll. Die Reinigung kann auch ganz am Ende der Produktionskette stehen, um dem Kunden ein Produkt ohne Verschmutzungen zu liefern. Die Anforderungen an die Reinheit der Oberflächen kann dabei genauso variieren wie die Verschmutzungen selbst. In der Praxis hat es sich bewährt, die Reinheitsanforderungen an die Oberfläche über den erfolgreichen Ablauf des Folgeprozesses zu definieren. Wenn es bei der nachfolgenden Bearbeitung keine Probleme gibt, ist die Reinigungswirkung ausreichend.

Im Bereich der manuellen Teilereinigung ist die Schadstoffemission durch flüchtige Lösemittel am größten. Da hier ein direkter Kontakt zwischen Reinigungsmittel und Mensch gegeben ist, sind die gesundheitlichen Belastungen durch Lösemitteldämpfe entsprechend hoch. Das Reinigungsmittel befindet sich in Waschtischen oder Tauchbädern und wird mit Pinsel, Bürste oder Lappen aufgebracht. Maschinenteile, die für Waschtische und Tauchbecken zu groß sind, müssen vor Ort in Fabrik- oder Lagerhallen mit Lappen, Pinsel und Bürste gereinigt werden. Diese Art Reinigungsarbeiten fallen etwa bei der Ablösung von Schutzbeschichtungen großer Teile an und sind u.a. im Schiffbau durchaus üblich.

Automatisierte Reinigungsverfahren können halbautomatisch oder vollautomatisch gestaltet sein, wobei der Grad der Automation durch die Art der Beschickung mit Reinigungsgut definiert wird. Die Anlagen sind auf Einzelstücke, Chargen oder Durchlaufbetrieb eingerichtet und als Einkammer-Reinigung oder als Mehrkammer-Reinigung konzipiert.

4 Reinigungsmittel

4.1 Reinigungsmedien in der Metallreinigung

Wässrig-alkalische Reiniger, Chlorkohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffe (Reinigungsbenzine, Kaltreiniger) sind derzeit die gängigsten Medien für die vielfältigen Reinigungsaufgaben in der Metallindustrie [9, 10, 11].

Wässrige Reinigungssysteme sind seit langem u.a. zur Vorbereitung von Oberflächen für eine anschließende Veredelung wie Galvanisieren, Emaillieren, Phosphatieren und Chromatieren im Einsatz. Die Ansprüche an die Sauberkeit der Werkstücke sind hierbei hoch, da schon geringe Restverschmutzungen die Haftung der anschließend aufgetragenen Überzugsschicht herabsetzen. Daher werden die Werkstücke häufig mit einer Kombination verschiedener Reinigungsbäder vorbehandelt. Wässrige Reinigungssysteme gibt es von stark alkalisch über neutral bis zu stark sauer. Es dominiert der Einsatz in halbautomatischen und automatischen Reinigungsanlagen. Als Nachteil der wässrigen Reinigungssysteme sind die aufwändige Badpflege und die großen Abwassermengen zu sehen, die neutralisiert und entsorgt werden müssen. In Varianten wie Dampfreinigung oder Hochdruckwasserreinigung wird die Reinigungswirkung des Wassers durch physikalische Kräfte verstärkt, so dass chemische Zusätze entbehrlich werden; dies gilt zum Teil auch für den Einsatz in Ultraschallbädern.

Die Verwendung von Chlorkohlenwasserstoffen (CKW) zu Reinigungszwecken ist aus Gründen des Umwelt- und Arbeitsschutzes sehr stark reglementiert worden. Entsprechend der 2. Bundesimmissionsschutzverordnung [12] dürfen CKW bis auf wenige Ausnahmen nur noch in geschlossenen Anlagen eingesetzt werden. Tauchreinigung und Dampfentfettung sind gängige Verfahren. Die gute Reinigungswirkung, die Unbrennbarkeit und die schnelle Verdunstung der CKW sind aus technischer Sicht vorteilhaft.

Bei der manuellen Reinigung werden bislang überwiegend Kohlenwasserstoffgemische der Gefährklassen AII und AIII nach VbF [13] eingesetzt.

Jüngeren Datums ist die Verwendung von Reinigungsmitteln, die nicht der VbF unterfallen. Dabei handelt es sich um hochsiedende Kohlenwasserstoffgemische (Hochsieder - HBS⁵) sowie um Ester auf Basis von Pflanzenölen (Pflanzenölester).

Eine Übersicht einiger physikalischer Daten und Einstufungen dieser Gruppen von Reinigungsmitteln gibt die nachstehende Tabelle.

Kohlenwasserstoffe und Pflanzenölester – physikalische Eigenschaften, Grenzwerte

	AI- Testbenzine	AII- Testbenzine	AIII- Testbenzine	HBS	Pflanzenölester
Flammpunkt [°C]	< 21	≥ 21 - ≤ 55	> 55 - ≤ 100	> 100	> 100
Dampfdruck [mbar] bei 20°C (ca.-Angaben)	10-600	10-15	1-5	0,1-1	< 0,1
VbF-Klasse	AI	AII	AIII	entfällt	entfällt
Luftgrenzwert [mg/m ³]	bis 1000 ⁶	bis 1000	bis 1000	bis 1000	keiner

Als Ausgangsstoffe von Pflanzenölestern werden natürliche, in Ölen und Fetten vorkommende Fettsäuren verwendet, die mit verschiedenen Alkoholen verestert sind. Diese Veränderung verbessert gegenüber den reinen Ölen die technischen Eigenschaften. Die Reinigungswirkung der Pflanzenölester ist mit denen der Kohlenwasserstoffe vergleichbar.

Bei den HBS handelt es sich um Stoffe auf Mineralölbasis, die chemisch den Test- und Spezialbenzinen verwandt sind, aber einen wesentlich geringeren Dampfdruck aufweisen.

4.2 Brand- und Explosionsgefahren; Selbstentzündung

Alle in obiger Tabelle beschriebenen Reiniger sind brennbar, unterscheiden sich aber wesentlich in ihrer Entflammbarkeit.

Während bei der Verwendung von A I- oder A II-Flüssigkeiten die Vorschriften zum Explosionsschutz zu beachten sind, entfallen diese in der Regel bei den schwerer entflammaren Reinigern (ab A III). Vorsicht ist immer beim Versprühen geboten. Selbst bei

⁵ HBS ist die gebräuchliche Abkürzung für die englische Bezeichnung „High Boiling Solvent“

⁶ Der angegebene Höchstwert gilt für Kohlenwasserstoffgemische mit Aromatenanteil < 1%, n-Hexan-Anteil < 5% und Cyclo-/Isohexananteil < 25%, ansonsten gelten niedrigere Grenzwerte.

den Pflanzenölestern mit ihrem sehr hohen Flammpunkt muss man damit rechnen, dass Sprühnebel gezündet werden können.

Bei Verwendung pflanzenölbasierter Mittel ist darauf zu achten, dass die sogenannte Jodzahl⁷ unter 60 liegt, um die Gefahr der Selbstentzündung auszuschließen. Von dieser Problematik sind jedoch nur Pflanzenölester mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren betroffen, wie z.B. rapsölbasierte Ester. Bei kokosölbasierten Reinigern ist eine Selbstentzündung nicht möglich, da die Jodzahl in der Regel unter 1 liegt.

4.3 Gesundheitsgefahren

Die für das Reinigungsergebnis wichtigen Eigenschaften von Reinigungsmitteln wie gute Lösefähigkeit und hohe Aggressivität gegenüber Verschmutzungen können sich negativ auf die Gesundheit von Beschäftigten auswirken. Haut, Atemwege und Augen sind erste Angriffspunkte für Gefahrstoffe aus Reinigungsmitteln, die als Flüssigkeiten, Dämpfe und Sprühnebel ihre schädigende Wirkung entfalten können. Im Sinne des Ersatzstoffgebots und eines präventiven Arbeitsschutzes sollten daher Stoffe bevorzugt werden, die ein großes Sicherheitspotenzial haben. Hier bieten sich neben HBS in erster Linie Reiniger aus Pflanzenölestern an.

4.3.1 Haut

Reiniger auf Basis von Kohlenwasserstoffen bzw. entsprechende Additive besitzen eine hautentfettende und z.T. hautreizende Wirkung. Wässrige Reiniger können als Konzentrat oder in hoch konzentrierten Bädern ätzend sein. Diese Eigenschaften können langfristige Hauterkrankungen zur Folge haben. Die Reiniger auf Pflanzenölbasis sind deutlich hautverträglicher, wie eine neue Studie zeigen konnte (s.u.). Sie besitzen aber ebenfalls eine hautentfettende Wirkung. Auch der eingetragene Schmutz kann hautschädlich sein. Deshalb darf bei Reinigungsarbeit grundsätzlich nicht auf das Tragen von Schutzhandschuhen und Hautschutz verzichtet werden. Als Handschuhmaterial hat sich Nitrilkautschuk bewährt.

Die Kooperationsstelle Hamburg hat eine vergleichende Untersuchung zur lokalen Hautverträglichkeit von Produkten zur Metallreinigung durchführen lassen [14]. Nach positiven Praxiserfahrungen – auch aus der Druck- und Bauindustrie – konnte damit auch in einer wissenschaftlichen Studie nachgewiesen werden, dass die Reiniger aus Pflanzenölestern eine gute Hautverträglichkeit und ein geringes Hautschädigungspotenzial besitzen.

4.3.2 Aufnahme auf dem Luftweg (Luftgrenzwerte)

Bei der Beurteilung einer möglichen Gesundheitsgefährdung durch das Einatmen luftfremder Stoffe ist neben ihrer spezifischen Wirkung deren Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz von zentraler Bedeutung. Je flüchtiger der verwendete Reiniger ist, desto höher wird in der Regel die Belastung des Arbeitnehmers sein, insbesondere dann, wenn die Lösemitteldämpfe nicht abgesaugt werden. Bei offener Verwendung von A I- oder A II-Reinigern ist eine Absaugung zwingend erforderlich. Doch auch vorhandene Absaugungen schützen aufgrund ungeeigneter Anordnung die Arbeitnehmer oft nur unzureichend vor Lösemitteldämpfen. Die geeigneten Lösungen – z.B. eine Randabsaugung in explosionsgeschützter Ausführung – sind technisch und finanziell anspruchsvoll [15, 16].

Bei schwerer flüchtigen Stoffen kann es bei Versprühen zu Aerosolbildung kommen. Durch technische Maßnahmen sollte die Bildung verringert (z.B. durch Wahl der Düsen, Kapselung) bzw. die Exposition verhindert werden (z.B. keine offene Sprühanwendung, Verriegelung beim Betrieb, um ein versehentliches Entweichen von Sprühnebeln beim Öffnen von Reinigungsanlagen zu verhindern).

Die Luftgrenzwerte für die Reiniger auf Kohlenwasserstoffbasis liegen je nach Gehalt an Aromaten und n-, iso- und Cyclohexan zwischen 200 und 1000 mg/m³ [17].

⁷ Die Jodzahl (mg Jod/g Reiniger) ist ein Maß für die auf dem Anteil an Doppelbindungen beruhende Oxidationsanfälligkeit eines Moleküls. Eine hohe Jodzahl einer Flüssigkeit weist neben der Selbstentzündungsgefahr auf eine Neigung zum Verharzen unter Lufteinwirkung hin.

Die Arten der zahlreichen Beeinträchtigungen und gesundheitlichen Schäden, die durch das Einatmen von Kohlenwasserstoffdämpfen hervorgerufen werden können und von akuter Übelkeit bis zu langfristiger Schädigung an Leber, Nieren und Zentralnervensystem reichen, werden in der Literatur im einzelnen beschrieben [18, 19].

Wässrige Reiniger können die Luft am Arbeitsplatz mit möglicherweise ätzenden Dämpfen belasten, wenn sie mit höheren Temperaturen eingesetzt werden und die Waschanlagen oder Tauchbäder vor dem Abkühlen geöffnet werden.

Einen Luftgrenzwert für die Pflanzenölester gibt es nicht. Bisherige toxikologische Studien über Pflanzenölester als Reiniger im Offset-Druckbereich haben keine Hinweise auf eine den Kohlenwasserstoffen vergleichbare schädigende Wirkung erbracht [20, 21].

Da sowohl die Pflanzenölester als auch HBS und wässrige Reiniger kaum verdunsten und so die Luft am Arbeitsplatz nur in äußerst geringem Umfang belasten und Aerosolbildung bzw. die Freisetzung von Dämpfen durch geeignete Arbeitstechniken vermieden werden können, dient der Einsatz dieser Reinigertypen einer Minimierung der durch Einatmen von Dämpfen entstehenden Gesundheitsgefährdung.

4.4 Umweltgefahren

4.4.1 Luftbelastung

Die emittierten Kohlenwasserstoffe sind Teil der Reaktionskette, die bei Sonneneinstrahlung zur Ozonbildung in Bodennähe führt („Sommersmog“). Besonders bei der offenen Anwendung von Reinigungsmitteln gilt: Je höher der Dampfdruck des Reinigers ist, desto größer ist auch der Verdunstungsanteil an der Verbrauchsmenge. Dabei haben z.B. die leicht flüchtigen AI-Benzine Verdunstungsraten, die um Größenordnungen höher liegen als die von Pflanzenölestern. Aber auch AIII-Benzine tragen bei offenen Verfahren noch zur Luftbelastung bei. HBS und vor allem Pflanzenölester verdunsten aufgrund ihres niedrigen Dampfdruckes kaum, ihr Beitrag zur Luftverunreinigung ist daher gering.

Auch um den Anforderungen der 31. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (31. BImSchV [22]) zu genügen, die der Umsetzung der EG-VOC-Richtlinie [2] dient, wird es zunehmend erforderlich sein, schwer flüchtige Produkte einzusetzen. Pflanzenölester, deren Dampfdruck üblicherweise unter 0,1 mbar liegt (Grenzwert von VOC-Richtlinie und 31. BImSchV), können hierzu einen Beitrag leisten, ebenso diejenigen HBS, deren Dampfdruck diesen Grenzwert unterschreitet.

4.4.2 Abfälle

Die beim Reinigungsvorgang anfallenden Abfälle müssen unabhängig von der Art des Reinigers als Sonderabfall („besonders überwachungsbedürftiger Abfall“) angesehen werden, da sie in jedem Fall schädliche Verunreinigungen aus der Reinigung enthalten. Sie sind gemäß den abfallrechtlichen Bestimmungen zu verwerten oder zu beseitigen.

Ein wichtiger Aspekt ist auch die Abfallmenge:

Bei flüchtigen Reinigern verringert sich die zu entsorgende Abfallmenge (leider) noch oft durch einfaches Verdunsten lassen („Entsorgung auf dem Luftpfad“). Pflanzenölester und HBS kompensieren dies durch lange Standzeiten aufgrund ihres hohen Schmutztrage- und Fettlösevermögens mit entsprechend geringen Verbrauchsmengen. Bei den wässrigen Reinigern fallen große Abwassermengen an, die i.d.R. neutralisiert und entsorgt werden müssen (es gibt inzwischen auch Reinigungsanlagen mit integriertem Recycling).

Weiter vermindern lässt sich die Abfallmenge für Pflanzenölester und HBS durch Aufbereitung und Rückgewinnung. Die Reiniger aus Pflanzenölestern lassen sich durch Filtration (z.B. mit eingebauter Filterpatrone im Waschtisch) und durch Vakuumdestillation wiederaufbereiten. Die erste Möglichkeit bezieht sich auf Schmutzpartikel, die zweite auch auf die Abtrennung von eingetragenen Ölen, Fetten, Farben etc.. Voraussetzung für die Anwendbarkeit der Destillation ist ein ausreichend großer Siedepunktunterschied (mindestens 15°C) zwischen Reiniger und Verschmutzung.

Die freiwillige Rücknahme gebrauchter Reiniger – wie bei den Lieferanten der typischen ‚Kaltreiniger‘ meist der Fall - ist derzeit für die Pflanzenölester noch nicht bei allen Anbietern gegeben. Hier sollte nachgefragt werden. Nach dem Abfallrecht bekommen die gebrauchten Reiniger aus Pflanzenölestern den gleichen Abfallschlüssel wie die mineralölbasierten Kohlenwasserstoff-Reiniger. Unter der Voraussetzung, dass diese Abfälle als Sonderabfall verbrannt werden, können sie im gleichen Gebinde entsorgt werden. Gehen jedoch die gebrauchten Mineralöle über den Entsorger in die Wiederaufbereitung, dürfen keine pflanzenölbasierten Reiniger zugemischt werden, da sonst die Destillation gestört wird. Diesen Punkt muss der Betrieb mit dem betreuenden Entsorger abklären.

Hinsichtlich des zutreffenden Abfallschlüssels sind die lokalen Abfallbehörden anzusprechen⁸.

4.4.3 Wassergefährdung

In Sicherheitsdatenblättern für Produkte wird unter der Rubrik „Angaben zur Ökologie“ Auskunft über die Wassergefährdung gegeben. Es erfolgt u.a. eine Einstufung in die Wassergefährdungsklasse (WGK) nach dem Wasserhaushaltsgesetz bzw. nach der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS, letzte Fassung vom 17.05.1999).

Pflanzenölester gehören meist der WGK 1 an. Reiniger aus Mineralölprodukten sind in der WGK 1, manchmal auch in der WGK 2 zu finden. Durch Additive kann sich eine höhere Wassergefährdungsklasse ergeben.

4.4.4 Biologische Abbaubarkeit

Beim Transport, beim Abfüllen und bei der Anwendung der Reinigungsmittel kann es zu Boden- und Wasserverunreinigungen kommen. Bei Unfällen auf dem Betriebsgelände ist das Unternehmen direkt betroffen, bei Transportschäden auf der Straße können Natur- und Wasserschutzgebiete in Mitleidenschaft gezogen werden. Neben der Wassergefährdung wird seit Inkrafttreten des Bundes-Bodenschutzgesetzes 1998 auch die schädliche Wirkung von Stoffen im Boden betrachtet.

Wichtiges Qualitätsmerkmal für ein Reinigungsmittel ist daher die gute biologische Abbaubarkeit. Die Pflanzenölester sind leicht biologisch abbaubar. Dies ist bei mineralölbasierten Produkten nicht immer gegeben, insbesondere nicht im Umweltmedium Boden [23, 24, 25].

5 Brancheninitiative

Die von den norddeutschen Sozialpartnern im Juli 2000 vereinbarte Brancheninitiative zur Reduzierung von Lösemittellemissionen bei der Metallreinigung [3] bezieht sich derzeit auf folgende Anwendungsbereiche:

- Entfernung von metalltypischen Verschmutzungen bei der Instandhaltung,
- Entfernung von Korrosionsschutzbeschichtungen auf Metallteilen.

Für diese Bereiche wird empfohlen:

- Sehr leicht und leicht flüchtige Reinigungsmittel mit einem Flammpunkt unter 21°C und bis 55°C (AI-, AII-Produkte) sollen – außer in begründeten Ausnahmefällen – nicht eingesetzt werden.
- Flüchtige Reinigungsmittel mit einem Flammpunkt bis 100°C (AIII-Produkte) können nur nach Prüfung der technischen Notwendigkeit eingesetzt werden.
- Schwerflüchtige Reinigungsmittel mit einem Flammpunkt über 100°C (HBS, höhersiedende Isoparaffine etc.) können eingesetzt werden.

⁸ Beispielsweise werden in Hamburg gebrauchte Reiniger auf Pflanzenölesterbasis von der zuständigen Umweltbehörde der EAK-Nr. 140103 zugeordnet.

- Reinigungsmittel auf Basis von Pflanzenölestern bzw. reine Pflanzenölester sowie Reinigungsmittel auf wässriger Basis – ohne Kohlenwasserstoffanteil – sollen verstärkt eingesetzt werden.

Diese Festlegungen haben Empfehlungscharakter und stellen keine Selbstverpflichtung im eigentlichen Sinne dar.

6 Ersatzstoffauswahl

6.1 Informationsbeschaffung

Informationen über die alternativen Reinigungsmittel sind der erste Schritt bei der Erfüllung des Ersatzstoffgebotes der Gefahrstoffverordnung. Über Fragen der Gesundheitsverträglichkeit hinaus benötigt der Unternehmer Informationen zur Anwendung der Produkte und über ihre Verträglichkeit mit den in seinem Betrieb zu reinigenden bzw. mit dem Reiniger in Berührung kommenden Materialien.

Erste Informationen sind bei den Arbeitsschutzbehörden erhältlich. Für Näheres kann man sich an

- Metall-Berufsgenossenschaften,
- IG Metall,
- Verband der Metall- und Elektroindustrie,
- Kooperationsstelle Hamburg,
- Reinigungsmittelhersteller

wenden (Anschriftenverzeichnis im Anhang). Ausgewählte Literatur zur Reinigung mit Pflanzenölestern finden Sie im Quellenverzeichnis [26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33].

6.2 Bewertung möglicher Ersatzstoffe

Die nach der TRGS 440 [6] vorgesehenen Prüfungen und Bewertungen werden hier für ausgewählte Anwendungsfälle der Oberflächenreinigung von Metallteilen exemplarisch vorweggenommen. Welche Einzelfallbetrachtungen darüber hinaus nötig sein können, wird ebenfalls aufgezeigt.

Als Ersatz für die AI-, AII- und AIII-Benzine stehen mit Pflanzenölestern, Hochsiedern (HBS) und wässrigen Reinigern grundsätzlich geeignete Reinigungsmittel für eine Vielzahl von Reinigungsaufgaben zur Verfügung. In die verallgemeinerten Betrachtungen sind als Ersatzstoffe ausdrücklich nur Pflanzenölester und HBS einbezogen. Wässrige Reinigungssysteme sind wegen der sehr unterschiedlichen gesundheitlichen Bewertung in Abhängigkeit von den vielfältigen Zusatzstoffen und der technisch meist aufwändigen Umstellung beim Wechsel von organischen Lösungsmitteln einer solchen Betrachtung nur schwer zugänglich. Gleichwohl sollten sie stets in eine abschließende Bewertung des Einzelfalls einbezogen werden.

Generell ist zu beachten, dass das jeweilige Reinigungsmittel in seiner Gesamtzusammensetzung - also unter Berücksichtigung eventueller Zusatzstoffe - die Kriterien für einen Ersatzstoff im Sinne der Gefahrstoffverordnung erfüllen muss.

6.2.1 Gesundheitliche Bewertung

Aus gesundheitlicher Sicht sind leicht flüchtige Metallreinigungsmittel (AI-, AII-Benzine) zu ersetzen. Gesundheitlich geeignete Ersatzstoffe sind Pflanzenölester oder hochsiedende Reiniger auf Mineralölbasis (HBS) ohne gesundheitlich bedenkliche Zusatzstoffe.

AIII-Benzine sind grundsätzlich nicht als Ersatzstoffe zu betrachten, sondern sollten möglichst auch durch die höhersiedenden Reiniger ersetzt werden. Soweit deren Einsatz jedoch aus technischen Gründen nicht möglich ist, kann auch der Ersatz von AI-/AII-Benzinen durch AIII-Benzine als Maßnahme i.S.v. § 16 (2) GefStoffV gewertet werden.

Wässrige Reiniger können aus gesundheitlicher Sicht als Ersatzstoffe geeignet sein, ihre vielfältige Zusammensetzung lässt jedoch eine generalisierte Aussage nicht zu.

Zur Herleitung der Bewertung⁹:

Ein Vergleich der leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffreiniger mit Pflanzenölestern und hochsiedenden Kohlenwasserstoffen ist sehr gut mit Hilfe des Spaltenmodells der TRGS 440 [6] möglich. Geht man davon aus, dass die bisher verwendeten Reiniger keine besonders gesundheitsgefährdenden Problemstoffe wie z.B. Aromaten enthalten und auch das Reinigungsverfahren nicht grundsätzlich geändert wird, erübrigt sich ein Vergleich der Kriterien „akute und chronische Gesundheitsgefahren“ sowie „Gefahren durch das Verfahren“. Deutliche Unterschiede finden sich in den Spalten „Brand- und Explosionsgefahren“ sowie „Gefahren durch das Freisetzungsverhalten“. Die HBS und Pflanzenölester fallen jeweils in die Gruppe „vernachlässigbare Gefährdung“, während z.B. Al-Reiniger mit einer „hohen Gefährdung“ verbunden sind (AlI- und AlIII-Reiniger liegen dazwischen). In der Spalte „Umweltgefahren“ schneiden speziell Pflanzenölester durch die meist geringere Wassergefährdung besser ab.

Reiniger auf wässriger Basis sind in Bezug auf Brand- und Explosionsgefahren sowie das Freisetzungsverhalten ebenso gut wie die hochsiedenden organischen Reiniger zu bewerten. Allerdings sind Zusatzstoffe mit z.T. problematischen gesundheitlichen Eigenschaften gerade bei wässrigen Systemen sehr verbreitet. Beispielsweise führen stark alkalische oder saure Eigenschaften eines Reinigers zu einer „mittleren Gefährdung“ oder auch „hohen Gefährdung“ bei den „akuten Gesundheitsgefahren“, wodurch die Gesamtbewertung nicht mehr uneingeschränkt positiv sein kann. Soweit Hautkontakt konsequent vermeidbar und die Spritzgefahr gering ist, können solche Systeme aber durchaus empfehlenswert sein, was natürlich in verstärktem Maße für wässrige Systeme ohne Zusatzstoffe gilt.

6.2.2 Technische Eignung

6.2.2.1 Allgemeines

Für die Anwendungsfälle „Entfernung von metalltypischen Verschmutzungen bei der Instandhaltung“ und „Entfernung von Korrosionsschutzbeschichtungen auf Metallteilen“ kann von einer grundsätzlichen technischen Eignung der Pflanzenölester und HBS ausgegangen werden.

Für viele Aufgaben im Bereich der manuellen Reinigung können höhersiedende Reinigungsmittel als Ersatz für flüchtige Lösemittel eingesetzt werden. Eine Umstellung ist in der Regel ohne größeren Aufwand möglich. Die Reinigungswirkung der Pflanzenölester ist generell vergleichbar gut wie die konventioneller Reiniger, für bestimmte fettige und ölige Verschmutzungen (z.B. Schmieröle und -fette, Bitumen, Wachs, Emulgatoren-Emulsionen, Konservierungsmittel wie Tectyl) sogar besser. Nicht geeignet sind Pflanzenölester oder HBS, um gänzlich fettfreie Oberflächen zu erzielen, z.B. für eine anschließende Lackierung, oder wenn das Reinigungsgut Materialien enthält, die gegen diese Reiniger nicht stabil sind. Wenn aufgrund der Geometrie der Werkstücke das Reinigungsmittel nur schlecht abtropft, kann der Ersatz eines leichtflüchtigen Reinigers durch einen höhersiedenden ebenfalls erschwert sein. Ein unmittelbarer Ersatz flüchtiger organischer Reinigungsmittel durch wässrige Reiniger wird bei der manuellen Teilereinigung in der Regel nicht möglich sein.

Der Ersatz von flüchtigen Lösemitteln in geschlossenen, automatischen Reinigungsanlagen ist möglich. Wässrige Systeme sind hier seit langem erprobt, doch auch andere Lösungen sind erfolgversprechend. So kann z.B. bei mehrstufigen Reinigungsverfahren in der ersten Stufe die gute Lösekraft der Pflanzenölester zur Entfernung der Oberflächenverschmutzung genutzt und in der zweiten Stufe mit wässrigen Reinigern das Reinigungsergebnis optimiert werden. Aber auch für Einkammersysteme mit hintereinander geschalteten

⁹ Auf vorliegende toxikologische Untersuchungen wurde bereits im Abschnitt 4.3 verwiesen. Eine vollständige Überprüfung nach den formalen Kriterien des Anhangs V der Richtlinie 67/548/EWG steht jedoch aus. Es wäre sehr zu begrüßen, wenn im Rahmen von Fördervorhaben zum Einsatz von Ersatzstoffen auch solche Prüfungen stärker als bisher berücksichtigt würden.

Verfahrensabläufen (Befüllen, Umfluten, Abpumpen, Spülen, Entleeren, Trocknen) sind höhersiedende Reinigungsmittel einsetzbar.

6.2.2.2 Prüfung der Ersatzmöglichkeiten im konkreten Anwendungsfall

Die Ersatzstoffe, die aufgrund der vorangegangenen Recherche als grundsätzlich anwendbar zu betrachten sind, werden nun im Betrieb selbst auf ihre konkrete technische Anwendbarkeit geprüft. Die zahlreichen Praxisbeispiele im Anhang können als Anregung dienen. Natürlich sind dabei die Anwendungsvorschriften des jeweiligen Reinigungsmittels zu beachten; auch muss von gewohnten Arbeitsabläufen abgewichen werden, wenn dies für den Reinigungserfolg mit den Ersatzstoffen notwendig ist. Bei der Beratung der Betriebe sollte auf einige grundlegende Unterschiede in der Arbeitsweise bei der Anwendung hochsiedender Reiniger (Pflanzenölester und HBS) eingegangen werden:

- Verschütteten Reiniger wegen der Rutschgefahr rasch aufwischen. Gereinigte Teile gut abtropfen lassen bzw. beim Arbeiten mit Wischlappen den Reiniger sparsam dosieren.
- Für einen optimalen Reinigungseffekt muss der Reiniger länger einwirken. Metallteile mit hartnäckigen Schutzbeschichtungen sollten zunächst mit dem Reiniger vorbehandelt werden (z.B. Verwendung einer Paste). Nach einer Einwirkzeit, die von der Art der Schutzbeschichtung, der Schichtdicke und dem Alter der Beschichtung beeinflusst wird, kann dann in einem zweiten Arbeitsgang leichter gereinigt werden. Dieses Verfahren reduziert den Kraftaufwand und die effektive Reinigungszeit.
- Soll der Reiniger aufgesprüht werden, muss man – wie bei konventionellen Reinigern - klären, auf welche Art und Weise Explosionsgefahren verhindert oder vermindert werden können (Sprühbereich begrenzen, offene Flammen und andere wirksame Zündquellen fernhalten).

Die Ergebnisse der Prüfung werden vom Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert und auf Verlangen der zuständigen Behörde zur Verfügung gestellt.

6.2.3 Zumutbarkeitsprüfung

6.2.3.1 Allgemeines

Für die Anwendungsfälle „Entfernung von metalltypischen Verschmutzungen bei der Instandhaltung“ sowie „Entfernung von Korrosionsschutzbeschichtungen auf Metallteilen“ kann die Zumutbarkeit in den meisten Fällen als gegeben angenommen werden. In anders gelagerten Fällen kann eine Einzelfallprüfung erforderlich sein.

6.2.3.2 Einzelfallprüfung

Oft begegnet man bei der Frage nach Ersatzstoffen im Betrieb der pauschalen Aussage „Das ist zu teuer“. Eine detailliertere Prüfung ergibt vielfach ein anderes Bild. Eine solche Detailprüfung ist nach dem Schema aus Anlage 3 der TRGS 440 [6] möglich (Anhang). Es führt die betrieblichen Faktoren auf, die wesentlich durch den Einsatz von Ersatzstoffen beeinflusst werden können.

Meist reicht eine qualitative Bewertung der Einflussfaktoren (positiv (+), negativ (-) oder neutral (0)). Falls sich danach keine eindeutige Entscheidung treffen lässt, sollten quantitative Überlegungen hinzutreten. Wichtig ist, dass alle Faktoren und nicht nur einzelne Kostenpositionen geprüft werden.

Erfolgt bei keinem der Faktoren eine Erhöhung von Kosten oder Aufwand, ist die Zumutbarkeit offensichtlich. Aber selbst ein überwiegend negativer Einfluss bedeutet nicht automatisch „nicht zumutbar“. Besonders ein hohes gesundheitliches Risiko¹⁰ durch die zu ersetzenden Stoffe gibt der „Verringerung des Risikos“ ein hohes Gewicht, so dass die zumutbaren Kosten eines Ersatzes höher anzusetzen sind als bei Stoffen mit geringerem gesundheitlichen Risiko oder geringerer Exposition.

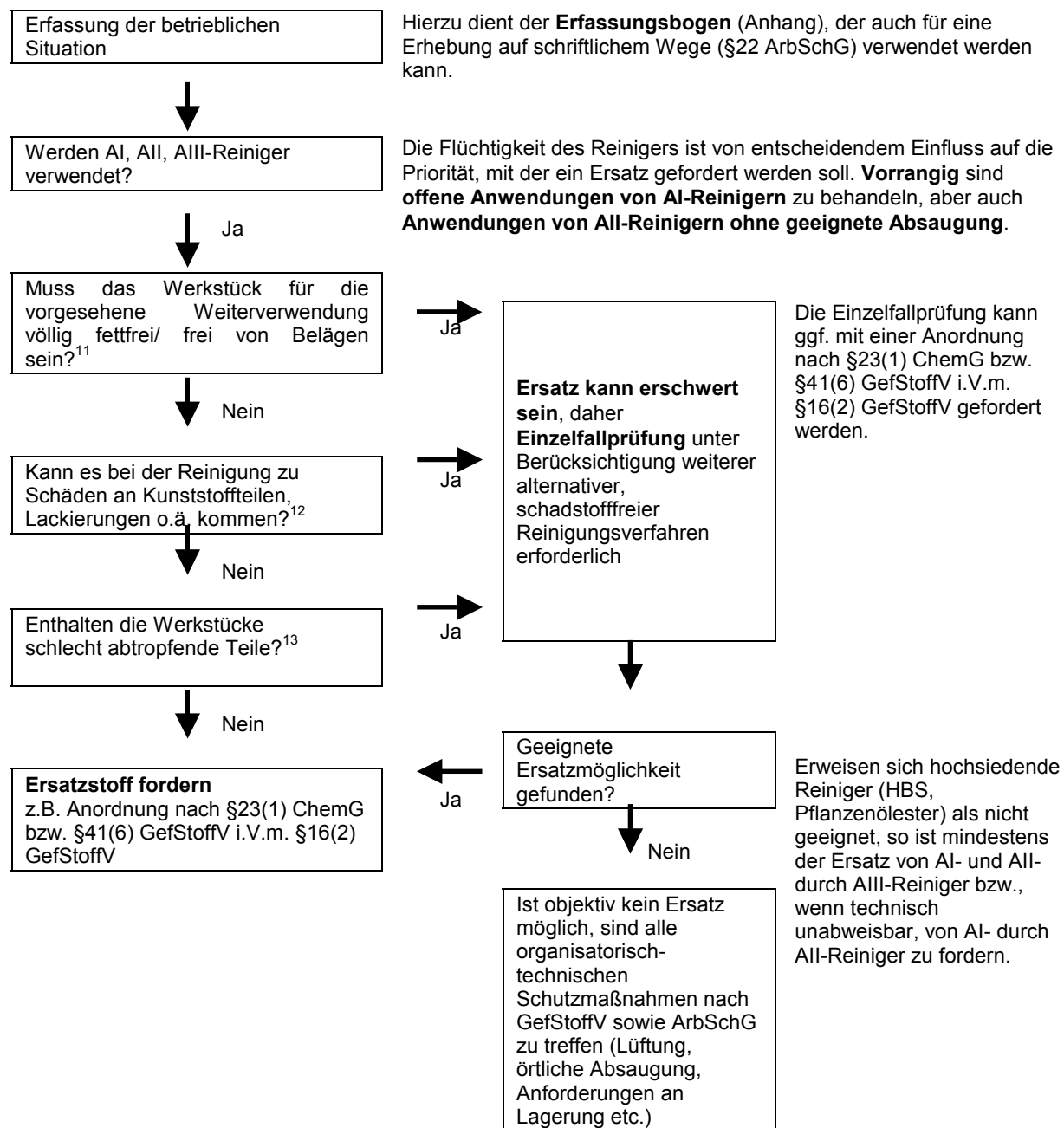
¹⁰ Dies bezieht sich z.B. auf eventuell noch eingesetzte aromatenhaltige Reinigungsmittel.

Ein zusätzlicher Zeitbedarf für das Erlernen der neuen Arbeitsweise stellt übrigens keinen Grund für den Verzicht auf die Verwendung von Ersatzstoffen dar. Vielmehr muss der Arbeitgeber den Arbeitnehmern die erforderliche Zeit zur Verfügung stellen und für eine qualifizierte Einweisung sorgen.

7 Vorgehensweise der Aufsichtsbehörden

Ausgangspunkt ist die Beschreibung der Situation am jeweiligen Reinigungsplatz. Hierfür steht im Anhang dieser Veröffentlichung ein **Erfassungsbogen** zur Verfügung.

Das folgende Schema bezieht sich auf die Ersetzbarkeit gesundheitlich problematischer Reiniger durch hochsiedende Reinigungsmittel (Pflanzenölester oder HBS). Nicht erfasst sind der in der Regel immer mögliche Ersatz von AI- und AII-Reinigern durch AIII-Reiniger sowie der eventuell auch mögliche Einsatz wässriger Reiniger. Generell sollte zur Nutzung von Synergien eine enge Anlehnung an die Vorgaben der Brancheninitiative erfolgen.



Allgemein gilt: Je größer die Gefährdung, desto offensiver ist Ersatz zu fordern und je einfacher der Ersatz realisiert werden kann, desto eher ist dieser durchsetzbar. Nicht zu vergessen ist der Multiplikatoreneffekt durch innovative Betriebe („Pilotbetriebe“), die sich für Ersatzmöglichkeiten besonders aufgeschlossen zeigen. Diese sollten daher von den Aufsichtsbehörden bei der Erprobung und Umstellung intensiv motiviert und unterstützt werden, auch wenn keine besondere Dringlichkeit des Ersatzes gegeben ist. Wichtig ist in jedem Fall die Kontaktvermittlung zu Institutionen, die bei einer Umstellung technische Hilfestellung geben können, wie z.B. zur Kooperationsstelle Hamburg.

¹¹ **Fettfreie Oberfläche:** Ohne zusätzlichen Aufwand in 2. Schritt erreichbar? Z.B. wenn zwei getrennte Wascheinrichtungen bereits vorhanden sind, Weiterverwendung erst nach Zwischenlagerung erfolgt oder die weiterverwendende Stelle ohnehin selbst „noch mal gründlich“ reinigt.

¹² **Empfindliche Materialien:** Lässt sich in Verträglichkeitsprüfungen ein geeigneter Reiniger finden?

¹³ **Schlechtes Abtropfen:** Kann das Reinigungsmittel z.B. mit Tüchern ausreichend entfernt werden?

8 Quellen

- 1 J. Theloke, A. Obermeier, R. Friedrich, *Abschätzung der Emissionen von Lösemitteln in Deutschland*, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 61 (2001) Nr. 3, S. 105.
- 2 Richtlinie 1999/13/EG über die *Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, die bei bestimmten Tätigkeiten und in bestimmten Anlagen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel entstehen* (ABl. EG Nr. L 85 S. 1), umgesetzt in Deutschland durch die *Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen* vom 21. August 2001, BGBl. I S. 2180.
- 3 Nordmetall - Verband der Metall- und Elektroindustrie e.V., IG Metall Bezirk Küste, Norddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft, *Brancheninitiative Reduzierung von Lösemittlemissionen bei der Metallreinigung*, Hamburg, Juli 2000.
- 4 *Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen* (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) in der Fassung vom 15. November 1999, BGBl. 1999 I S. 2235, 2000 I S. 739, zuletzt geändert am 20. Juli 2000, BGBl. I S. 1045, 1076.
- 5 *Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG –* vom 7. August 1996, BGBl. I S. 1246, zuletzt geändert am 27. Dezember 2000, BGBl. I S. 2048, 2052.
- 6 TRGS 440 *Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Ermitteln von Gefahrstoffen und Methoden zur Ersatzstoffprüfung*, Ausgabe März 2001, BArbBl. 3/2001 S. 105, berichtigt BArbBl. 4/2001, S. 108.
- 7 L. Lißner, *Praktische Handlungsstrategien für eine wirkungsvollere Ersatzstoffpolitik*, WSI Mitteilungen 9/2000, S. 578.
- 8 D. Minkwitz, *Ersatzstoffe für Halogen-Kohlenwasserstoffe bei der Entfettung und Reinigung in industriellen Prozessen*, Schriftenreihe Gefährliche Arbeitsstoffe GA 38 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund 1991.
- 9 Maschinenbau und Metall-Berufsgenossenschaft, *Reinigen und Entfetten*, Broschüre, Düsseldorf 1997, S. 20.
- 10 Burgbacher, Hermann: *HKW-freie Reinigungsverfahren*, Landsberg 1993, S. 160.
- 11 K.-P. Müller, *Lehrbuch Oberflächentechnik*, Braunschweig 1996.
- 12 *Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen – 2. BImSchV* vom 10. Dezember 1990, BGBl. I S. 2694, zuletzt geändert am 3. Mai 2000, BGBl. I S. 632.
- 13 *Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF)* in der Fassung vom 13. Dezember 1996, BGBl. I S. 1937, berichtigt BGBl. 1997 I S. 447.
- 14 Hautstudie durchgeführt von: *BioSkin*, Institut für Dermatologische Forschung und Entwicklung GmbH, Hamburg. Studie kann bezogen werden über die Kooperationsstelle Hamburg.
- 15 BGR 180 (bisher: ZH 1/562) *Reinigen von Werkstücken mit flüssigen Reinigungsmitteln*, Abschnitt 4.2.2. (in Vorbereitung).
- 16 BGR 121 (bisher: ZH 1/140) *Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz an Arbeitsplätzen mit Arbeitsplatzlüftung*.
- 17 TRGS 900 *Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz „Luftgrenzwerte“*, Ausgabe Oktober 2000, BArbBl. 10/2000 S. 34, zuletzt geändert und ergänzt am 1. März 2001, BArbBl. 4/2001 S. 56
- 18 M. Katasuyuki et al., *Autonomic and peripheral nervous system dysfunction in workers exposed to mixed organic solvents*, Int. Arch. of Occupational Environmental Health, 63, 1991, S.335.
- 19 E. Kiesswetter et al., *Lösemittelgemische in Druckfarben: Wirkungen nach mehrjähriger Exposition*, Institut für Arbeitsphysiologie Universität Dortmund, DGAM 1992.
- 20 B. Prins, *Toxicological Evaluation of Vegetable Cleaning Agents (VCA)*, Chemiewinkel 1994.
- 21 B. Engelund, S. Hagen Mikkelsen, *Toxicological Evaluation of Vegetable Oil Based Cleaning Agents (VCA)*, Danish Toxicology Centre, April 1995.
- 22 *Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen – 31. BImSchV* vom 21. August 2001, BGBl. I S. 2180.
- 23 Kooperationsstelle Hamburg, *VOFAPro Final Report*, Chapter 6: Biodegeneration, Bioaccumulation, Toxicity, Hamburg 1997, S. 94.

-
- 24 Amsterdam Research Institute for Substances in Ecosystems, Department of Environmental and Toxicological Chemistry (MTC): *VOFAPro Individual Report*, Amsterdam 1997.
 - 25 Goetz/Landwehr, *Biologischer Abbau und Mobilität von Betontrennmitteln auf Basis nachwachsender Rohstoffe im Boden*, EU-Projekt SUMOVERA, Herausgeber: Kooperationsstelle Hamburg, Hamburg 1998.
 - 26 *Ein Handbuch: Pflanzenölester – Innovative Produkte in der Metallreinigung*, Herausgeber: Kooperationsstelle Hamburg, Hamburg 2001.
 - 27 University of Amsterdam / Chemiewinkel, *Metal cleaning and degreasing with vegetable based fatty acid esters*, Amsterdam 1998.
 - 28 Kooperationsstelle Hamburg, Norddeutsche Metall Berufsgenossenschaft: *Metallreinigung mit Estern auf Basis pflanzlicher Öle*, Workshop Dokumentation, Hamburg/Hannover 1999 (Schutzgebühr DM 10,-).
 - 29 Kooperationsstelle Hamburg / Projekt LIFE, *Metallreinigung – Reinigung mit Estern auf Basis pflanzlicher Öle*, Newsletter 5/1999, Hamburg (kostenlos).
 - 30 Norddeutsche Metall Berufsgenossenschaft: Workshop „Metallreinigung mit Estern auf Basis pflanzlicher Öle“; in: GESUND+SICHER 10/1999, S. 307.
 - 31 U. Schmidt, *Reinigen mit nicht-VOC-relevanten Lösemitteln*; Journal für Oberflächentechnik, 11/1998, S. 46.
 - 32 H. Gertel-Kloos, *Metallreinigung mit Pflanzenölestern*, Instandhaltung, Juni 2000, S. 16.
 - 33 Industriegewerkschaft Metall - Vorstand, *Lösemittelersatz: Metallreinigung mit Pflanzenölestern*, Gesünder @rbeiten Nr. 9, Juni 2001.

ANHANG

Anwendungsbeispiele

Reinigung im Rahmen der Instandhaltung

Bei der Firma **Helkenberg Drehtechnik GmbH** in Velbert wurden verschiedene Pflanzenölester in der Schlosserei für die manuelle Reinigung getestet (Maschineninstandsetzung). Der bisherige AIII-Kaltreiniger sollte ersetzt werden, um die Raumluft zu verbessern und die große Anzahl von Hauterkrankungen bei den Beschäftigten zu senken. Helkenberg ist eine Präzisionsdreherei, die Ventile, Teile für Einspritzpumpen, Armaturen etc. herstellt.

Die Tests in der Schlosserei verliefen positiv. Bei der Wartung und Reparatur der Drehmaschinen werden Wellen, Kupplungen, Magazine und Revolver gereinigt. Der Einsatz des Pflanzenölesters in einem Waschtisch der Firma Karberg & Hennemann konnte hier wegen der guten Reinigungswirkung und dem angenehmen Geruch voll überzeugen und wurde als Regelanwendung eingeführt. Nebenbei wurde entdeckt, dass die Kupplungen bei den Automaten sehr viel später ausgebaut werden müssen, wenn man den Ester auf die Kupplung in der Maschine sprüht, um sie besser gängig zu machen. Damit wird in vielen Fällen der Wartungsrythmus verlängert.

Über gute Erfahrungen in der Anwendung von Pflanzenölestern berichtet die **Reparaturwerkstatt Feiler** in Groß-Enzersdorf (Österreich). Gesundheitsschutzaspekte waren beim Ersatz des bisherigen aromatenhaltigen Lösemittels durch einen Pflanzenölester ausschlaggebend. Motoren bzw. Motorenteile von landwirtschaftlichen Maschinen und Gartenpflegegeräten werden seit 1999 an einem Waschstand mit Pflanzenölestern der Fa. Haltermann gereinigt. Entfernt werden vor allem Öle, Fette und Metallabrieb. Der neutrale Geruch und die gesundheitliche Verträglichkeit des Esters wird vom Unternehmen höher bewertet als der leicht erhöhte Zeitaufwand bei schwierigen Verschmutzungen und der vergleichsweise höhere Preis. Feiler hat sich entschieden, beim Pflanzenölester zu bleiben.

In der **Fahrzeugreparaturwerkstatt** der **Aluminium Ranshofen Service GmbH** (Ranshofen/Österreich) wurden ebenfalls gute Erfahrungen mit Esterölen gemacht. Der Ester wurde dort in einem Tauchbad und zur manuellen Reinigung von Maschinenteilen eingesetzt. Bitumen, Teer, Schmiermittel und Metallabrieb sind die Hauptverschmutzungen. In der Reinigungswirkung wurden keine Unterschiede im Vergleich zum vorher verwendeten Petroleum-Produkt festgestellt. Technisch gesehen gab es keine Probleme, auch der dünne ölige Film, den der Ester auf dem Reinigungsgut hinterlässt, führte zu keinerlei Beanstandungen.

Entfernen von Korrosionsschutzbeschichtungen

Schutzbeschichtungen und Konservierungsmittel sollen Metallteile vor Korrosion und Beschädigung bewahren. Äußere Einwirkungen mechanischer, chemischer oder physikalischer Art, die zu einer Veränderung der Oberfläche führen, sind unerwünscht. Schäden an Werkstoffen, die durch Handhabung, Lagerung oder Transport entstehen können, sollen vermieden werden. Wachsartige Schutzbeschichtungen sind eine große Herausforderung für die Reinigung, da sie aus widerstandsfähigem Material bestehen, die sich besonders nach längerer Zeit aufgrund der Alterung nur schwer entfernen lassen. Zudem werden sie häufig dick aufgetragen. Die empfohlene Auftragsstärke wird in der Praxis oft um das 10 – 20fache überschritten. Die Lieferanten wännen sich damit „auf der sicheren Seite“. Die Kunden müssen diese Übervorsicht mit verstärkten Reinigungsanstrengungen ausgleichen.

Die Schiffswerft **Thyssen Nordseewerke** in Emden hat gute Erfahrungen bei der Verwendung von Pflanzenölestern gesammelt, um Schutzbeschichtungen der Marke „Tectyl“ abzureinigen. Diese **Langzeitkonservierung** wird u.a. **für Schiffsdieselmotoren** verwendet, die aus Fernost (überwiegend Japan und Korea) zugeliefert werden. In diesen Ländern wird die Hauptmaschine des Schiffneubaus für den Versand mit einer Konservierungsbeschichtung versehen und zur Endmontage nach Emden verschifft.

Nach Einbau der Hauptmaschine muss in mühseliger Handarbeit die Abreinigung der Schutzschicht mit Kaltreiniger, Pinsel und Lappen erfolgen. Dieser Reinigungsvorgang benötigt große Mengen Reinigungsmittel und dauert mehrere Tage. Gerade in den engen und schlecht belüfteten Teilen von Schiffneubauten bieten sich die Ester an, um flüchtige Kaltreiniger zu ersetzen. Nach Auswahl eines Esters wurde ein größerer Testversuch an einer Schiffswelle direkt im Maschinenraum eines Schiffes durchgeführt. Die Welle hatte einen Durchmesser von etwa 0,6 m und eine Länge von 6 – 7 m. Zum besseren Vergleich wurde der herkömmliche Kaltreiniger auf der einen Seite der Welle und der Ester auf der anderen Seite aufgetragen.

Mit dem Kaltreiniger konnte die volle Reinigungswirkung nur sehr schwer erreicht werden. Überraschenderweise war das Ergebnis mit dem Ester zu Beginn noch schlechter. Nach einiger Zeit ließ sich jedoch die Schutzbeschichtung auf der mit Ester behandelten Seite sehr viel besser ablösen und konnte mit einem Lappen abgewischt werden. Die Reinigungswirkung war im Vergleich zum herkömmlichen Kaltreiniger doch besser. Wichtig war die Einwirkzeit.

Bei einem späteren Reinigungsversuch an einer anderen Maschine ließ sich die Schutzbeschichtung trotz Einwirkzeit nicht mehr so gut entfernen. Die Ursache hierfür liegt in der unterschiedlichen Zusammensetzung der verschiedenen Schutzbeschichtungen. Allein die Firma Valvoline bietet über 15 verschiedene Tectylsorten für unterschiedliche Anwendungsbereiche an. Aus den Papieren der Lieferanten von Maschinenteilen geht zumeist nicht eindeutig hervor, mit welcher Sorte Schutzbeschichtung die Teile versehen sind. Diese Information sollten zur Routinemitteilung werden, um dem Kunden und dem Mitarbeiter im Reinigungsbereich die Arbeit zu erleichtern.

Weitere konkrete Reinigungsaufgaben

Reinigung und Konservierung von Getriebeteilen

Im Herbst 1997 wurden beim Getriebehersteller **Flender Service GmbH** in Herne im Bereich der Fertigung und Montage zwei neue Tauchbecken mit jeweils 600 Litern Fassungsvermögen in Betrieb genommen. Aus Arbeits- und Umweltschutzgründen hat man sich damals entschlossen, beide Tauchbecken mit einem Pflanzenölester zu befüllen.

Die Tauchbecken haben unterschiedliche Aufgaben. Ein Becken wird zur **Reinigung von Getriebeteilen** (Wellen und Zahnräder) verwendet, die mit Metallspänen und Bearbeitungsölen verschmutzt sind. Die Getriebeteile werden anschließend mechanisch vermessen. Das andere Becken wird fast ausschließlich zur **Konservierung von Getriebeteilen** genutzt, die vor der Montage mitunter monatelang zwischenlagern.

Neben der guten Reinigungswirkung und der hohen Standzeit der Bäder hat sich bei Flender Service GmbH besonders der temporäre Korrosionsschutz durch die rückfettende Eigenschaft der Ester als vorteilhaft erwiesen. Bei einem Zahnrad, das für Versuchszwecke über ein Jahr in der Werkhalle gelagert wurde, war noch kein Anzeichen von Flugrostbefall zu erkennen.

Bitumentfernung von Industrieschildern

Die Firma **Kilian Industrieschilder GmbH** in Hamburg stellt Schilder her, die vor allem auf Maschinen, Fahrzeugen und Geräten angebracht werden. Die Schilder sollen dauerhaft und robust gegenüber mechanischen und chemischen Einwirkungen sein.

Im Herstellungsprozess wurden Pflanzenölester zum **Ablösen von Trennschichten aus Bitumen** mit sehr guten Ergebnissen getestet. Bei Kilian Industrieschilder werden die Bleche für diese Schilder an den Stellen, wo nicht geätzt bzw. lackiert werden soll, mit einer Bitumentrennschicht versehen. An den unbehandelten Stellen kann eine Säure das Blech angreifen, um eine Vertiefung zu erzielen. Anschließend wird auf das gesamte Schild ein Lack aufgetragen, der sich in die Vertiefung legt und bei ca. 130°C eingebrannt wird. Danach muss die Bitumentrennschicht mit dem darauf eingebrannten Lack entfernt werden, ohne dass der Lack in den tiefgeätzten Bereichen angegriffen wird. Keine leichte Aufgabe für ein Reinigungsmittel.

Bisher verläuft die Entfernung der lackierten Bitumenschicht wie folgt. Die Schilder werden für 12 Stunden in ein Mehrkammerbad (Vorreinigung I) gestellt, in dem sich ein All-Produkt (Kristallöl) befindet. Der Reiniger dringt durch den Lack und wirkt auf das Bitumen ein. Dieses quillt auf und verursacht ein Aufplatzen des Lacks. Die aufgeweichten Schichten werden danach mit Spachtel und Lappen manuell bearbeitet. Restlicher Bitumen wird in einer kleinen Durchlaufanlage (Vorreinigung II) mit einem AIII-Produkt entfernt. Der Verbrauch liegt bei jeweils 1400 Litern pro Jahr. In einem dritten Reinigungsschritt mit Butyldiglykol (BDG) und Wasser erreicht man fettfreie Oberflächen, die z.B. besonders dann wichtig sind, wenn sich ein zweiter Lackierungsschritt anschließt.

Alternativ zu den All- bzw. AIII-Reinigern wurden Pflanzenölester im Betrieb getestet. Nach einer Einwirkzeit von nur 5 bis 10 Minuten ist die lackierte Bitumenschicht der Schilder aufgequollen und in Flocken zerfallen. Mit geringem mechanischem Aufwand können diese Flocken dann entfernt werden. Nach einer ersten optischen Beurteilung hat die lackierte und eingebrannte Beschriftung nicht unter den Estern gelitten. Nachdem die manuelle Vorreinigung bereits auf Pflanzenölester umgestellt wurde, erfolgte auch eine Umstellung bei der automatischen Vorreinigung.

Reinigung von Feuerwehrfahrzeugen

Die **Rosenbauer International AG** (Produktion von Feuerwehrfahrzeugen, die Entwicklung und Fertigung von Pumpen und die Ausrüstung von Fahrzeugen und Löschmannschaften) setzt Pflanzenölester zur **Endreinigung von Feuerwehrfahrzeugen** ein.

Bei der Endreinigung/Finishing der Feuerwehrfahrzeuge müssen Reste von Klebstoffen, Fette, Öle, Metallabrieb und Staub manuell mit einem Lappen entfernt werden. Die Karosserie der Fahrzeuge besteht ausschließlich aus Aluminium, die zu 100% geklebt wird, also ohne Schweißnähte auskommt. Als Reinigungsmittel wurden früher tensidhaltige Produkte eingesetzt, deren Wirkung nicht immer ausreichend war. Seit 1999 verwendet man stattdessen den Pflanzenölester „Esticlean 298“ (mit Emulgatorzusatz) der Fa. Haltermann. Die Feuerwehrfahrzeuge werden nicht großflächig, sondern nur punktuell von den sichtbaren Verschmutzungen mit dem Ester gereinigt. Die Reinigungswirkung wird als sehr gut bewertet, das Schmutztragevermögen ist sogar erheblich besser als bei den zuvor eingesetzten Produkten. Die Korrosionsschutzwirkung des Reinigers ist ein weiterer positiver Faktor. Auf Wunsch der Mitarbeiter wird der Pflanzenölester routinemäßig eingesetzt.

Erfassungsbogen

für Reinigungsplatz

Für jeden Reinigungsplatz/jede
Reinigungsaufgabe sollte ein
gesonderter Bogen ausgefüllt werden.

Firma, Anschrift	Ansprechpartner
Betriebsabteilung	_____
Besichtigungsdatum	_____
Aktenzeichen, Sachbearbeiter	_____

Reinigungsverfahren

<input type="checkbox"/> Manuelle Reinigung „vor Ort“	<input type="checkbox"/> Ultraschallverfahren
<input type="checkbox"/> Offene Wascheinrichtung (Waschtisch/Tauchbad)	<input type="checkbox"/> Dampfstrahlen
<input type="checkbox"/> Geschlossene Wascheinrichtung (maschinell/automatisch)	<input type="checkbox"/> elektrolytische Reinigung

Arbeitstemperatur: _____ °C

Geeignete Absaugung vorhanden
(Für offene A I-/ A II-Anwendung i.d.R. erforderlich)

ja nein entfällt (z.B. geschlossene Einrichtung) _____

Andere Verfahren: _____

Art und Menge der Reinigungsmittel (KW = Kohlenwasserstoffe)
(Hinweis: A I-, A II- und A III-Flüssigkeiten müssen gekennzeichnet sein)

<input type="checkbox"/> KW, Fp. < 21°C (AI)	<input type="checkbox"/> KW, Fp. > 100°C (HBS)
<input type="checkbox"/> KW, Fp ≥ 21°C, ≤ 55°C (AII)	<input type="checkbox"/> Pflanzenölester
<input type="checkbox"/> KW, Fp > 55°C, ≤ 100°C (AIII)	Wässrige Reiniger
	<input type="checkbox"/> alkalisch <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> sauer

Bezeichnung des Reinigungsmittels _____

Verbrauch ca. _____ Liter/Jahr **Kosten** ca. _____ DM/Jahr

Zufrieden mit der Reinigungsleistung des bisher verwendeten Produkts? ja nein

Liegen aktuelle Sicherheitsdatenblätter vor? (Kopien aushändigen lassen) ja nein

Verschmutzungsart

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Ruß, Zunder, Verkohlungen | <input type="checkbox"/> Handschweiß |
| <input type="checkbox"/> Teer, Bitumen | <input type="checkbox"/> Oxide |
| <input type="checkbox"/> Staub | <input type="checkbox"/> Metallabrieb, Späne |
| <input type="checkbox"/> Lacke | <input type="checkbox"/> Poliermittel (z.B. Pasten) |
| <input type="checkbox"/> Klebstoffe | <input type="checkbox"/> Salze |
| <input type="checkbox"/> Wachs | <input type="checkbox"/> Phosphatschichten |
| <input type="checkbox"/> Schmieröle und -fette | <input type="checkbox"/> Sand, Schlamm, Verschmutzungen allgemein |
| <input type="checkbox"/> Emulgatoren-Emulsionen (z.B. KSS) | <input type="checkbox"/> Sonstige: _____ |
| <input type="checkbox"/> Konservierungsmittel (z.B. Tectyl) | |

Erläuterungen zum Reinigungsziel und zu Form und Beschaffenheit des Werkstücks

(Faktoren, die die Möglichkeit zum Einsatz von Ersatzstoffen einschränken oder ausschließen)

- fettfreie Auslieferung erforderlich
- Einzelteile zur fettfreien Weiterverarbeitung, z. B. zum Lackieren
- schlecht abtropfende Teile (z.B. Hohlräume, Bohrungen, Verbindungen)
- Metallteile mit Kunststoff- oder Gummieinsätzen (z. B. Dichtungen, Lager)
- Farben, Lacke, Beschichtungen auf den Werkstücken
- Sonstiges: _____

- | | |
|--|---|
| Ist dem Betrieb die Brancheninitiative bekannt? | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |
| Besteht Interesse am Einsatz von Reinigungsmitteln auf Pflanzenölbasis? | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |
| Wurde eine Gefährdungsbeurteilung nach § 5 ArbSchG durchgeführt? | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |
| Wurde eine Ersatzstoffprüfung nach § 16 (2) GefStoffV durchgeführt? | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |
| Ist die Reinigungsaufgabe vergleichbar mit einem erfolgreichen Anwendungsbeispiel? | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |

Bewertung/Veranlassungen

Zumutbarkeitsprüfung

Beurteilung der Auswirkungen der Verwendung von Ersatzstoffen¹⁴

Einflussfaktoren	positiv/neutral/negativ	Bemerkungen
Materialkosten		
• Standzeiten		
• Verbrauchsmengen pro Zeiteinheit		
• Preise pro Liter		
• Hilfsstoffe		
Anlagekosten		
• Neuanlage, Anlagenmodifikation		
• Wartungskosten		
• Energiekosten		
Technische Schutzmaßnahmen		
• Absaug- und Lüftungsmaßnahmen		
• Brand- und Explosionsschutz		
Arbeitskosten		
• Vor- und Nacharbeiten, Rüstzeiten		
• Verfahrensdauer / Reinigungszeit		
• Mitarbeiterqualifikation und -motivation		
Persönliche Schutzmaßnahmen		
• Schutzausrüstung		
• Hygienemaßnahmen		
Arbeitsmedizin		
• Krankenstand / Ausfallzeiten		
• Wege- und Untersuchungskosten		
Transportkosten		
• Frachttarife, Verpackung, etc.		
Lagerkosten		
• Wassergefährdungsklasse (WGK)		
• Brand- und Explosionsschutz (VbF)		
Entsorgungskosten		
• Abfallmenge in Liter/kg pro Zeiteinheit		
• Preis pro Liter/kg Abfall		
• Auswirkung Filtration bzw. Recycling		
• Abluft, Abwasser		
Gefahrstoffüberwachung		
• Arbeitsplatzmessungen		
Weitere Einflussfaktoren		
• Kundenzufriedenheit		
• Firmenimage		
Abschließende Bewertung		

¹⁴ S. Anlage 3 der TRGS 440 [6]; Ergänzungen durch die Autoren.

Die häufigsten Fragen und (scheinbaren) Hinderungsgründe für die Verwendung von Pflanzenölestern

- Die Teile müssen „ganz sauber“ werden, unsere Kunden/die anderen Abteilungen verlangen das.
Der verbleibende Esterfilm bietet einen temporären Korrosionsschutz. Muss ein Werkstück absolut fettfrei sein, ist eine Nachbehandlung z.B. mit wässrigen Reinigern oder Testbenzin möglich.
- Meistens könnten wir die Ersatzmittel ja nehmen, aber für ein paar Geschichten brauchen wir ganz fettfreie Reinigungen (z.B. Bremsen) und beides nebeneinander geht nicht.
Muss ein Werkstück absolut fettfrei sein, ist eine Nachbehandlung z.B. mit wässrigen Reinigern oder Testbenzin möglich.
- Ist das denn was für den richtig harten Schmutz?
Ja, die Ester besitzen eine gute Reinigungswirkung und können selbst hartnäckige Verschmutzungen wie Bitumen, Kolophonium und Molykote problemlos entfernen. Mit dem „richtigen Reiniger für den richtigen Schmutz“ optimieren Sie Ihr Ergebnis.
- Wir reinigen Spezialteile mit empfindlichen Kunststoffkomponenten. Sind die Ester da geeignet?
Da die Verträglichkeit mit Kunststoff- und Gummiteilen bei den verschiedenen Mitteln unterschiedlich ist, sollten Sie diese bei einem Wechsel des Reinigungssystems überprüfen. Erste Anhaltspunkte kann meist der Hersteller oder Lieferant geben. Unverträglichkeiten der Ester mit Komponenten von Reinigungsgeräten (z.B. Waschtischen) sind nicht bekannt.
- Diese Ester sind ja ganz schön teuer!
Im Vergleich zu Mineralölprodukten sind pflanzenölbasierte Produkte 2-3 mal so teuer. Der höhere Preis wird im allgemeinen durch die 2-3 mal längere Standzeit (Fettaufnahmekapazität: 20-25%) und die geringe Verdunstung ausgeglichen. Oft kann man auch Arbeitszeit sparen, wenn man einen hochsiedenden Reiniger länger einwirken lässt, statt mit dem schnell verdunstenden Reiniger mehrfach nachzuwischen.
- Die Ester verschmutzen so schnell!
Rasche Verfärbungen erwecken den Eindruck, der Reiniger sei „verbraucht“. Das ist aber nicht so, vielmehr haben die Ester hohe Standzeiten, auch im scheinbar schmutzigen Zustand reinigen sie sehr gut.
- Die Ester riechen so komisch!
Aber längst nicht so durchdringend! Sicher, wenn man Benzingeruch gewohnt ist, riechen die Ester etwas ungewohnt. Die Umstellung dauert wahrscheinlich ein paar Tage. Fragen Sie doch mal Ihre Kunden: Vielleicht sind die ganz zufrieden, wenn es in der Werkstatt nicht mehr so stark „duftet“ wie früher?
- Geht das genauso schnell wie mit meinem Kaltreiniger?
Das kommt drauf an... Speziell bei ausgehärteten Verschmutzungen muss man mit längeren Einwirkzeiten rechnen, aber da braucht man mit dem Kaltreiniger ja auch etwas länger. Vorteil: Das Einwirken geht „nebenbei“, der Zeitaufwand für die eigentliche Reinigungsarbeit kann sich sogar reduzieren (denn den rasch verdunstenden Reiniger kann man ja gar nicht einwirken lassen).
- Wenn ich beim Reinigen immer noch Handschuhe tragen muss, wo ist da der Vorteil?
Die pflanzenölbasierten Produkte sind deutlich hautverträglicher als Kohlenwasserstoffprodukte. Dies haben sowohl die Praxiserfahrungen als auch eine im Rahmen des Projektes durchgeführte Studie gezeigt. Aber: Die Handschuhe werden nicht zuletzt wegen des eingetragenen Schmutzes benötigt – der bleibt ja derselbe, unabhängig vom Reinigungsmittel!

- Holt denn der Lieferant auch den gebrauchten Ester ab? Beim Kaltreiniger läuft das ganz unkompliziert.
Gebrauchte Ester können in der Regel unter der EAK-Nr. 140103 entsorgt werden. Oft werden sie auch vom Lieferanten zurückgenommen, der dann die geordnete Entsorgung übernimmt.
- Muss ich für die Entsorgung extra bezahlen? Wieviel?
Nimmt der Lieferant den verschmutzten Reiniger zurück, wird typischerweise der Entsorgungspreis in den Preis für die Neuware „integriert“. Andernfalls ist der frische Reiniger billiger, Sie müssen aber selbst für die Entsorgung aufkommen. Die Preise variieren regional.
- Ich habe gehört, man darf keine Wischlappen herumliegen lassen, weil sie anfangen könnten zu brennen – das ist mir zu gefährlich!
Für die allermeisten Ester trifft das nicht zu, insbesondere nicht für diejenigen auf Kokosölbasis. Sichern Sie sich ab: Suchen Sie in den Produktinformationen nach der „Jodzahl“, liegt sie unter 60, gibt es keine Probleme. In den Listen der BG und der Kooperationsstelle wird darauf hingewiesen, wenn ein Reiniger eine höhere Jodzahl hat.

Anschriften für weitere Informationen

Bei den nachfolgend genannten Ansprechpartnern können Sie Informationen über Reinigungsmittel und Reinigungstechnik erhalten. Teilweise werden auch Schulungen angeboten.

- **Kooperationsstelle Hamburg**, Besenbinderhof 60, 20097 Hamburg
Tel.: 040/2858-640, Fax: 040/2858-641
Hier ist eine kostenlose Liste von Reinigungsmitteln auf Pflanzenölesterbasis erhältlich: Pflanzenölbasierte Reiniger in der Metallindustrie, Produktübersicht, Hamburg 1998. Über Internet www.uni-hamburg.de/kooperationsstelle-hh
- **Norddeutsche Metall-BG**, Seligmannallee 4, 30173 Hannover
Tel.: 0511/8118-0, -356, Fax: 0511/8118-200 oder -373, Internet: www.nmbg.de
Die Metall-BG erstellt im Rahmen der norddeutschen Brancheninitiative eine Liste der bisher bewährten Pflanzenölester.
- **IG Metall**
Bezirk Küste: Kurt-Schumacher-Allee 10, 20097 Hamburg,
Tel.: 040/280 090-27, Fax: 040/280 090-55
Vorstand: Lyoner Straße 32, 60528 Frankfurt, Ref. Arbeits- und Gesundheitsschutz,
Tel.: 069/6693 2624, Fax: 069/6693 2004, Internet: www.igmetall.de/gesundheit
- **Nordmetall, Verband der Metall- und Elektroindustrie e.V.**
Kapstadtring 10, 22297 Hamburg,
Tel.: 040/6378-4262, Fax: 040/6378-4228, Internet: www.nordmetall.de
- Bei Reinigungsmittelherstellern (Anschriften z.B. in den obigen Listen) sind in der Regel die jeweils aktuellsten Informationen über am Markt erhältliche Reiniger zu bekommen.
- Die Anschrift Ihres zuständigen Gewerbeaufsichtsamtes/Amtes für Arbeitsschutz können Sie über die Länderministerien erhalten, deren Anschriften auf der letzten Seite abgedruckt sind. Kontakt zu vielen Länderstellen ist auch möglich über die Internetseite des LASI: <http://lasi.osha.de>

Auskünfte zu Fragen des Arbeitsschutzes erteilen die zuständigen obersten Landesbehörden bzw. deren nachgeordnete Ämter für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik /Gewerbeaufsichtsämter

Ministerium für Umwelt
und Verkehr des Landes
Baden-Württemberg
Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

Behörde für Arbeit, Gesundheit
und Soziales der Freien und
Hansestadt Hamburg
- Amt für Arbeitsschutz -
Adolph-Schönfelder-Straße 5

22083 Hamburg

Ministerium für Umwelt und Forsten
des Landes Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 1

55116 Mainz

Sozialministerium
Baden-Württemberg
Schellingstr. 15

70174 Stuttgart

Hessisches Sozialministerium
Dostojewskistraße 4

65187 Wiesbaden

Ministerium für Frauen,
Arbeit, Gesundheit und Soziales
des Saarlandes
Franz-Josef-Röder-Straße 23

66119 Saarbrücken

Bayerisches Staatsministerium
für Gesundheit, Ernährung und
Verbraucherschutz
Winzerer Straße 9

80797 München

Sozialministerium des Landes
Mecklenburg-Vorpommern
Werderstraße 124

19055 Schwerin

Sächsisches Staatsministerium
für Wirtschaft und Arbeit
Wilhelm-Buck-Straße 2

01069 Dresden

Senatsverwaltung für Arbeit,
Soziales und Frauen
Storkower Straße 134

10407 Berlin

Niedersächsisches Ministerium für
Frauen, Arbeit und Soziales
Abteilung 5 - Arbeit -
Postfach 1 41

30001 Hannover

Ministerium für Arbeit, Frauen,
Gesundheit und Soziales
des Landes Sachsen-Anhalt
Seepark 5 - 7

39116 Magdeburg

Ministerium für Arbeit,
Soziales, Gesundheit und Frauen
des Landes Brandenburg
Heinrich-Mann-Allee 103

14473 Potsdam

Ministerium für Arbeit und Soziales,
Qualifikation und Technologie des
Landes Nordrhein-Westfalen
Horionplatz 1

40213 Düsseldorf

Ministerium für Arbeit, Soziales,
Gesundheit und Verbraucherschutz
des Landes Schleswig-Holstein
Adolf-Westphal-Straße 4

24143 Kiel

Senator für Arbeit, Frauen,
Gesundheit, Jugend und Soziales
Referat 25
Faulenstraße 69

28195 Bremen

Ministerium für Arbeit, Soziales
und Gesundheit
des Landes Rheinland-Pfalz
Bauhofstr. 9

55116 Mainz

Thüringer Ministerium für
Soziales, Familie und Gesundheit
Werner-Seelenbinder-Straße 6

99096 Erfurt