



# Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis

Exposition von Beschäftigten gegenüber  
Lösemitteln bei der industriellen Metallreinigung

Bayerisches Landesamt für  
Gesundheit und Lebensmittelsicherheit



HESSEN



Regierungspräsidium  
Kassel

Hessische Ländermessstelle  
für Gefahrstoffe





# **Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis**

**Exposition von Beschäftigten gegenüber  
Lösemitteln bei der industriellen Metallreinigung**

## **Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis „Exposition von Beschäftigten gegenüber Lösemitteln bei der industriellen Metallreinigung“**

Die Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis wurde von der Arbeitsgruppe Teilereinigung auf Basis des gleichnamigen Projektberichtes vom November 2011 erstellt.

**Herausgeber:** Regierungspräsidium Kassel  
Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe  
Ludwig-Mond-Strasse 33  
D-34121 Kassel  
[www.rp-kassel.hessen.de](http://www.rp-kassel.hessen.de)

**Redaktion:** Arbeitsgruppe „Teilereinigung“

Dipl.-Ing. Jürgen Wehde  
Regierungspräsidium Kassel  
Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe  
Ludwig-Mond-Straße 33  
34121 Kassel

Dr. Lutz Nitschke  
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit  
Pfarrstrasse 3  
80538 München

Dipl. Chem. Regina Zimmermann, Dipl. Chem. Günther Hübner  
Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und  
technische Sicherheit Berlin - LAGetSi -  
Turmstrasse 21  
10559 Berlin

Dipl.-Ing. Thomas Lahrz, Dipl.-Ing. (FH) Rafael Burghardt  
Landeslabor Berlin-Brandenburg  
Landesmessstelle für Gefahrstoffrecht und Innenraumhygiene  
Invalidenstrasse 60  
10557 Berlin

Dipl.-Ing. (FH) Michael Wolf  
Berufsgenossenschaft Holz und Metall  
Wilhelm -Theodor-Römheld-Straße 15  
55130 Mainz

**Titelbild:** Teilewaschtisch (Quelle: RP Kassel)

**Stand:** August 2013

## Inhalt

1.	Allgemeines	6
2.	Anwendungsbereich	7
3.	Informationsermittlung	8
3.1	Arbeitsverfahren und Tätigkeiten	8
3.2	Gefahrstoffe und Gefahrstoffexpositionen	12
4.	Beurteilung der Gefahrstoffexposition	15
4.1	Einkammeranlagen mit manueller Be- und Entladung	15
4.2	Manuelle Reinigungsanlagen (Teilewaschtische)	19
5.	Schutzmaßnahmen	21
5.1	Allgemeine Maßnahmen	21
5.2	Zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Minimierung der inhalativen Exposition	22
5.3	Zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Minimierung der dermalen Exposition	23
5.4	Brand- und Explosionsschutz	25
6.	Wirksamkeitsüberprüfung	26
7.	Literatur	27

## 1. Allgemeines

Die industrielle Metallreinigung stellt während der Teilefertigung die optimale Oberflächenbeschaffenheit des Werkstückes vor jeder Weiterverarbeitung, Montage, Wärmebehandlung oder Beschichtung sicher. Dies bedeutet, dass im Reinigungsschritt Partikelverunreinigungen sowie organische und anorganische Kontaminationen von der Werkstückoberfläche entfernt werden müssen, um einen vorgegebenen Oberflächenzustand bzw. -reinheit zu erzielen.

Führen Beschäftigte Tätigkeiten mit Reinigungsmitteln aus oder werden bei diesen Tätigkeiten Gefahrstoffe freigesetzt, so ist der Arbeitgeber nach der Gefahrstoffverordnung [1] verpflichtet, eine Gefährdungsbeurteilung nach dem Arbeitsschutzgesetz durchzuführen und Maßnahmen zur Sicherheit und zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten zu treffen.

Bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen ist die Rangfolge Substitution (Ersatz durch weniger gefährliche Stoffe oder Verfahren), technische Minimierung der Expositionen, organisatorische Maßnahmen und personenbezogene Maßnahmen zu beachten. Für Gefahrstoffe mit Arbeitsplatzgrenzwert ist deren Einhaltung durch Arbeitsplatzmessungen zu ermitteln (TRGS 402 [2]), sofern keine gleichwertigen Beurteilungsverfahren beschrieben sind.

Diese Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis "Exposition von Beschäftigten gegenüber Lösemitteln bei der industriellen Teilereinigung" ist eine branchenspezifische Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen. Sie unterstützt den Arbeitgeber bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und Wirksamkeitsprüfung von Schutzmaßnahmen.

Die Handlungsanleitung basiert auf dem entsprechenden Projektbericht vom November 2011 [3].

Die Handlungsanleitung kann im Zusammenhang mit Gefährdungen durch freigesetzte Dämpfe als standardisiertes Arbeitsverfahren nach TRGS 400 [4] auf der Grundlage der Gefahrstoffverordnung [1] angewendet werden. Arbeitsplatzmessungen sind dann im Regelfall nicht erforderlich.

Die vorgegebenen Schutzmaßnahmen wurden auf der Grundlage von Arbeitsplatzmessungen nach der TRGS 402 [2] und den ermittelten möglichen Gefährdungen durch Hautkontakt nach TRGS 401 [5] abgeleitet. Bei ihrer Anwendung kann von einer Einhaltung der jeweiligen Arbeitsplatzgrenzwerte nach TRGS 900 [6] sowie anderen Beurteilungsmaßstäben ausgegangen werden.

Um die dauerhafte Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen sicherzustellen, müssen diese regelmäßig überprüft werden. Dies kann mit Hilfe dieser Handlungsanleitung erfolgen.

## 2. Anwendungsbereich

Diese Handlungsanleitung gilt für industrielle Betriebe, die metallische Werkstücke

- in automatischen programmgesteuerten Einkammeranlagen mit Reinigungs- und Trocknungsprogramm unter Verwendung von additivfreien aliphatischen Kohlenwasserstoffgemischen, Tetrachlorethen (Per) oder 1-Butoxypropan-2-ol (auch als 3-Butoxy-2-propanol oder Propylenglykol-1-butylether bezeichnet; ggf. auch mit Zumischungen von anderen Glykolethern <10%) reinigen.

Die Gitterkorbgröße ist auf max. 250/60/50 cm begrenzt. Die Be- und Entladung der Anlagen erfolgt manuell (händisch oder mit Kranunterstützung).

- manuell mit Teilewaschtischen (Pinselwaschtische) bei Reparatur-, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten sowie bei der betrieblichen Fertigung (Drehen, Fräsen, Bohren und Läppen) im Maschinen- und Metallbau unter Verwendung von additivfreien aliphatischen Kohlenwasserstoffen, sogenannten Kaltreinigern mit Flammpunkt >55°C reinigen.

Anlagenüberwachungs- und kleinere Reparaturarbeiten an den Anlagen fallen ebenfalls in den Geltungsbereich der Handlungsanleitung.

Nicht in den Geltungsbereich der Handlungsanleitung fallen insbesondere

- Reinigungsanlagen, in den andere als die oben genannten Lösemittel (z. B. Alkohole, Ketone, Ester, Hydroxyether, Terpene, Dichlormethan, Trichlorethen<sup>1</sup> oder Fluorkohlenwasserstoffe) als Reinigungsmittel verwendet werden
- Großraumanlagen zur Reinigung großformatiger Bauteile (z.B. zur Reinigung von LKW-Karosserieteilen)
- Wartungsarbeiten und größere Reparaturarbeiten an automatischen Anlagen. Diese Arbeiten werden in der Regel durch den Anlagenhersteller durchgeführt.
- Teilereinigungsgeräte in Lackier- und Karosseriebetrieben (ATEX-konforme Systeme) unter Verwendung entzündlicher oder leicht entzündlicher Lösemittel (z.B. „Nitroverdünnung“), die zur Reinigung von Spritzpistolen und Lackierwerkzeugen und zum Entfetten von Teilen und Komponenten vor Lackier- oder Klebprozessen eingesetzt werden.
- Reinigungsarbeiten mit wasserbasierenden Reinigungsmitteln und Pflanzenölestern
- Trockene Reinigungsverfahren (z.B. Thermoentfettung, Plasmaentfettung, Entfettung mit Kohlendioxid).

Anlagen, in denen Dichlormethan oder Fluorkohlenwasserstoffe eingesetzt werden, konnten im Projektzeitraum nicht recherchiert werden.

---

<sup>1</sup> Im Projektzeitraum wurden auch drei Anlagen, in denen mit Trichlorethen gereinigt wurde, untersucht. Für diese Anlagen resultierte eine Überschreitung der Akzeptanzkonzentration für Trichlorethen (33 mg/m<sup>3</sup>), in einem Fall auch eine Überschreitung der Toleranzkonzentration (60 mg/m<sup>3</sup>).

### 3. Informationsermittlung

Bei der industriellen gewerblichen Metallreinigung (Oberflächenreinigung) werden wasserunlösliche Verschmutzungen von metallischen Oberflächen entfernt. Hierbei handelt es sich in der Regel um Fette, Schmierfette, Öle, Wachse, Staub, Trennmittel, Schleif-/Polierpasten, Metallspäne, Oxidschichten, Zunder, Flussmittel und Teerrückstände.

Bei der Oberflächenreinigung werden z.B.

- Halbzeuge, Zwischen- oder Endprodukte in der Fertigung (z.B. Entfernen der Kühlschmierstoffe von Dreh- und Frästeilen oder der Ziehmittel von umgeformten Blechen)
- Oberflächen vor dem Aufbringen einer funktionellen Schicht (z.B. Phosphatierung, Lackierung, Emaillieren)
- betriebliche Gebrauchsteile im Rahmen von Instandhaltungsmaßnahmen (z.B. in Kfz-Werkstätten, Flugzeuge, Eisenbahnen)

gereinigt.

#### 3.1 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten

##### 3.1.1 Reinigungsarbeiten in automatischen Einkammer-Anlagen

Bei der industriellen Lösemittelteilereinigung metallischer Werkstücke in Anlagen ist das geschlossene System Stand der Technik. Die automatischen programmgesteuerten Einkammeranlagen sind für einen mehrstufigen Reinigungsprozess ausgelegt. Bei den in dieser Handlungsanleitung betrachteten Anlagen erfolgt die Be- und Entladung manuell.

Die Art der Verschmutzungen, ihre Menge und der geforderte Reinheitsgrad bestimmen vorrangig:

- das zu verwendende Reinigungsmittel
- die Intensität des Reinigungsprozesses (z.B. ein- oder mehrstufige Reinigungsschritte)
- das einzusetzende Wirkprinzip (z.B. Dampffentfettung, Tauch-, Flut-, Spritz-, Ultraschallreinigung) bzw. die Kombination von Wirkprinzipien

Die Trocknung der gereinigten Werkstücke sowie die Lösemittel- und Abluftaufbereitung ist in die Anlagen integriert. Die Trocknung ist insbesondere bei komplizierten Teilekonstruktionen mit Vertiefungen, Hinterschneidungen, Sacklochbohrungen, Sintermetallen, Kapillaren etc. effizient.

Die Aufbereitung der Abluft erfolgt nach dem Stand der Technik durch Vakuumtrocknung (Abluftkondensation).

In Anlagen die mit chlorierten Kohlenwasserstoffen reinigen (u.a. Per) erfolgt nach der Trocknung in der Arbeitskammer eine Konzentrationsmessung. Nach Unterschreitung des Kontrollwertes von üblicherweise  $1 \text{ g/m}^3$  gestattet der Grenzwertgeber das Öffnen der Arbeitskammer [7].





Abbildung 1: Einkammeranlage; Be- und Entladung der Arbeitskammer (RP Kassel)

Zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei Verwendung nichtchlorierter organischer Lösemittel (u.a. aliphatische Kohlenwasserstoffgemische, 3-Butoxy-2-propanol) sind festgelegte Grenzwerte für diffuse Emissionen einzuhalten. Für Anlagen zur Oberflächenreinigung bestehen gemäß Anhang III, Nr. 2 der 31. BImSchV [8] für die diffusen Emissionen folgende Grenzwerte:

- Lösemittelverbrauch > 1 – 10 t/a: 20% der in den Anlagen eingesetzten Lösemittel
- Lösemittelverbrauch > 10 t/a: 15% der in den Anlagen eingesetzten Lösemittel

Die Anlagen verfügen in der Regel über keine Lüftungstechnischen Einrichtungen zur Erfassung von Emissionen im Bereich der Arbeitskammeröffnung bzw. zur Erfassung diffuser Emissionen.

An den automatischen Anlagen sind je Anlage und Schicht in der Regel ein bis zwei Beschäftigte tätig.

Nachfolgend werden die relevanten Tätigkeiten an Einkammeranlagen mit manueller Be- und Entladung näher beschrieben.

### **Bedienung der Anlage**

Die Programmierung der Reinigungsanlagen durch den Anlagenführer erlaubt die freie Wahl der Reinigungszeiten, Temperaturen und der Reinigungsschritte selbst. So kann die Art des Wirkprinzips bzw. die Kombination von Applikationen gewählt werden. Die Zykluszeit beträgt in der Regel zwischen 5 und 15 Minuten und beinhaltet die Reinigung und Trocknung. Die Programmwahl ist dabei insbesondere abgestimmt auf das Reinigungsmittel, die Teilegröße (einzelne große Teile – Schüttgüter), die Teilegeometrie (Vollmaterial, Teile mit durchgängigen Bohrungen, Sacklochbohrungen, schöpfende Einbauten), die Verschmutzung und die Anforderungen an die Reinigungsqualität.

### **Be- und Entladung der Anlage**

Die zu reinigenden Teile werden vom Anlagenführer manuell in die Reinigungs- bzw. Schüttgutmöbe eingefüllt oder einsortiert.

Die Reinigungs- bzw. Schüttgutmöbe werden händisch auf das Rollenband aufgesetzt bzw. nach der Reinigung abgenommen. Bei größeren und schwereren Behältern erfolgt diese Arbeitsschritte mit Kranunterstützung

Die Reinigungs- bzw. Schüttgutmöbe mit den zu reinigenden Teilen werden von der Anlage nacheinander automatisch in die Reinigungskammer eingezogen. Nach Abschluss des Reinigungs- und Trocknungsschrittes sowie der Freigabe der Arbeitskammer werden die Möbe mit den gereinigten Teilen automatisch wieder nach außen auf das Rollenband befördert.

Die gereinigten Teile werden aus den Reinigungs- bzw. Schüttgutmöben entnommen und in andere Behälter umgefüllt (bei Schüttgütern mit Handschaufel) oder in andere Behälter umsorrtiert. Teilweise werden die gereinigten Teile abgewogen abgefüllt. Abschließend werden die Behälter mit den gereinigten Teilen zur weiteren Verwendung bereitgestellt.

### **Überwachungstätigkeiten an der Anlage**

Zu den Überwachungstätigkeiten zählen insbesondere:

- Nachbefüllung der Anlagen mit Reinigungsmittel. Die Nachbefüllung erfolgt bei PER Anlagen in der Regel im geschlossenen System (Gaspindelverfahren, z.B. Safe-Tainer-System von DOW Chemical Company)
- Reinigungsmittelüberwachung (Badanalytik) zur Überwachung der Reinigungswirkung durch messtechnische Überprüfung der Reinigungsmittelqualität (z.B. pH-Wert, Säureaufnahmevermögen), Nachdosierung von Stabilisatorkonzentrat bei CKW-Anlagen
- Entnahme der vom Reinigungsmedium abgetrennten Verunreinigungen wie Späne, Ölschlamm und Kondensat, Reinigung der Spänefilter, Dichtheitsprüfungen, Ölwechsel, Kleinreparaturen

Diese Tätigkeiten werden vom Anlagenführer oder dem Werkstattpersonal des Betriebes ausgeführt.

#### **3.1.2 Manuelle Reinigungsarbeiten**

Manuelle Reinigungsarbeiten mit Teilewaschtischen (Pinselwaschtische) unter Verwendung von Reinigungsflüssigkeiten auf Lösemittelbasis (aliphatische Kohlenwasserstoffe, sog. Kaltreiniger) werden u.a. in Autowerkstätten sowie bei Reparatur-, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten im Maschinen- und Metallbau (betrieblich integriert oder Dienstleistung) durchgeführt. Gleichfalls zu nennen sind Betriebe im Maschinen- und Metallbau, die im Rahmen der betrieblichen Fertigung manuelle Entfettungsarbeiten nach dem Drehen, Fräsen, Bohren und Läppen durchführen oder Korrosionsschutzmittel bzw. Kühlschmierstoffe entfernen.



Abbildung 2: Teilewaschtisch (RP Kassel)

Die Reinigungsflüssigkeit wird aus einem Vorratsfass über eine Kreislaufpumpe angesaugt und mit geringem Druck ohne Sprühnebelbildung über eine Schlauchleitung mit angeschlossenem Reinigungspinsel in die offene Reinigungswanne gefördert. Das verunreinigte Werkstück wird manuell ggf. unter Zuhilfenahme von mechanisch wirkenden Werkzeugen (Bürsten, Spachtel etc.) gereinigt. Die verschmutzte Flüssigkeit fließt zurück in das Fass, wo sich die Schmutzpartikel am Fassboden absetzen. Die Unterbrechung des Flüssigkeitsumlaufs erfolgt durch Lösen eines Fußschalters. Bei nachlassender Reinigungswirkung wird das Fass mit der verschmutzten Flüssigkeit gegen ein Fass mit frischem Reinigungsmittel ausgetauscht.

## 3.2 Gefahrstoffe und Gefahrstoffexpositionen

### 3.2.1 Gefahrstoffe

Sofern in der industriellen gewerblichen Metallreinigung die technische Notwendigkeit zur Teilereinigung mit Lösemittel besteht und keine Substitution z.B. durch Reinigungsmittel auf wässriger Basis oder durch Pflanzenölester möglich ist, werden in der Regel halogenierte oder nicht halogenierte Kohlenwasserstoffe verwendet. Im Sinne des Anwendungsbereiches dieser Handlungsanleitung werden nachfolgende Reinigungsmittel betrachtet:

- Nicht halogenierte Kohlenwasserstoffe, sauerstofffrei (Flammpunkt von 55-100°C, früher Klasse VbF A III), auch als Kaltreiniger bezeichnet:  
Entaromatisierte paraffinische oder naphthenische Kohlenwasserstoffe
- Nicht halogenierte Kohlenwasserstoffe, sauerstoffhaltig (sog. modifizierte Alkohole):  
1-Butoxypropan-2-ol (Propylenglykol-1-butylether)<sup>2</sup>
- Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW):  
Tetrachlorethen (Perchlorethylen)

Zur Beurteilung der Exposition sind vorrangig verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) sowie in nationales Recht umgesetzte verbindliche EU-Grenzwerte heranzuziehen (TRGS 900 [8]).

Bei Stoffen ohne Arbeitsplatzgrenzwerte können andere Beurteilungsmaßstäbe wie z.B. den von REACH geforderten DNEL-Werten (Derived No-Effect Levels) oder Herstellerangaben eingesetzt werden (TRGS 402 [2]).

**Tabelle 1:** Einstufung der Reinigungsmittel nach der EG-Verordnung Nr. 1272/2008 (CLP-GHS-Verordnung [9]) und Beurteilungsmaßstäbe

Gefahrstoffe	CAS	Einstufung (alt) [9]	Einstufung (neu) [9]	Beurteilungsmaßstab (mg/m <sup>3</sup> )
Aliphatische Kohlenwasserstoffgemische, (Verwendung als Lösemittel, additivfrei)	diverse	Xn, R 53-66-65 (Herstellerangabe)	-- (Herstellerangabe nicht verfügbar)	C5-C8 Aliphaten: 1500 C9-C15 Aliphaten: 600 AGW RCP-Gruppengrenzwerte (TRGS 900, Nr. 2.9)
Tetrachlorethen (Perchlorethylen)	127-18-4	Carc. Cat. 3 R 40 N; R 51-53 R67 R43 Xi; R38	Carc. 2 H351 Aqua. Chronic 2 H411 STOT SE 3 H336 Skin Irrit. 2 H315 Skin Sens. 1B H317	138 (AGW)
1-Butoxypropan-2-ol	5131-66-8	Xi; R 36/38	Eye Irrit. 2 H319 Skin Irrit. 2 H315	270,5 (DNEL) [18]

<sup>2</sup> In der Praxis wurde ausschließlich das Produkt "Dowcylene 1601 Cleaning Fluid" der Fa. DOW Deutschland Anlagengesellschaft mbH angetroffen. Dieses enthält nach dem aktuellen Sicherheitsdatenblatt (Stand 3/2013) neben 3-Butoxy-2-propanol (>90%) auch geringe Anteile an 2-Butoxy-1-propanol (<5%) und Dipropylenglykoldimethylether (<6%).

## Legende zu Tabelle 1:

Xn	: gesundheitsschädlich
Xi	: reizend
Carc cat./Carc	: karzinogen
R36/38	: reizt die Augen und die Haut
R40	: Verdacht auf krebserzeugende Wirkung
R43	: Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
R 65	: gesundheitsschädlich: Kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen
R 66	: wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen
H 315	: verursacht Hautreizungen
H 317	: kann allergische Hautreaktionen verursachen
H 319	: verursacht schwere Augenreizung
H 336	: kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen
H 351	: kann vermutlich Krebs erzeugen
H 411	: giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung
Eye Irrit.	: Augenreizung
Skin Irrit.	: Hautreizung
Aquatic Chronic	: wassergefährdend

Tetrachlorethen ist gemäß TRGS 900 als hautresorptiv zu betrachten (Kennzeichnung mit „H“). Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes nicht befürchtet zu werden (Kennzeichnung mit „Y“).

Aliphatische Kohlenwasserstoffe und 1-Butoxypropan-2-ol sind hautgefährdend.

### 3.2.2 Gefahrstoffexpositionen

Inhalative Expositionen sind bei folgend beschrieben Verfahrensschritten bzw. Tätigkeiten möglich.

#### 3.2.2.1 Arbeiten an automatisierten Einkammeranlagen mit manueller Be- und Entladung

- Austrag von Gefahrstoffen bei Kammeröffnung nach abgeschlossener Reinigung, Trocknung und Freigabe der Arbeitskammer
- Austrag von Gefahrstoffen mit den gereinigten Teilen aus der Arbeitskammer aufgrund unzureichender Trocknung und / oder unzureichender Be- und Entlüftung des Arbeitsplatzes. Dies ist insbesondere möglich bei Reinigung von kleinteiligen Schüttgütern mit großer Oberfläche, „schöpfenden“ Werkstücken mit Hohlräumen (Sacklochbohrungen, aufwändiger Geometrie, Kapillaren) oder dünnen aneinander haftenden Blechen und ggf. nicht bzw. unzureichend auf das Reinigungsgut abgestimmte Anlagenprogrammierung
- Umsortieren gereinigter Teile
- Anlagenüberwachung
- Leckagen in der Anlage

Zusätzlich zur inhalativen Exposition kann bei der Entnahme und Sortierung gereinigter Teile Hautkontakt gegenüber mit Reinigungsmittel benetzten Teilen vorliegen. Weiterhin bestehen dermale Gefährdungen bei der Anlagenüberwachung und kleineren Reparaturen, die von den Anlagenführern oder dem Werkstattpersonal des Betriebes durchgeführt werden.

### **3.2.2.2 Manuelle Reinigungstätigkeit an Teilewaschtischen (Pinselwaschtische)**

- Austrag von Gefahrstoffen aus dem offenen Becken durch Verdunstung
- Austrag von Gefahrstoffen mit den gereinigten Teilen
- Austrag durch Tröpfchenverspritzungen beim Abpinseln von Teilen
- Trocknung der gereinigten Teile im Arbeitsbereich (Trocknung z.B. durch Abdampfen, mit Tüchern oder nicht bestimmungsgemäß mit Druckluftpistolen)

Bei manuellen Reinigungsarbeiten an den Teilewaschtischen besteht die Möglichkeit eines Hautkontaktes mit der Reinigungsflüssigkeit (Benetzung der Haut) und durch die Tätigkeit bedingtes Verspritzen der Reinigungsflüssigkeit.

## 4. Beurteilung der Gefahrstoffexposition

Nachfolgend werden in Nr. 4.1 bzw. 4.2 die im Projekt ermittelten inhalativen und dermalen Belastungen sowie die angetroffenen Arbeitsschutzmaßnahmen dargestellt.

Detailinformationen zu den Beurteilungsverfahren und den ermittelten Expositionen können dem Projektbericht entnommen werden [3].

Es wird darauf hingewiesen, dass zum Zeitpunkt der Erstellung des Projektberichtes der Arbeitsplatzgrenzwert für Tetrachlorethen ( $138 \text{ mg/m}^3$ ) noch nicht vorlag. Tetrachlorethen wurde daher mit dem niedrigsten verfügbaren internationalem Grenzwert bewertet ( $50 \text{ mg/m}^3$ , Ungarn). Mit dieser Handlungsanleitung wurde eine Neubewertung der im Projektbericht dargestellten Tetrachlorethenkonzentrationen vorgenommen.

Weiterhin wurde in der Handlungsanleitung eine Neubewertung für die ermittelten Messergebnisse für 1-Butoxypropan-2-ol durchgeführt, da für diesen Stoff mittlerweile ein DNEL-Wert vorliegt (s. Kap. 3.2.1).

### 4.1 Einkammeranlagen mit manueller Be- und Entladung

#### 4.1.1 Inhalative Exposition

Nachfolgend werden zusammenfassend die an den überprüften Einkammeranlagen ermittelten Expositionen dargestellt. In jeder der betrachteten Anlagen wurde jeweils nur ein Reinigungsmittel eingesetzt (keine Reinigungsmittelgemische bzw. keine Kombination verschiedener Reinigungsmittel).

**Tabelle 2:** Messergebnisse Einkammeranlagen mit manueller Be- und Entladung (personengetragene Probenahme). Als Grenzwert gilt der Bewertungsindex BI = 1

Reinigungsmittel	Anzahl Betriebe	Anzahl Schichtmittelwerte	Schichtmittelwerte [ $\text{mg/m}^3$ ]	Bewertungsindex BI		
			min - max	min	max	95-Perc.
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	3 (4 Arbeitsbereiche)	4	n.n. – 2,5	n.n.	<0,01	--
Tetrachlorethen	10	11	0,5 - 33	< 0,01	0,24	0,22
1-Butoxypropan-2-ol	7	7	n.n. – 6,1	n.n.	0,02	--

Wie aus der Tabelle 2 zu ersehen ist, liegen an den Einkammeranlagen alle Bewertungsindices für die jeweils eingesetzten Reinigungsmittel unterhalb des jeweils zugehörigen Beurteilungsmaßstabes (Grenzwertes). Andere Glykolether als 1-Butoxypropan-2-ol konnten nicht nachgewiesen werden.

Die ausgewählten zeitlich zur personenbezogene Probenahme mit an der Person getragenen Systemen parallel durchgeführten ortsfesten Beprobungen nahe der Entnahmeöffnung der Arbeitskammer bestätigten grundsätzlich die Ergebnisse aus personengetragener Beprobung (Tabelle 3).

Die Nachfüllung der Einkammeranlagen erfolgte überwiegend im geschlossenen Stoffkreislauf (Gaspindelverfahren), an einzelnen Anlagen jedoch auch manuell (Abfüllen von Teilmengen aus Vorratsbehältern).

**Tabelle 3:** Messergebnisse Einkammeranlagen mit manueller Be- und Entladung (ortsfeste Probenahme nahe der Arbeitskammeröffnung)

Reinigungsmittel	Anzahl Betriebe	Anzahl Schichtmittelwerte	Schichtmittelwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Bewertungsindex BI (min – max)
			min - max	
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	1	1	< 3	<0,01
Tetrachlorethen	7	7	2,6 - 71	0,02 – 0,5
1-Butoxypropan-2-ol	5	5	n.n. – 4,7	<0,01 – 0,02

Die Anlagenüberwachung wird nach Angabe der Betreiber durch regelmäßige Kontrollen der Reinigungsbäder sowie der Kondensat- und Ölschlammensorgung durch den Anlagenführer bzw. das entsprechende Betriebspersonal nach Vorgabe des Anlagenherstellers und des Anlagenbetreibers gewährleistet. Wartungsarbeiten werden durch den Anlagenhersteller durchgeführt.

Arbeitsplatzwirksame Lüftungstechnische Einrichtungen zur Erfassung anlagenbedingter Emissionen lagen nur in einigen wenigen Betrieben vor.

#### 4.1.2 Dermale Exposition

Für die an den Einkammeranlagen eingesetzten Reinigungsmittel ergeben sich unter Berücksichtigung der hautrelevanten Kennzeichnung und des Ausmaßes des Hautkontaktes folgende Gefährdungskategorien:

**Tabelle 4:** Gefährdungskategorien nach TRGS 401 [5] für die im Projekt untersuchten Reinigungsmittel

Reinigungsmittel	Kennzeichnung mit	Dauer/Ausmaß des Hautkontaktes			
		kurzfristig (< 15 min)		längerfristig (> 15 min)	
		Kleinflächig (z.B. Spritzer)	großflächig	Kleinflächig (z.B. Spritzer)	großflächig
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	R 66	g	g	g	m
Tetrachlorethen	R 40 (H)	m	m	m	h
1-Butoxypropan-2-ol	R 38	g	m	m	m



Die Untersuchungen zur dermalen Exposition hatten folgendes Ergebnis:

- 1. Anlagenbedienung** (Entnahme der Waschkörbe mit den gereinigten Teilen, ggf. manuelle Kontrolle der Teile, ggf. manuelle Umsortierung der gereinigten Teile in Transportkisten)

Grundsätzlich kann durch entsprechende Anlagenprogrammierung die Zykluszeit für die Reinigung und die Trocknung auf die zu reinigenden Teile abgestimmt werden. Hierdurch wird gewährleistet, dass die gereinigten Teile ausreichend getrocknet werden und frei von Lösemittel sind.

Bei einigen angetroffenen Anlagen, bei denen keine Programmwahlmöglichkeit besteht und/oder Schüttgüter bzw. Teilen mit komplexer Struktur (Hohlräume) zu reinigen sind, kann ein Austrag von Teilen mit anhaftendem Lösemittel nicht ausgeschlossen werden. Bei der weiteren Handhabung der Teile (z.B. manuelle Kontrolle, Umsortierung) besteht dann die Gefahr durch Hautkontakt.

Bei der Anlagenbedienung wurden von den Beschäftigten in den untersuchten Betrieben ausnahmslos Mehrzweckhandschuhe mit Mechanikschutz (Kat. II) oder Baumwollhandschuhe getragen. Diese Maßnahme ist für Anlagen, die durch entsprechende Programmwahl die Teilereinheit und Trocknung gewährleisten können, ausreichend.

- 2. Anlagenüberwachung durch den Anlagenführer bzw. Wartungspersonal des Betriebes** (u.a. Lösemittelnachfüllung, Überprüfung der Lösemittelqualität, Reinigen der Spänefilter, Kondensat- und Ölschlamm Entsorgung, kleinere Reparaturarbeiten)

Bei diesen Tätigkeiten ist grundsätzlich von einem Hautkontakt auszugehen. Das Ausmaß des Hautkontaktes beschränkt sich in der Regel auf Spritzer, die auf die Hände oder Unterarme gelangen können (kleinflächiger Hautkontakt). Die Expositionszeit beträgt nach Auskunft der Betriebe in der Regel weniger als 15 Minuten je Schicht (kurzfristiger Hautkontakt).

Für die Tätigkeiten an den Einkammeranlagen mit den Reinigungsmitteln „Aliphatische Kohlenwasserstoffe“ und „1-Butoxypropan-2-ol“ resultiert entsprechend der festgestellten Dauer und des Ausmaßes des Hautkontaktes eine geringe, für „Tetrachlorethen“ eine mittlere Gefährdung.



Abbildung 3: Einkammeranlage; Kontrolle gereinigter Teile (RP Kassel)

In der überwiegenden Zahl der untersuchten Betriebe standen den Beschäftigten geeignete, d.h. auf das Reinigungsmittel abgestimmte Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitril-, Butyl- oder Chloroprenkautschuk zur Verfügung, die nach Aussage der Beschäftigten auch genutzt werden.

In Einzelfällen wurden Chemikalienschutzhandschuhe mit zu geringer Materialstärke, handelsübliche Gummihandschuhe, Arbeitshandschuhe oder keine Schutzhandschuhe angetroffen. Probleme bestehen teilweise bei der Nutzungsdauer dieser Schutzhandschuhe, da diese über längere Zeiträume verwendet und nicht gewechselt werden. Neben den Chemikalienschutzhandschuhen werden von den Beschäftigten bei Überwachungs- und Reparaturarbeiten Schutzbrillen mit Seitenschutz verwendet.

### **Zusammenfassende Beurteilung der Exposition**

Sind bei Einkammeranlagen die in Abschnitt 5 aufgeführten Schutzmaßnahmen umgesetzt, müssen keine Arbeitsplatzmessungen durchgeführt werden. Die Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen kann entsprechend der TRGS 402 [2] mit dem Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ abgeschlossen werden.

Für die Übernahme dieses Befundes für den einzelnen Betrieb muss die Dokumentation der Gefahrstoffe und die Beschreibung der Tätigkeiten und Schutzmaßnahmen die Einhaltung der in diesen Empfehlungen beschriebenen Bedingungen bestätigen.

## 4.2 Manuelle Reinigungsanlagen (Teilewaschtische)

### 4.2.1 Inhalative Exposition

Die Ergebnisse aus den Ermittlungen an 11 Teilewaschtischen sind in Tabelle 5 dargestellt. Das 95-Percentil der Bewertungsindices lag bei 0,39 (Grenzwerteinhaltung).

**Tabelle 5:** Messergebnisse Teilewaschtische (personengetragene Probenahme).  
Als Grenzwert gilt der Bewertungsindex BI = 1

Reinigungsmittel	Anzahl Betriebe	Anzahl Schichtmittelwerte	Schichtmittelwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Bewertungsindex BI		
			min - max	min	max	95-Perc.
Aliphatische Kohlenwasserstoffgemische, Verwendung als Lösemittel, additivfrei	9 (11 Arbeitsbereiche)	11	47,1 - 192	0,08	0,45	0,39

**Tabelle 6:** Messergebnisse Teilewaschtische (ortsfeste Probenahme)

Reinigungsmittel	Anzahl Betriebe	Anzahl Schichtmittelwerte	Schichtmittelwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Bewertungsindex BI (min – max)
			Min - max	
Aliphatische Kohlenwasserstoffgemische, Verwendung als Lösemittel, additivfrei	5 (6 Arbeitsbereiche)	6	4,5 – 54,7	0,01 – 0,09

An den untersuchten Teilewaschtischen wurden jeweils aliphatische Kohlenwasserstoffe (Kaltreiniger) mit einem Flammpunkt >55°C verwendet.

Alle Geräte waren offen, d.h. nicht gekapselt; teilweise wurde auch in offenen Bädern gereinigt.

An 3 der 11 untersuchten Waschtische war eine Lüftungstechnische Quellenerfassung vorhanden.

Die Trocknung der gereinigten Teile erfolgte meist durch offene Lagerung im Raum. Teilweise wurde auch das Abblasen mit Druckluft im offenen Raum oder in einem Abzug („Trockenkabinett“) beobachtet.

### 4.2.2 Dermale Exposition

Bei den Tätigkeiten an den Teilewaschtischen ist von einem Hautkontakt auszugehen. Das Ausmaß des Hautkontaktes bezieht sich auf die Hände und die Unterarme (großflächiger Hautkontakt). Bei Nutzung der Tische beträgt die Expositionszeit im günstigsten Fall wenige Minuten, im ungünstigsten Fall bis 8 Stunden je Schicht.

Für das Reinigungsmittel Aliphatische Kohlenwasserstoffe resultiert in Abhängigkeit von der Expositionsdauer entsprechend Tabelle 7 eine geringe bzw. bei längerfristigen Reinigungsarbeiten eine mittlere Gefährdung.

In allen untersuchten Betrieben wurden von den Beschäftigten geeignete Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk getragen.

Probleme bestanden teilweise auch hier hinsichtlich der Nutzungsdauer dieser Schutzhandschuhe, da diese über längere Zeiträume verwendet und nicht gewechselt werden (z.B. „Austausch bei mechanischer Zerstörung“).

**Tabelle 7:** Gefährdungskategorien für das Reinigungsmittel „Kohlenwasserstoffgemische“

Reinigungsmittel	Kennzeichnung mit	Dauer/Ausmaß des Hautkontaktes			
		Kurzfristig (< 15 min)		Längerfristig (> 15 min)	
		Kleinflächig (z.B. Spritzer)	großflächig	Kleinflächig (z.B. Spritzer)	großflächig
Aliphatische Kohlenwasserstoffgemische	R 66	g	g	g	m

Neben den Chemikalienschutzhandschuhen wurden von den Beschäftigten bei Tätigkeiten an den Teilewaschtischen Schutzbrillen mit Seitenschutz verwendet.

Hautschutzmittel als Ersatz für Chemikalienschutzhandschuhe wurden nicht angetroffen.

### Zusammenfassende Beurteilung der Exposition

Sind bei Teilewaschtische die in Abschnitt 5 aufgeführten Schutzmaßnahmen umgesetzt, müssen keine Arbeitsplatzmessungen durchgeführt werden. Die Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen kann entsprechend der TRGS 402 [2] mit dem Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ abgeschlossen werden.

Für die Übernahme dieses Befundes für den einzelnen Betrieb muss die Dokumentation der Gefahrstoffe und die Beschreibung der Tätigkeiten und Schutzmaßnahmen die Einhaltung der in diesen Empfehlungen beschriebenen Bedingungen bestätigen.

## 5. Schutzmaßnahmen

Werden bei der industriellen Teilereinigung die im Anwendungsbereich der Handlungsanleitung dargestellten Verfahren eingesetzt und die in diesem Abschnitt aufgeführten Schutzmaßnahmen angewandt, müssen keine Arbeitsplatzmessungen durchgeführt werden. Die Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen kann entsprechend der TRGS 402 [2] mit dem Befund „**Schutzmaßnahmen ausreichend**“ abgeschlossen werden. Bei Umsetzung der Maßnahmen gilt diese Handlungsanleitung als standardisiertes Arbeitsverfahren nach TRGS 400 [4]. Damit reduziert sich der individuelle Aufwand zur Ableitung von Schutzmaßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung erheblich.

Für die Übernahme dieses Befundes auf den einzelnen Betrieb muss die Gefährdungsbeurteilung die Einhaltung der in diesen Empfehlungen beschriebenen Bedingungen bestätigen.

Weiterhin werden in diesem Kapitel die erforderlichen Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes dargestellt.

### 5.1 Allgemeine Maßnahmen

Nachfolgend werden die zu berücksichtigenden allgemeinen Maßnahmen für automatische Einkammeranlagen mit manueller Be-/entladung sowie manuell zu bedienende Teilewaschtische dargestellt.

An allen Arbeitsplätzen sind die Grundsätze für die Verhütung von Gefährdungen nach den §§ 8 - 11 GefStoffV einzuhalten, siehe auch TRGS 500 [10].

- Mit der Substitutionsprüfung ist zu klären, ob z.B. Reinigungsmittel auf wässriger Basis oder bei notwendigerweise erforderlicher Reinigung mit Lösemitteln z.B. aliphatische Kohlenwasserstoffe oder Glykoether anstelle von chlorierten Kohlenwasserstoffen verwendet werden können.  
Wenn eine Substitution nicht durchführbar ist, sind zusätzlich zu den allgemeinen Hygienemaßnahmen grundsätzlich die beschriebenen technischen, organisatorischen sowie erforderlichenfalls persönlichen Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Das Ergebnis der Prüfung sowie die Begründung für eine ggf. nicht durchführbare Substitution sind zu dokumentieren.
- Anlagen sind nach den Vorgaben der Anlagenhersteller bzw. bei fehlenden Vorgaben durch Festlegung des Anlagenbetreibers regelmäßig zu warten und Instand zu halten.
- Überwachung der Anlagen nach der 2. bzw. 31. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.
- Die Beschäftigten an den Reinigungsanlagen sollten durch den jeweiligen Hersteller geschult werden (insbesondere Aufbau und Funktionsweise der Anlagen, sicherer Umgang mit dem Reinigungsmedium, Bedienung der Anlage).
- Für alle Arbeitsbereiche sind Betriebsanweisungen zu erstellen. In der Betriebsanweisung sind auch Art und Häufigkeit der Reinigungstätigkeiten und der Einsatz persönlicher Schutzausrüstungen festzulegen.

Arbeiten an Anlagen dürfen nur von Beschäftigten ausgeführt werden, die dazu befugt sind und diese Arbeiten selbständig sicher durchführen können oder bei diesen Arbeiten beaufsichtigt werden.

- Die Beschäftigten sind mindestens einmal jährlich arbeitsplatzbezogen an Hand der Betriebsanweisung zu unterweisen (Dokumentationspflicht). Diese Unterweisung beinhaltet die Verhaltensweise für den störungsfreien Reinigungsbetrieb und für Unregelmäßigkeiten (z.B. Störungen, Leckagen).
- Es wird empfohlen, die ausgewählten Hautreinigungs-, Hautpflege- und Hautschutzmittel in einem Hautschutzplan festzulegen und diesen an geeigneten Stellen aushängen, z. B. an Handwaschplätzen.
- Essen, Trinken, Rauchen und Schnupfen ist an den Arbeitsplätzen nicht zulässig.
- Schutzbrillen mit Seitenschutz sind zu verwenden:
  - an Einkammeranlagen bei den Überwachungstätigkeiten „Entnahme der vom Reinigungsmedium abgetrennten Verunreinigungen wie Späne, Ölschlamm und Kondensat, Reinigung der Spänefilter“ sowie bei Reparaturarbeiten“
  - bei Tätigkeiten an Teilewaschtischen.

## 5.2 Zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Minimierung der inhalativen Exposition

Nachfolgende Maßnahmen sind zusätzlich zu den allgemeinen Maßnahmen durchzuführen:

### Tätigkeiten an Einkammeranlagen mit manueller Be- und Entladung

- Das Reinigungs- und Trocknungsprogramm der Anlage ist zur Minimierung des Lösemittelaustrags an die Art der zu reinigenden Teile anzupassen. Bei Reinigung schöpfender Teile oder Teilen mit Kapillaren ist ein Programm mit verlängerter Trocknungszeit zu wählen. Hierdurch muss gewährleistet werden, dass die gereinigten Teile trocken aus der Anlage kommen und die Beschäftigten bei der Entnahme und ggf. durchzuführenden Umsortierungstätigkeiten nicht belastet werden.
- Die Anlagenüberwachung ist durch regelmäßige Kontrolle der Reinigungsbäder, Kondensat- und Ölschlammentsorgung durch den Anlagenführer bzw. das entsprechende Betriebspersonal nach Vorgabe des Anlagenherstellers und des Anlagenbetreibers durchzuführen.
- Kondensate, Späne und Destillationsrückstände sind möglichst emissionsarm aus der Anlage auszuschleusen.
- Bei der Anlagenüberwachung, bei Reparaturarbeiten oder bei Notfällen mit zu erwartender hoher Exposition ist auf das Lösemittel abgestimmter Atemschutz zu tragen (Informationen aus dem Sicherheitsdatenblatt).
- Die Nachfüllung der Einkammeranlagen muss vorrangig im geschlossenen Stoffkreislauf (Gaspindelverfahren) erfolgen. Sofern dies technisch nicht möglich ist, sind zur Erfassung von Lösemittlemissionen Lüftungstechnische Maßnahmen durchzuführen.

### Reinigungsarbeiten an Teilewaschtischen

- An Teilewaschtischen dürfen nur aliphatische Kohlenwasserstoffe, sogenannte Kaltreiniger mit einem Flammpunkt >55°C verwendet werden (vgl. BGR 180 [11]).
- Veränderungen der Reinigungsmittelzusammensetzung, z.B. durch Zusatz anderer Lösemittel, sind unzulässig

- Geschlossene Teilewaschtische mit klappbaren/verschiebbaren Abdeckungen und integrierten Durchgriffen sind zu bevorzugen
- Offene mit Reinigungsmittel gefüllte Bäder sollten vermieden werden
- Teilewaschtische sind mit einer technischen Lüftung auszustatten (vgl. BGR 180, Beispiel in Abbildung 4)
- Das offene Ab/Verblasen von Reinigungsmittel mit Druckluft zur Trocknung der Teile ist unzulässig. Für die Trocknung der Teile sind entsprechend belüftete Bereiche oder belüftete Schränke bzw. Abzüge einzurichten (Abblaskabinette)



Abbildung 4: Beispiel für einen Teilewaschtisch mit Randabsaugung

### 5.3 Zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Minimierung der dermalen Exposition

Auf der Grundlage der Stoffeigenschaften der Reinigungsmittel sowie dem Ausmaß und der Dauer des Hautkontaktes bei der Reinigungstätigkeit ist die Gefährdung zu beurteilen und es sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen festzulegen.

Bei der Bedienung automatischer Einkammeranlagen (Entnahme der Waschkörbe mit den gereinigten Teilen, ggf. manuelle Kontrolle der Teile, ggf. manuelle Umsortierung der gereinigten Teile in Transportkisten) besteht in der Regel kein Hautkontakt gegenüber Reinigungsmitteln.

Für Überwachungsaufgaben an automatischen Einkammeranlagen (u.a. Lösemittelnachfüllung, Überprüfung der Lösemittelqualität, Reinigen der Spänefilter, Kondensat- und Ölschlamm Entsorgung, kleinere Reparaturen) ergibt sich für die Tätigkeiten mit den Reinigungsmitteln „Aliphatische Kohlenwasserstoffe“ und „1-Butoxypropan-2-ol“ eine geringe, für „Tetrachlorethen“ eine mittlere Gefährdung (s. Kap. 4.1.2).

Für die Reinigungsarbeiten an Teilewaschtischen mit dem Reinigungsmittel „Aliphatische Kohlenwasserstoffe“ ergibt sich in Abhängigkeit von der Expositionsdauer eine geringe bzw. bei längerfristigen Reinigungsarbeiten eine mittlere Gefährdung (s. Kap. 4.2.2).

### **Schutzmaßnahmen bei geringer Gefährdung**

Für die Tätigkeiten mit geringer Gefährdung sind die allgemeinen Hygienemaßnahmen nach der TRGS 401 [5] und der TRGS 500 [10] zu ergreifen.

Zu diesen Maßnahmen zählen u.a. die Zurverfügungstellung von Waschgelegenheiten mit milden Hautreinigungsmitteln, die sofortige schonende Reinigung der Haut nach Gefahrstoffkontakt und die Verwendung von Hautpflegemitteln.

### **Zusätzliche Schutzmaßnahmen bei mittlerer Gefährdung**

Zu den zusätzlichen Schutzmaßnahmen zählen technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen.

Da technische Schutzmaßnahmen bei Überwachungsarbeiten an automatischen Per-Einkammeranlagen bzw. den Reinigungsarbeiten an Teilewaschtischen nicht genutzt werden können, sind organisatorische oder persönliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen, die einen Schutz der Beschäftigten gewährleisten.

#### Organisatorische Maßnahmen

- Mit Reinigungsmittel durchtränkte Arbeitskleidung ist sofort zu wechseln
- Verschüttetes oder ausgelaufenes Reinigungsmittel ist mit Bindemittel aufzunehmen. Benutztes Bindemittel ist in verschließbaren Behältern zu sammeln und zu entsorgen.
- Reinigungstücher für die Anlagen nicht auch für die Reinigung der Hände einsetzen.

#### Persönliche Schutzmaßnahmen

Zur Vermeidung des Kontaktes von Reinigungsmittel mit Händen und Unterarmen sind als personenbezogene Schutzmaßnahme Chemikalienschutzhandschuhe zu verwenden. Die Auswahl der Schutzhandschuhe muss abgestimmt auf die jeweiligen Reinigungsmittel und weiteren individuellen Arbeitsplatzfaktoren wie z.B. Temperatur, mechanische Beanspruchung und Abrieb erfolgen.

Als geeignete Chemikalienschutzhandschuhe sind insbesondere Schutzhandschuhe aus Nitril-, Butyl- oder Chloroprenkautschuk zu nennen.

Informationen zum Handschuhmaterial und dessen erforderliche Materialstärke (ggf. auch zu konkreten Fabrikaten) sowie der maximalen Tragedauer können dem Sicherheitsdatenblatt (Abschnitt 8) entnommen werden oder sind erforderlichenfalls beim Lieferanten des Reinigungsmittels bzw. bei den Handschuhherstellern zu erfragen. Weitere Informationen zur Auswahl des geeigneten Schutzhandschuhs werden in der TRGS 401 [5] beschrieben.

Bei Reinigungsarbeiten an Teilewaschtischen sind Chemikalienschutzhandschuhe mit Stulpen zu verwenden.

Längerfristiges Tragen von Chemikalienschutzhandschuhen (regelmäßig mehr als 2 Stunden je Tag) ist belastend für die Haut (Feuchtarbeit) und muss durch Einhaltung der Tragezeiten und/oder Tätigkeitswechsel unterbunden werden. Es wird empfohlen, beim



Tragen von Chemikalienschutzhandschuhen Baumwollunterziehhandschuhe zu verwenden.

Sind die Handschuhe defekt oder ist ihre Tragedauer überschritten, sind die Handschuhe zu entsorgen.

Bei Reinigungsarbeiten an Teilewaschtischen sollte zur Vermeidung der Kontamination der Arbeitskleidung zusätzlich eine lösemittelbeständige Schürze getragen werden.

## 5.4 Brand- und Explosionsschutz

Von organischen Reinigungsmitteln können Brandgefahren ausgehen bzw. es ist die Bildung explosionsgefährlicher Dampf-/Luftgemische möglich.

Nach § 5 Arbeitsschutzgesetz [12] in Verbindung mit §§ 6 und 11 sowie Anhang I Nr. 1 Gefahrstoffverordnung [1] sind vom Arbeitgeber auch die Gefährdung der Beschäftigten durch Brände und Explosionen zu ermitteln und betriebliche Mindestmaßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz zu treffen und in der Betriebsanweisung festzulegen. Die Bildung einer explosionsgefährlichen Atmosphäre ist nicht zu erwarten, wenn die Maßnahmen nach Kapitel 5.1 umgesetzt werden.

Die Arbeitsbereiche sind gemäß Anhang I Nr. 1 Abs. 1.4 Gefahrstoffverordnung

- 1 mit Flucht- und Rettungswegen sowie Ausgängen in ausreichender Zahl so auszustatten, dass die Beschäftigten die Arbeitsbereiche im Gefahrenfall schnell, ungehindert und sicher verlassen und Verunglückte jederzeit gerettet werden können,
- 2 so zu gestalten und auszulegen, dass die Übertragung von Bränden und die Auswirkungen von Bränden und Explosionen auf benachbarte Bereiche vermieden werden,
- 3 mit ausreichenden Feuerlöscheinrichtungen auszustatten; die Feuerlöscheinrichtungen müssen, sofern sie nicht selbsttätig wirken, gekennzeichnet, leicht zugänglich und leicht zu handhaben sein,
- 4 mit Angriffswegen zur Brandbekämpfung zu versehen, die so angelegt und gekennzeichnet sind, dass sie mit Lösch- und Arbeitsgeräten schnell und ungehindert zu erreichen sind.

Das Verwenden von offenem Feuer und offenem Licht ist nicht zulässig.

Grundsätzlich sind die Vorgaben der jeweiligen Landesbauordnung und Industriebaurichtlinie im Hinblick auf den Brand- und Explosionsschutz zu erfüllen. Weitergehende Maßnahmen hinsichtlich baulichem, technischem, betrieblichem und organisatorischem Brand- und Explosionsschutz können als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung erforderlich sein.

Detaillierte Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz enthalten die TRGS 720-722 [13-15], TRGS 800 [16] und die ASR A2.2 [17].

## 6. Wirksamkeitsüberprüfung

Bei der Anwendung dieser Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis sind die in Abschnitt 5 festgelegten Maßnahmen und Anforderungen einzuhalten.

In regelmäßigen Abständen oder nach Änderungen von Verfahren, Anlagen und Reinigungsmitteln ist die Funktion und Wirksamkeit der vorhandenen technischen Schutzmaßnahmen zu überprüfen (§ 7 Abs. 7 GefStoffV). Dabei sind insbesondere die von Herstellern vorgeschriebenen Intervalle für Prüfungen und Wartungen einzuhalten. Alle Prüfungen, Wartungs- und ggf. durchzuführende Instandsetzungsmaßnahmen an den Anlagen sind zu dokumentieren.

Die Beschäftigten sind verpflichtet, die zur Verfügung gestellten Schutzmaßnahmen bestimmungsgemäß zu verwenden.

Die Umsetzung der getroffenen Schutzmaßnahmen und die sachgerechte Anwendung von Schutzmaßnahmen sind vom Arbeitgeber zu überwachen.

Der Anwender dieser Handlungsanleitung muss bei Verfahrensänderungen und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt u. a. die Prüfung der unveränderten Gültigkeit dieser Handlungsanleitung und die Prüfung, ob diese Handlungsanleitung noch für die betrieblichen Tätigkeiten zutrifft. Insbesondere ist zu überprüfen, inwieweit sich die eingesetzten Stoffe verändert haben.

Bei Anwendung dieser Handlungsanleitung bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung für hier nicht genannte Arbeitsbereiche des Betriebes, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen erfolgen und für die diese Handlungsanleitung nicht gilt, bestehen.

Diese Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis ist auf der Homepage der Bundesanstalt für Arbeitsschutz unter [www.baua.de](http://www.baua.de) verfügbar.

Die Handlungsanleitung wird regelmäßig überprüft und dem Stand der technischen und rechtlichen Entwicklung angepasst. Der Anwender dieser Handlungsanleitung sollte daher immer auf die Verwendung der aktuellen Fassung achten.

## 7. Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S 1643); zuletzt geändert am 15. Juli 2013 (BGBl. I S. 2514)
- [2] TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“; Ausgabe: Januar 2010 GMBI 2010 Nr. 12 S. 231-253 (25.2.2010), berichtigt: GMBI 2011 S. 175 [Nr. 9]
- [3] Projektbericht „Exposition von Beschäftigten gegenüber Lösemitteln bei der industriellen Metallreinigung, Stand 11/2011, Herausgeber: Regierungspräsidium Kassel, 34121 Kassel, Ludwig-Mond-Straße 33
- [4] TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“; Ausgabe: Dezember 2010 GMBI 2011 Nr. 2 S. 19-32 (v. 31.1.2011)
- [5] TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen“, Ausgabe: Juni 2008 zuletzt berichtigt GMBI 2011 S. 175 [Nr. 9]
- [6] TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“; Ausgabe: Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2012, S. 715-716
- [7] Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen vom 10. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2694), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 20. Dezember 2010 (BGBl. I S. 2194) geändert worden ist (2. BimSchV)
- [8] 31. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen) vom 21. August 2001 (BGBl. I S. 2180), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 20. Dezember 2010 (BGBl. I S. 2194) geändert worden ist
- [9] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen
- [10] TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“, Ausgabe: Januar 2008 ergänzt: Mai 2008
- [11] BGR 180 „Richtlinien für Einrichtungen zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln“ (04/1992)
- [12] Arbeitsschutzgesetz „Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit“, vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), zuletzt geändert durch Artikel 15 Absatz 89 des Gesetzes vom 5. Februar 2009 (BGBl. I S. 160)
- [13] TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“; Bundesanzeiger Nr. 103a vom 2. Juni 2006
- [14] TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung -2; (Bundesanzeiger Nr. 103a vom 2. Juni 2006)
- [15] TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“, GMBI 2012 S. 398-410
- [16] TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“, GMBI 2011 Nr. 2 S. 33-42
- [17] ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“, November 2012
- [18] GESTIS-DNEL-Datenbank des Instituts für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung; <http://www.dguv.de/ifa/dneldatenbank>

